

ヒートポンプ普及見通し調査

2015 年 1 月 16 日

一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター

目次

1. 本調査の対象	3
2. 家庭用給湯器	4
2.1 見通しの考え方	4
2.2 市場の確認	5
2.2.1 既築市場	5
2.2.2 新築市場	6
2.3 導入量の推計	8
2.3.1 ターゲット市場の分類の考え方	8
2.3.2 足元の導入実績	8
2.3.3 将来推計の考え方	9
2.3.4 導入量の推計結果	10
2.4 省エネ効果の推計	11
2.4.1 前提条件	11
2.4.2 省エネ効果の推計結果	12
3. 家庭用エアコン	13
3.1 見通しの考え方	13
3.2 市場の確認	13
3.2.1 燃焼系暖房機器からエアコンへの暖房利用促進に係る市場	13
3.2.2 既設エアコンの最新機器への買い替えに係る市場	14
3.3 導入量の推計	15
3.3.1 燃焼系暖房機器からエアコンへの暖房利用促進に関する導入量	15
3.3.2 既設エアコンの最新機器への買い替えに関する導入量	16
3.4 省エネ効果の推計	18
3.4.1 前提条件	18
3.4.2 省エネ効果の推計結果	19
4. 業務用給湯機	20
4.1 業務用ヒートポンプ給湯機の普及見通しの考え方	20
4.1.1 業務用業種別の年間給湯需要の把握	20
4.1.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入上限台数の想定	21
4.1.3 業務用ヒートポンプ給湯機の普及曲線の想定	24
4.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量の推計	25
4.2.1 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量（フローベース）の推計	25
4.2.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量（ストックベース）の推計	26

4.3 業務用ヒートポンプ給湯機における省エネ効果.....	26
4.3.1 前提条件.....	26
4.3.2 省エネ効果の推計結果.....	27
5. 業務用空調.....	29
5.1 市場の確認.....	29
5.2 セントラル方式.....	30
5.2.1 セントラル方式の導入量の推計.....	30
5.2.2 セントラル方式による省エネ効果の推計.....	33
5.3 業務用ビルマルチ.....	34
5.3.1 業務用ビルマルチの導入量の推計.....	34
5.3.2 業務用ビルマルチによる省エネ量の推計.....	37
6. 産業用.....	38
6.1 市場の確認.....	38
6.1.1 産業用業種別ボイラ用エネルギー消費量内訳の想定.....	38
6.1.2 ヒートポンプへ代替可能なボイラで使用される燃料消費量ポテンシャルの想定 ...	39
6.2 産業用ヒートポンプの導入量の推計.....	40
6.2.1 導入上限量の想定.....	40
6.2.2 産業用ヒートポンプの普及曲線の想定.....	43
6.2.3 産業用ヒートポンプの残存曲線の想定.....	44
6.2.4 産業用ヒートポンプの導入量の推計結果.....	44
6.3 産業用ヒートポンプによる省エネ効果の推計.....	46
6.3.1 前提条件.....	46
6.3.2 省エネ効果の推計結果.....	47
7. 農業用.....	48
7.1 農業用ヒートポンプの普及見通しの考え方.....	48
7.2 農業用ヒートポンプの普及見通しの前提条件.....	48
7.2.1 農業用ヒートポンプの導入上限の設定.....	48
7.2.2 農業用ヒートポンプの導入上限に対する顕在化率の設定.....	50
7.2.3 農業用ヒートポンプの普及曲線の設定.....	50
7.2.4 機器効率の設定.....	50
7.3 農業用ヒートポンプの導入量と省エネ効果推計.....	50
8. ヒートポンプ普及による省エネ効果見通しまとめ.....	51

1. 本調査の対象

本調査では、以下の分野でのヒートポンプ利用促進と、それに伴う省エネ効果算定を取り扱った。

家庭用	・家庭用ヒートポンプ給湯機 ・家庭用ヒートポンプエアコン
業務用	・業務用ヒートポンプ給湯機 ・高効率空調ヒートポンプ（ビルマルチ・セントラル）
産業用	・空調用ヒートポンプ ・加温用（給湯用）ヒートポンプ ・100℃未満の乾燥用ヒートポンプ ・100℃以上の高温用ヒートポンプ
農業用	・農業用ヒートポンプ

各用途において、ヒートポンプの導入見込み量をフローベース、ストックベースで試算する。その後、それに伴う従来型機器からの置換え、設備効率の改善に伴う省エネ効果を試算する。

2. 家庭用給湯器

2.1 見通しの考え方

家庭用給湯器において、ヒートポンプ給湯機未導入世帯に対しては、市場を新築市場・既築市場にそれぞれ分解をして推計を行った。既築住宅に対しては、さらに戸建/集合別に、また戸建については以下の通りその住宅の敷地面積で3分類した。

都市型Ⅰ：敷地面積 75 m²未満で建蔽率 40%以上の住宅

都市型Ⅱ：敷地面積 150 m²未満で建蔽率 40%以上の住宅

平均規模：都市型Ⅰおよび都市型Ⅱを除く住宅

また、集合住宅についてはその導入のしやすさから持家と借家で分類した。

新築についても、戸建は同様に敷地面積で3分類した。集合住宅については既築と同様の考え方から分譲か借家かの違いで分類した。

さらに、ヒートポンプ給湯機導入済みの世帯については更新時には再びヒートポンプ給湯機が導入されるとしてその導入量を推計した。

それぞれの市場における獲得率の設定に基づいて4つのシナリオを設定した。表2-1にその市場のセグメント分類と推計方法をまとめた。市場や足元の導入実績は最新データを用いることで将来推計を行った。

表 2-1 家庭用ヒートポンプ給湯機の想定におけるセグメントの分類

セグメント（分析の単位）				省エネ効果の推計方法
ヒートポンプ給湯機未導入世帯	既築	戸建	平均規模	● 従来型機器（石油・ガス給湯器）の更新時にヒートポンプ給湯機が導入されるとして、その導入量と省エネ効果を推計。 ● 代替後のヒートポンプ給湯機のさらなる更新時には、より効率の高い製品が導入されるとして、その削減効果を推計。 ● 導入台数に加えて、その販売年次を紐付したストックビンテージを考慮することで、代替も含めた省エネ効果を推計
			都市型Ⅰ	
			都市型Ⅱ	
		集合	持家	
			借家	
	新築	戸建	平均規模	
			都市型Ⅰ	
			都市型Ⅱ	
		集合	分譲	
			借家	
ヒートポンプ給湯機導入済世帯				● 更新時に再びヒートポンプ給湯機が導入されるとして、その導入量を推計。 ● 置き換え時の効率改善による省エネ効果も計上。

2.2 市場の確認

既築市場と新築市場について、それぞれ以下のように推計した。

2.2.1 既築市場

既築市場については、住宅ストック数から推計を行った。

はじめに、年齢別の主世帯数を 2010 年以降 5 年毎に 2040 年まで推計し、この主世帯数の増減に伴って、住宅ストック自体も増減するものと想定した。次に、住宅ストックを戸建、集合住宅に分類し、戸建はその規模（住宅当たり敷地面積）から平均規模、都市型Ⅰ、都市型Ⅱに類型し、集合住宅は持家、借家に類型した。直近のトレンドから戸建と集合住宅の割合の将来推計を行うことで、居住世帯ありの住宅ストックを各年で整理した（図 2-1）。

都市型Ⅰ：敷地面積 75 ㎡未満で建蔽率 40%以上の住宅
 都市型Ⅱ：敷地面積 150 ㎡未満で建蔽率 40%以上の住宅
 平均規模：都市型Ⅰおよび都市型Ⅱを除く住宅

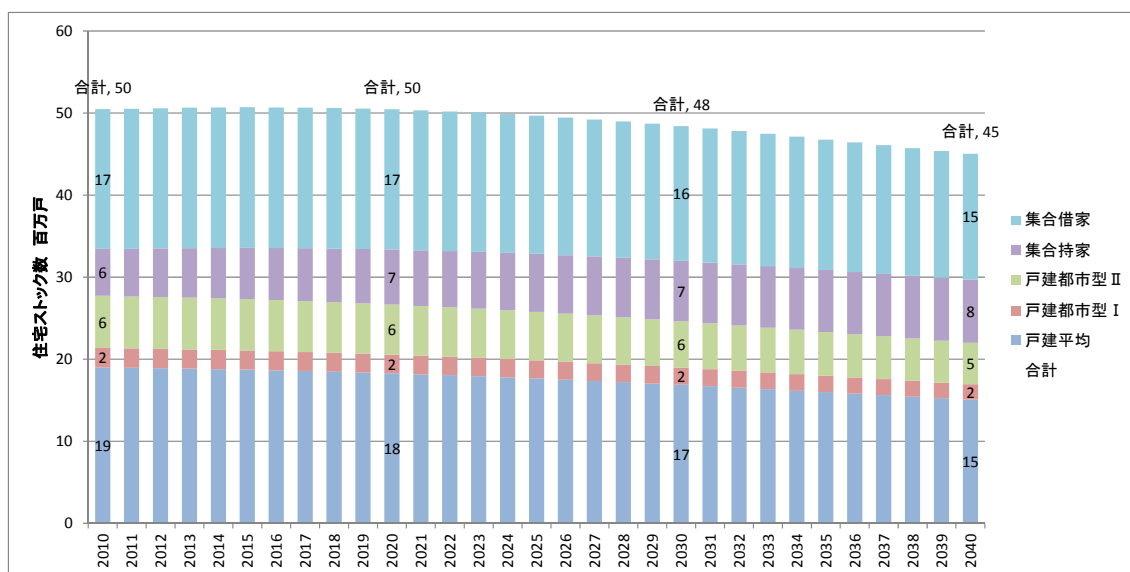


図 2-1 住宅ストック（居住世帯あり）の推移

出所：国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」（平成 24 年 1 月中位推計）および総務省「国勢調査」より推計

既築に対する給湯器市場は、「取換需要＝居住世帯あり既築住宅ストック×取換発生率」より推計した。既築住宅における給湯器の取換発生率は、過去 5 年間の既築市場におけるガス給湯器等も含めた給湯器総販売量に基づき、年間 6.27%と設定した。

以上に基づき、既築市場における給湯器の取り換え需要の将来見通しを図 2-2 に示すとおり推計した。住宅ストックの低減によって、既築市場自体が縮小していくことが考えられる。

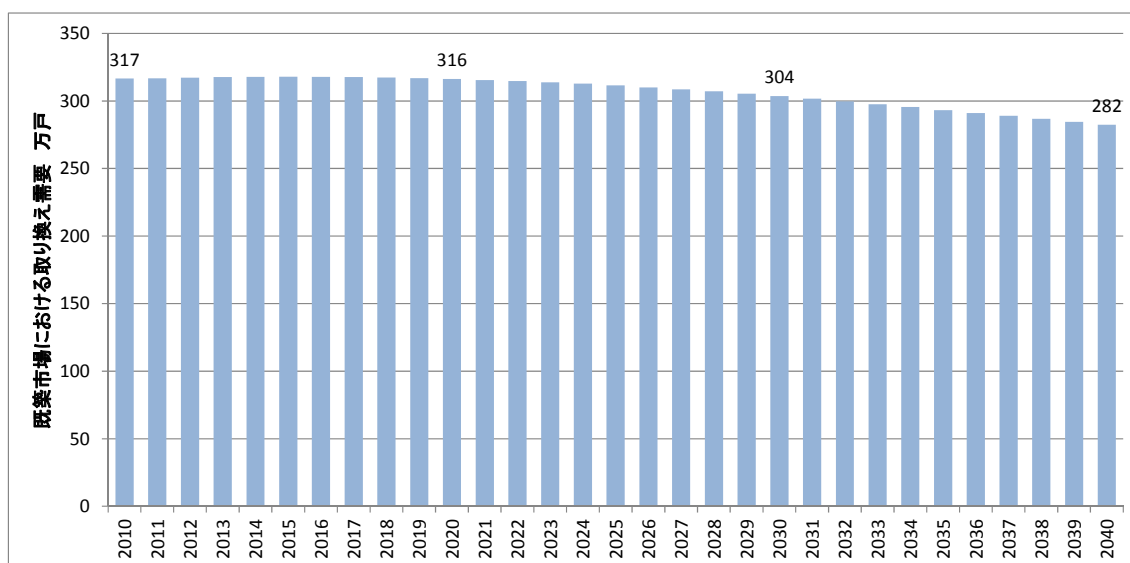


図 2-2 既築住宅における給湯器の取替需要の見通し

2.2.2 新築市場

新築市場については、先述の居住世帯ありの住宅ストック数に加えて、居住世帯なしの住宅ストック数を勘案し、「着工数＝世帯数の増減＋空き家等の増減＋建替戸数」より着工数を推計した。

推計にあたり、世帯数、建替戸数および戸建・集合別の内訳を公的データより設定・推計し、また空き家等の将来見通しについては、足元の居住世帯なしの住宅ストックを、

- i 一時現在者のみ
- ii 空き家
- iii 建設中

に分類した上で、i は横置き、ii は過去トレンドより近似式にて補完、iii は過去トレンドより線形補完（単純減少）とすることにより設定した。

以上に基づき、着工数の将来見通しを図 2-3 に示すとおり推計した。

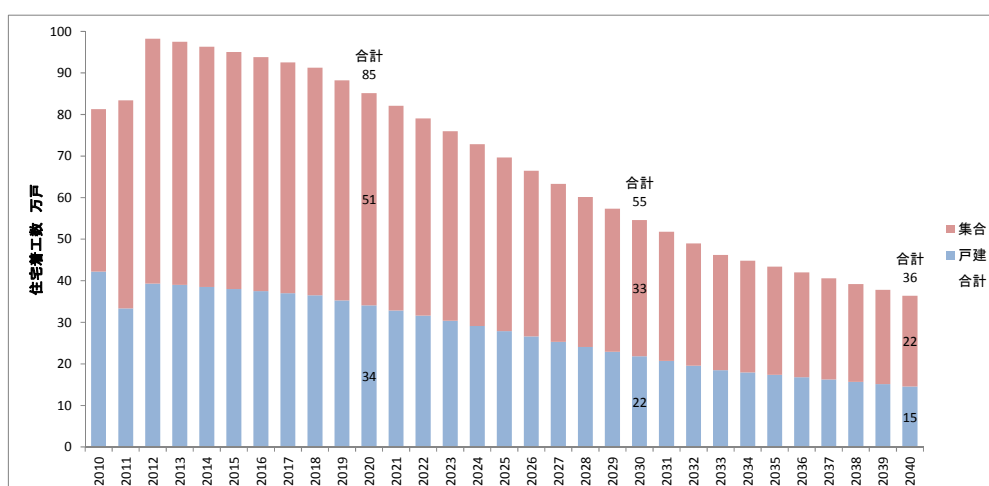


図 2-3 新設住宅着工戸数の見通し

出所：国土交通省「新設住宅着工統計」、総務省「住宅・土地統計調査」、
 国立社会保障・人口問題研究所「日本の世帯数の将来推計（2013年1月推計）」、
 建設経済研究所「建設投資の中長期予測」より推計

新築市場と既築市場の見通しを合算した、ガス給湯器等も含めた給湯器全体市場の将来見通しを図 2-4 に示す。ヒートポンプ給湯機の導入が進んでいくと、既築市場の内のガス・石油給湯器からの取り換え市場はさらに縮小していく。このため、将来の導入量を確保するためには、新築市場での獲得率の維持、ヒートポンプ給湯機からの取り換えの確実な実施、既築市場での取り換えにおける獲得率の維持・向上のいずれも重要となってくることがわかる。

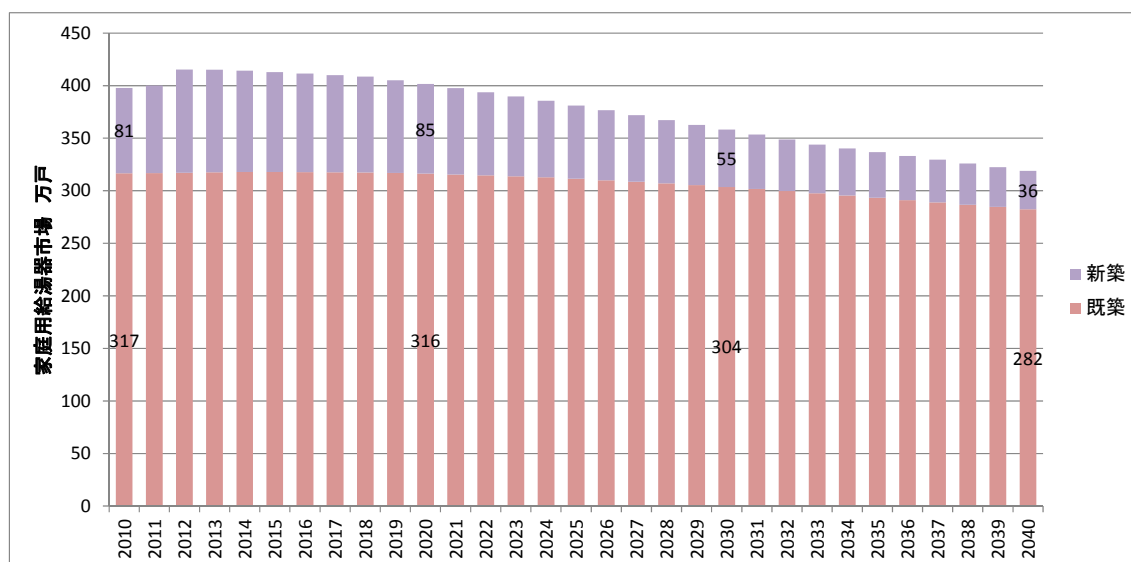


図 2-4 家庭用給湯器市場の見通し

2.3 導入量の推計

2.3.1 ターゲット市場の分類の考え方

それぞれの市場に対して、以下のように3つにグループ分けをして、導入率を想定した。

表 2-2 導入量推計にあたっての市場の分類

市場の分類	考え方
更新市場	- 既にヒートポンプ給湯機を導入している需要家に対しては、100%ヒートポンプ給湯機が導入されるものとして、その導入量を推計した。 - 先述の通り、置き換えによる効率改善の省エネ効果も実施した。
メインターゲット市場	一戸建・平均規模（新築・既築）＋一戸建・都市型Ⅱの1/2（新築・既築）をメインターゲットとしそのうちの導入量を推計した。
サブターゲット市場	一戸建・都市型Ⅰ（新築・既築）＋一戸建・都市型Ⅱの1/2（新築・既築）＋新築集合をサブターゲットとし、そのうちの導入量を推計した。

2.3.2 足元の導入実績

家庭用ヒートポンプ給湯機の足元の導入実績は、図 2-5 に示す住宅種別の推定出荷実績および住宅統計調査を基に住宅種別の導入実績の推計を行った。

足元の実績は、業界目標である 2020 年度にストック 1,000 万台普及に向けた見通しとの乖離が出てきており、2009 年頃からその差が若干ながら大きくなっていった。さらに、震災を受けて 2011 年にはフローの導入量が減少し、2013 年時点では 70 万台/年の想定に対して実績は 46 万台/年にとどまっている。これは 2011 年の東日本大震災以降、電力会社の積極的な推奨活動自粛等の影響から一時的に導入量が落ち込んだためと考えられる。導入量は 2013 年度には回復に転じており、2014 年度以降、機器の効率化や住宅への省エネ施策推進、電力会社の推奨活動の再開により導入量の拡大が見込まれる。

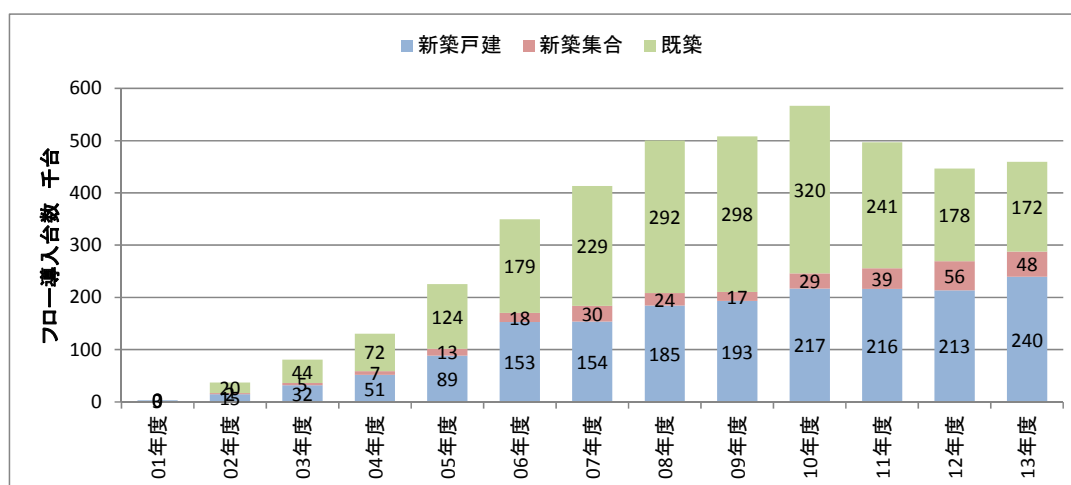


図 2-5 家庭用ヒートポンプ給湯機の推定出荷実績：住宅種別

足元の導入実績を、さらにターゲット市場別に分類したものを図 2-6 に示す。既築市場は比較的経年で安定した導入量が見込めているのに対して、新築市場では特に既築戸建において、2011 年、2012 年の導入量の縮減が顕著に表れている。

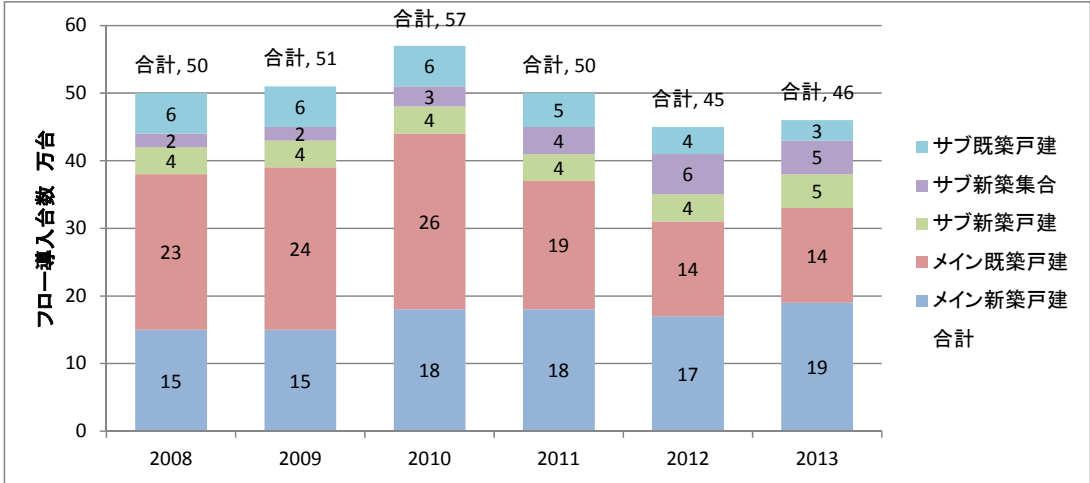


図 2-6 家庭用ヒートポンプ給湯機の推定導入実績：市場別

2.3.3 将来推計の考え方

前述のとおり、メイン市場、サブ市場を設定し、その市場における獲得率を設定することで、将来の導入量を推計した。推計に当たって、以下の 4 ケースでそれぞれ導入量を推計した。

- 1) 低位ケース：現状のトレンドで追加対策がないもの
- 2) 中位ケース：導入補助等による施策により市場獲得率が向上するもの
- 3) 高位ケース：誘導策によって市場獲得率が向上するもの
- 4) 参考ケース：取替え規制等により市場そのものが拡大するもの

	現在→2020	2020→2030	2030→2040
低位	これまでのトレンドで市場獲得率が推移	これまでのトレンドで市場獲得率が推移するものと想定	これまでのトレンドで市場獲得率が推移するものと想定
中位	住宅エコポイント等により市場獲得率が向上	住宅エコポイント等の効果が継続し市場獲得率がトレンドで推移	住宅エコポイント等の効果が継続し市場獲得率がトレンドで推移
高位	省エネ基準適合義務化による推奨設備登録等により市場獲得率が向上	省エネ基準適合義務化開始によってさらに市場獲得率が向上	省エネ基準適合義務化の効果が継続し市場獲得率がトレンドで推移
参考	住宅エコポイント等により市場獲得率が向上	取替え規制により、既築における給湯市場拡大	取替え規制により、既築における給湯市場拡大

図 2-7 家庭用ヒートポンプ給湯機の将来シナリオ

2.3.4 導入量の推計結果

2011 年の東日本大震災以降、電力会社の積極的な推奨活動自粛等の影響から一時的に出荷台数が落ち込んだこともあり、現状の取組みの継続のみでは 2020 年度にストック 1,000 万台の普及は困難な状況であるといえる。

ただし、2014 年度以降、機器の効率化や住宅への省エネ施策推進、電力会社の推奨活動の再開等により導入台数拡大が見込まれ、2021 年度にはストック 1,000 万台の達成も可能（中位ケースおよび参考ケース、低位ケースでは 2023 年度に達成）。また、高位ケースで想定したように 2020 年度までの追加的な対策によっては 2020 年度ストック 1,000 万台の達成も見えてくる。

また、2020 年以降も引き続き、官民一体となって普及に取り組み、低位ケースを除いた中位、高位、参考ケースのように 2030 年度 1,600 万台程度の普及も可能。

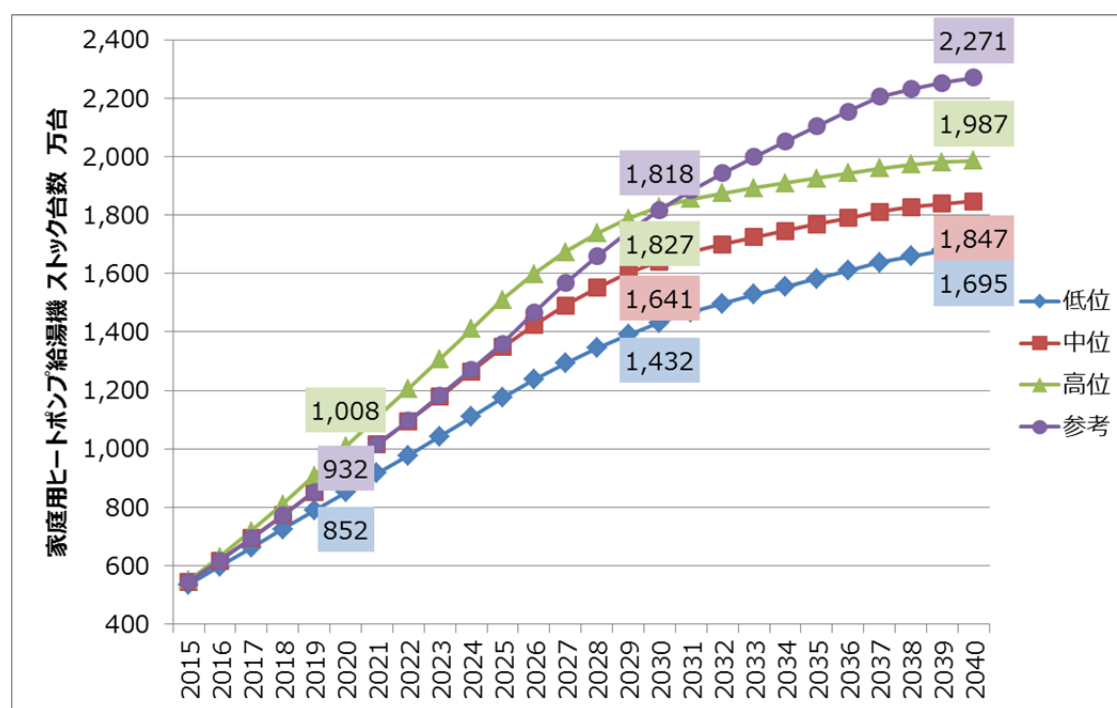


図 2-8 家庭用ヒートポンプ給湯機導入台数 推計結果まとめ

2.4 省エネ効果の推計

導入量の推計結果に対して、各年度における販売ベースでの効率の情報をを用いて、省エネ効果を推計した。ヒートポンプ給湯機からヒートポンプ給湯機へのリプレースにおいても、そのフローベースでの効率が向上していることから一定程度の省エネが図られると考えられる。その効果も含めて省エネ効果を推計した。

2.4.1 前提条件

(1) 効率の想定

ヒートポンプ給湯機の年間給湯保温効率（JIS）は、表 2-3 のとおり設定した。ヒートポンプ給湯機については、一般地型、寒冷地型、小型の 3 タイプ別に足元から 2017 年度トップランナー基準値に向けた改善率を想定し、その後も効率が向上するものと想定した上で、2010 年の出荷台数による加重平均値によって将来想定値を設定した。なお、取り換え対象となるガス給湯器および石油給湯器の効率は 2012 年度ストック平均で 78%（HHV）とした。

表 2-3 各種家庭用給湯器のフロー効率

	2020 年	2030 年	2040 年
ヒートポンプ給湯機 (年間給湯保温効率 (JIS))	3.29	3.61	3.94

(2) 世帯当たりの給湯需要の想定

世帯当たりの給湯需要は CO2 冷媒ヒートポンプ給湯機普及促進研究会での想定と同様の、18,000MJ/台年とした。

(3) 従来型給湯器の比率の想定

従来型給湯器の比率（給湯量ベース）は CO2 冷媒ヒートポンプ給湯機普及促進研究会と同様に以下のとおりとした。

ガス給湯器：75%、石油給湯器：20%、電気温水器：5%

2.4.2 省エネ効果の推計結果

これらの条件のもとで推計した省エネ効果は以下のとおり。全て、2012 年起点の省エネ量としている。

ヒートポンプ給湯機の普及による一次エネルギー削減効果は、2030 年には 123～165 百万 GJ 年。なお 2012 年までのヒートポンプ普及による一次エネルギー削減効果は 31 百万 GJ/年にもおよび、2020 年までにはその倍程度の省エネ効果が見込まれる。2040 年に向けては 1,800 万台程度の普及で 170～205 百万 GJ/年の省エネ効果が期待できる。

表 2-4 ストック台数と省エネ効果の推計結果まとめ（2012 年基準）

		2020	2030	2040
ストック台数 (万台)	低位	852	1,432	1,695
	中位	932	1,641	1,847
	高位	1,008	1,827	1,987
一次エネ削減効果 (千 GJ/年)	低位	49,344	122,749	170,246
	中位	57,230	145,194	188,300
	高位	64,701	164,984	204,889

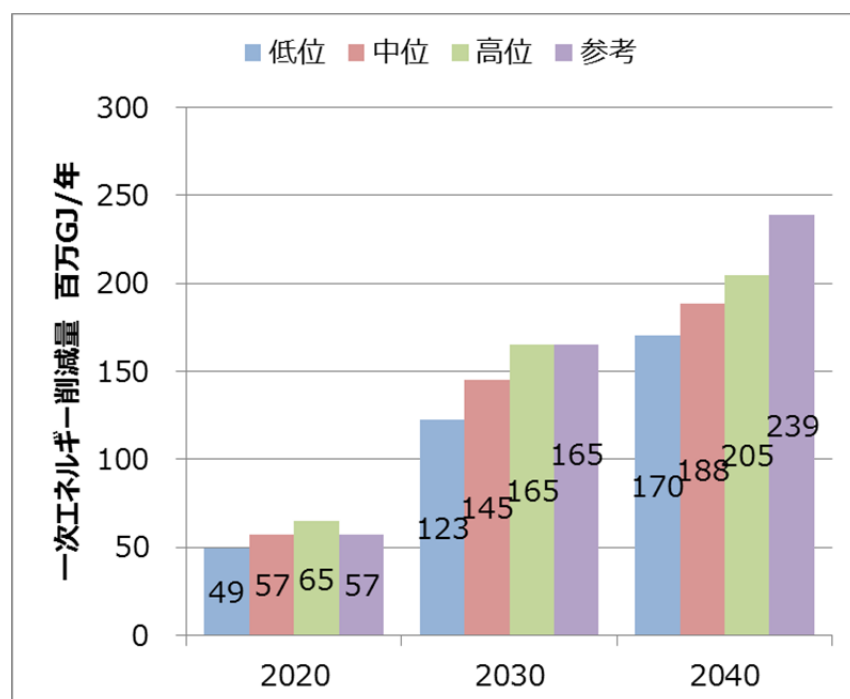


図 2-9 一次エネルギー削減量の結果（2012 年基準）

3. 家庭用エアコン

3.1 見通しの考え方

近年、家庭用エアコンは暖房運転の能力、効率が向上しており、こうした高効率なヒートポンプの暖房利用を促進していけば、家庭における省エネ化に大きく貢献していけると考えられる。既にエアコンを暖房に利用するケースは増加してきていると考えられるが、暖房にエアコンを利用する利点に関する普及啓蒙等を図っていくことで、さらなる利用率の向上、ひいては家庭分野における省エネ化を進めていく事が可能となる。

また、トップランナー制度の適用等を背景に、家庭用エアコンの効率は冷房運転も含めて向上が進んでおり、使用年数が経過している既設エアコンから最新機器への買い替えを促進していけば、家庭における省エネ化に大きく貢献していけると考えられる。

ここでは、こうした取り組みによってエアコンの暖房利用の促進および既設エアコンの最新機器への買い替え促進が進められていくケースをいくつか想定し、その場合の省エネ効果について試算を行った。

3.2 市場の確認

3.2.1 燃焼系暖房機器からエアコンへの暖房利用促進に係る市場

エアコンの暖房利用の促進は、家庭用ファンヒーター、ストーブといった従来型暖房機器の減少に繋がると考えられる。ここでは、代替対象となる家庭用ファンヒーター、ストーブの市場の現状を、既存統計等をもとに把握した。

従来型暖房機器の出荷（フロー）量の実績については、図 3-1 に示すとおり、ガス暖房機器の出荷台数は横ばい傾向で推移しているが、石油暖房機器は 1990 年代半ば以降は減少傾向にある。

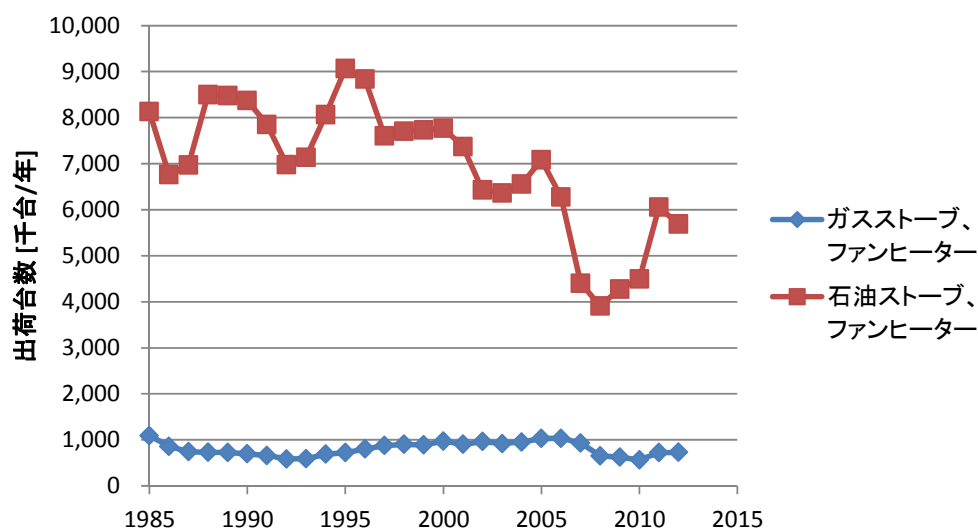


図 3-1 従来型暖房機器の出荷台数の推移

出所：経済産業省「機械統計年報」、「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計年報」、
日本ガス石油機器工業会資料より作成

3.2.2 既設エアコンの最新機器への買い替えに係る市場

(1) 出荷量の実績

家庭用エアコンの出荷量の実績については、日本冷凍空調工業会の自主統計より設定した。図 3-2 に示すとおり、家庭用エアコンの出荷台数は増加の一途を辿っている。

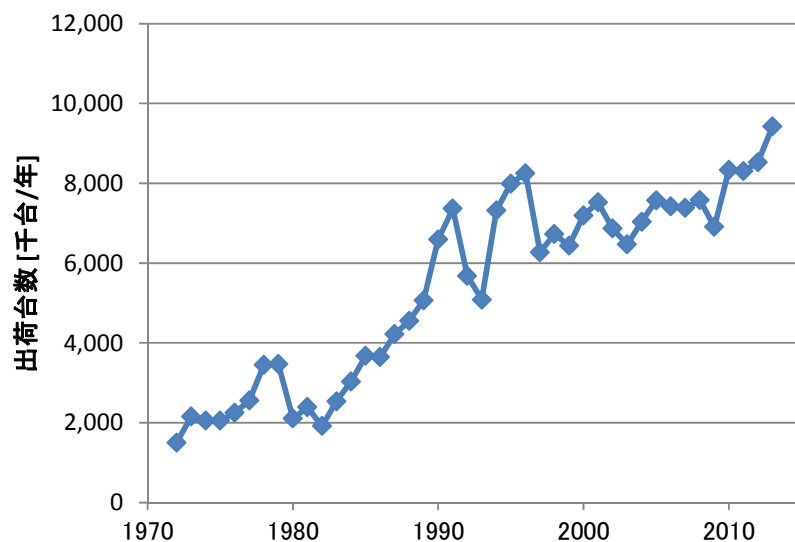


図 3-2 家庭用エアコンの出荷台数の推移

出所：日本冷凍空調工業会「製品ごとの国内出荷実績」より作成

次に、上記で整理した直近までにおける毎年の出荷量データに対して、設置後経過年数に応じた残存曲線を想定することにより、家庭用エアコンのストック量を推計した。ここで、残存曲線は、推定されるエアコンの平均使用年数 11.8 年（内閣府「消費動向調査」の 2011～2012 年データより）時点で残存率が 50%となるように設定した。

以上の想定に基づき算出した、足元における家庭用エアコンのストック量の推定結果を図 3-3 に示す。

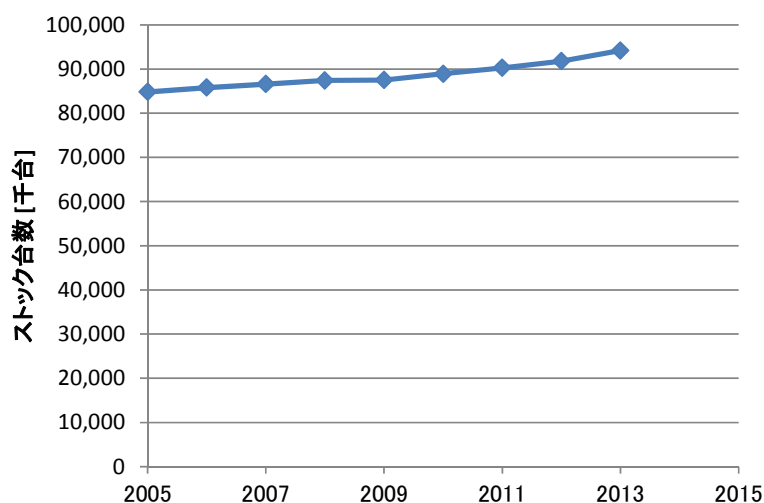


図 3-3 家庭用エアコンのストック量の推定結果

なお、内閣府「消費動向調査」によると、二人以上世帯における 2010 年時点のエアコンの普及率は 89%、世帯当たりの保有台数は約 2.6 台である。ここで、単独世帯におけるエアコンの普及率を 89%、保有世帯当たりの保有台数を 1 台と仮定すると、「国勢調査」より 2010 年の世帯数は 52 百万世帯、単独世帯は 32%であるため、エアコンのストック量は 110 百万台と推定される。これは、本調査で採用した、出荷量から推定したストック量とオーダーとしては一致している。したがって、本調査で設定したエアコンの残存曲線の想定等は、概ね実態を反映したものになっているのではないかと判断される。

3.3 導入量の推計

3.3.1 燃焼系暖房機器からエアコンへの暖房利用促進に関する導入量

家庭用エアコンの暖房利用が進んだ場合には、既存暖房機器の代替として使用されることになるため、ファンヒーター、ストーブの出荷台数の減少につながる可能性が高い。ここではファンヒーター、ストーブ 1 台の減少につき 1 台の家庭用エアコンが暖房に使用されるものと仮定し、「家庭用エアコンの暖房利用の促進＝ファンヒーター、ストーブの出荷台数の減少」として、従来型暖房機器からエアコンの暖房利用促進による置き換え市場の将来シナリオを設定した。

具体的には、従来型暖房機器の出荷量は近年減少傾向にあることを踏まえ、従来型暖房機器の出荷量の現状趨勢ケース（BAU：Business As Usual）を想定し、BAU との比較で 3 通りの将来シナリオを設定した。

表 3-1 従来型暖房機器からエアコンへの暖房利用促進に関するシナリオ

シナリオ	内容
低位	従来型暖房機器の出荷量は、2030 年時点で BAU 比 75%の水準まで直線的に推移し、それ以降は住宅ストック数の将来変化と同じトレンドで推移。
中位	従来型暖房機器の出荷量は、2030 年時点 BAU 比 50%の水準まで直線的に推移し、それ以降は住宅ストック数の将来変化と同じトレンドで推移。
高位	従来型暖房機器の出荷量は、2030 年時点 BAU 比 25%の水準まで直線的に推移し、それ以降は住宅ストック数の将来変化と同じトレンドで推移。

※BAU：2013 年以降は 2008～2012 年平均（550 万台/年）から住宅ストック数の将来変化と同じトレンド

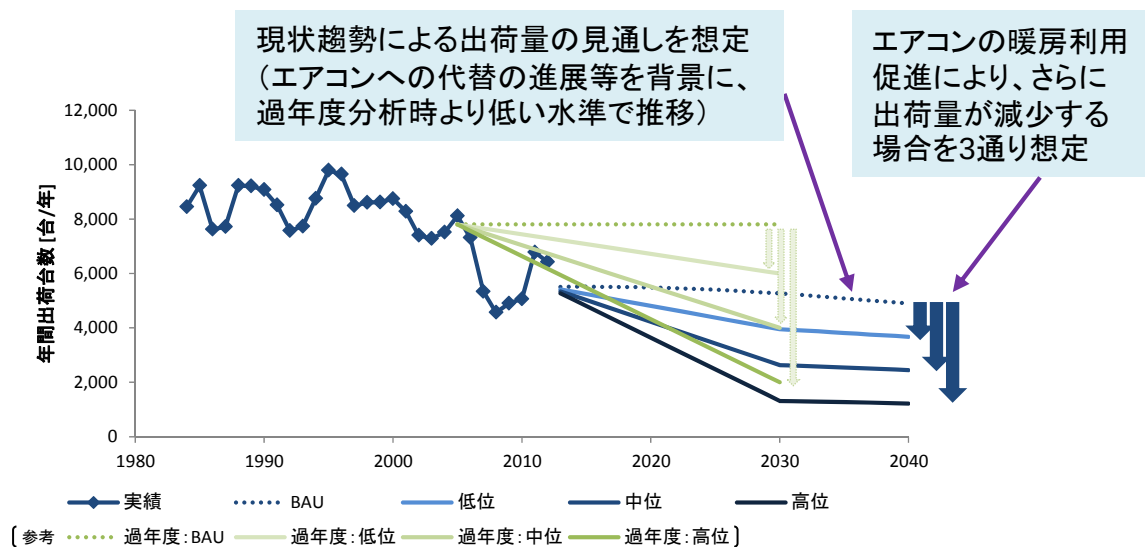


図 3-4 従来型暖房機器の出荷量に関する将来シナリオ

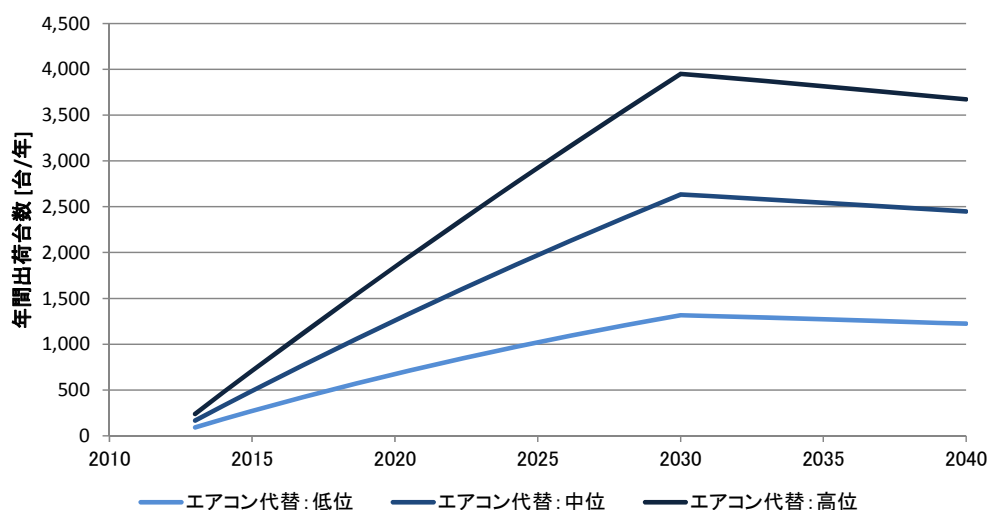


図 3-5 従来型暖房機器からエアコンへの代替分のフローに関する将来シナリオ

3.3.2 既設エアコンの最新機器への買い替えに関する導入量

上記で示した従来型暖房機器からの代替を除いたエアコンのストック量は、将来一定で推移するものと仮定した。その上で、残存曲線から推定される廃棄量およびストック量からの逆算により、既設エアコンの最新機器への買い替えに関する出荷量を推定した。

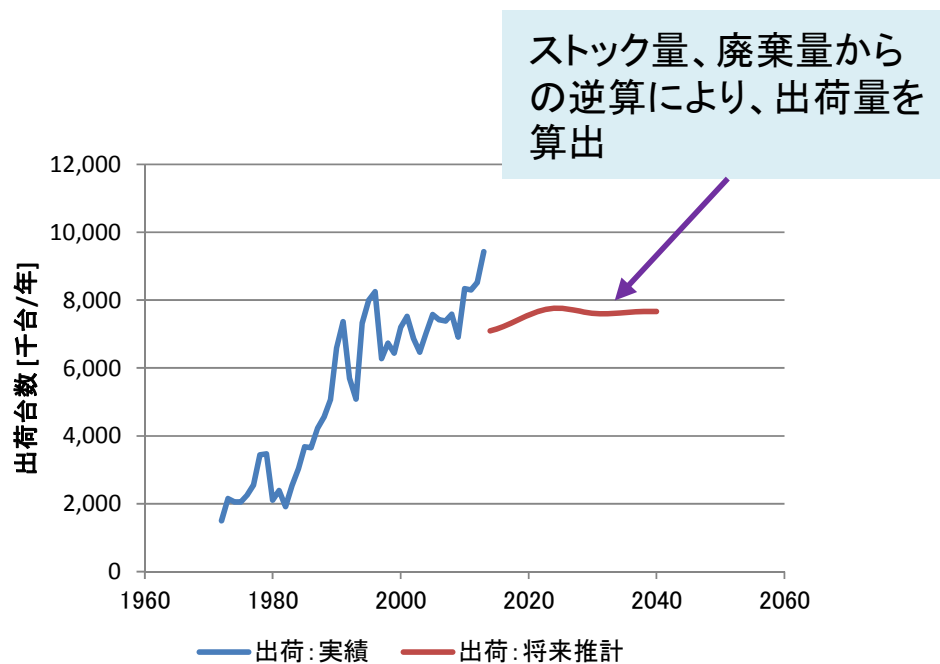


図 3-6 従来型暖房機器からの代替を除いたエアコンのフローに関する将来シナリオ

以上より算定されたエアコンの将来普及量は以下のとおりとなる。従来型暖房機器からエアコンへの暖房利用促進により、家庭用エアコンのストックは 2012 年の 92 百万台から 2030 年には 105～126 百万台へと拡大する見込みである。

表 3-2 エアコンのストック量の算定結果

単位：千台

		2012 年	2020 年	2030 年	2040 年
ガス・石油ストーブからエアコンへの暖房利用促進分	低位	0	3,084	11,247	15,253
	中位	0	5,676	21,772	30,395
	高位	0	8,268	32,297	45,536
従来型暖房機器からの代替を除いた既設エアコン		91,789	94,170	94,170	94,170

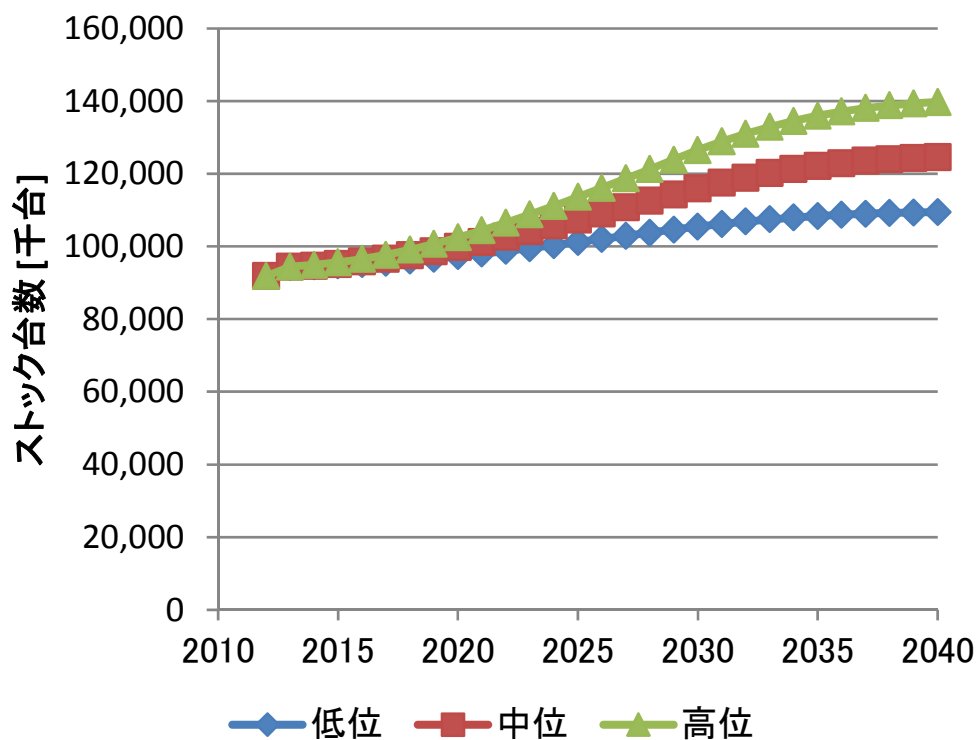


図 3-7 エアコンのストック量の算定結果

3.4 省エネ効果の推計

導入量の推計結果に対して、各年度における販売ベースでの効率の情報を用いて、省エネ効果を推計した。

3.4.1 前提条件

(1) 機器効率の想定

エアコンの効率は、2010 年出荷のエアコン（6～9 畳向け製品）平均値は APF 6.1 である。同水準から 2030 年出荷機器で APF 8.0、2040 年出荷機器で APF 8.5 を実現するものと想定した。また、従来型暖房機器であるガス・石油ストーブの効率は 75% で将来一定と想定した。

表 3-3 家庭用エアコン、ストーブのフロー効率

機器	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年
エアコン	APF 6.1	APF 7.1	APF 8.0	APF 8.5
ガス・石油ストーブ	0.75	0.75	0.75	0.75

(2) 世帯あたり空調需要の想定

「エネルギー・経済統計要覧」によると、2012 年時点における世帯当たりの年間の冷暖房用エネルギー消費量は、化石燃料 8.9GJ、電力 2.5GJ である。これらに各々ストーブおよびエアコンの機器効率を乗じてサービス需要を算出し、世帯当たり保有台数で除することにより、各機器の 1 台あたり供給熱量を下表のとおり想定した。

表 3-4 1 台あたり供給熱量の想定

機器	供給熱量
ストーブの 1 台あたり年間暖房量： ストーブからエアコンへの暖房利用促進分のエアコン 1 台あたり暖房量	5.3GJ/台
エアコンの 1 台あたり年間冷暖房量： 既設エアコンの置き換え分のエアコン 1 台あたり冷暖房量	7.8GJ/台

3.4.2 省エネ効果の推計結果

以上より算定された省エネ効果は以下のとおりとなる。ガス・石油ストーブからエアコンへの暖房利用促進および従来型エアコンの最新機への更新による一次エネルギー削減効果は、2030 年で 140～247PJ（361～639 万 kl）の見込みである。

表 3-5 一次エネルギー削減量の算定結果（2012 年起点）

単位：千 GJ/年

		2020 年	2030 年	2040 年
ガス・石油ストーブからエアコンへの暖房利用促進分	低位	15,125	57,391	80,045
	中位	27,841	111,142	159,517
	高位	40,556	164,892	238,989
従来型暖房機器からの代替を除いた既設エアコン		42,867	82,600	107,576

4. 業務用給湯機

4.1 業務用ヒートポンプ給湯機の普及見通しの考え方

4.1.1 業務用業種別の年間給湯需要の把握

業務用ヒートポンプ給湯機の将来の普及量を想定するため、まずは業務分野の用途別延床面積を整理し、さらに建物の規模別または細かな用途別等の延床面積の内訳を整理した。

また、用途ごとに「寒冷地」「一般地」に分けて延床面積ストック量を推計した。寒冷地の定義は以下のとおりとして、県別の延床面積データをもとに、用途別に「寒冷地：一般地」の延床面積比率を算出して推計した。

〔寒冷地・一般地の定義〕

寒冷地：北海道、東北地方（青森県、岩手県、秋田県、山形県、福島県）、北陸地方（新潟県、富山県、石川県、福井県）

一般地：上記以外の地域

次に、延床面積データを元に、業種別・規模別の延床面積あたり年間給湯需要量原単位を用いて、業務分野の給湯需要量を推計した。

表 4-1 業種別・規模別の給湯需要の設定

	延床面積(百万㎡)			給湯原単位 (Mcal/㎡・年)	給湯原単位 (MJ/㎡・年)	年間給湯需要(千GJ/年)		
	総計	一般地	寒冷地			総計	一般地	寒冷地
事務所	482	422	60	—	—	10,106	8,840	1,267
699㎡以下	161	140	20	2.2	9.2	1,478	1,293	185
700～2,999㎡	120	105	15	2.2	9.2	1,107	968	139
3,000～9,999㎡	81	71	10	2.2	9.2	750	656	94
10,000㎡以上	120	105	15	13.5	56.5	6,771	5,922	849
店舗	470	398	73	—	—	45,289	38,309	6,981
699㎡以下	130	110	20	23	96.3	12,506	10,578	1,928
700～2,999㎡	110	93	17	23	96.3	10,544	8,918	1,625
3,000～9,999㎡	71	60	11	23	96.3	6,854	5,798	1,056
10,000㎡以上	160	135	25	23	96.3	15,386	13,014	2,371
飲食店	66	55	10	135	565	37,071	31,357	5,714
学校	363	296	67	—	—	16,670	13,617	3,053
保育所	16	13	3	45.1	188.8	2,998	2,412	586
幼稚園	13	11	2	2.9	12.1	163	139	25
小中高校	255	204	51	8.9	37.3	9,482	7,590	1,892
大学	60	52	8	13.2	55.3	3,308	2,881	427
その他学校	19	16	3	8.9	37.3	718	595	123
ホテル・旅館	92	74	19	—	—	30,943	24,685	6,258
699㎡以下	25	20	5	80	335	8,400	6,701	1,699
700～2,999㎡	26	21	5	80	335	8,728	6,963	1,765
3,000～9,999㎡	21	16	4	80	335	6,906	5,509	1,397
10,000㎡以上	21	16	4	80	335	6,909	5,512	1,397
病院	111	88	22	—	—	37,105	29,632	7,473
診療所	29	24	5	80	335	9,860	8,059	1,801
病院	81	64	17	80	335	27,245	21,572	5,672
その他	251	200	51	—	—	36,642	29,231	7,410
福祉施設	32	25	6	53	222	7,084	5,652	1,433
理美容	15	12	3	120	502	7,373	5,882	1,491
スポーツ施設	4,286箇所	3,419箇所	867箇所	875Gcal/箇所	3,663GJ/箇所	15,699	12,524	3,175
ゴルフ場	8	7	2	160	670	5,566	4,440	1,126
劇場・娯楽場	36	29	7	1.2	5.0	180	144	36
上記以外	147	117	30	1.2	5.0	740	590	150
総計	1,835	1,533	302	—	—	213,826	175,670	38,156

出所：「エネルギー経済統計要覧」他各種資料より推計

4.1.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入上限台数の想定

業務用ヒートポンプ給湯機は、必ずしも業務用建物の全てに導入可能ではなく、用途や規模によって導入の適否がある。ここでは、下表のとおり建物の用途、規模ごとに現在使用されている代表的な給湯システムを把握した上で導入適性を判断するとともに、建物の用途、規模ごとにヒートポンプ給湯機の年間稼働時間を想定した。

		現状の給湯システムの現状に基づく導入適性評価	HP 給湯機 導入適性
事務所		湯の使用は洗面および給湯室での需要がメインになる。かつては建物にボイラを設置して給湯配管を回す形も見られたが、現在は給湯の必要な箇所に小型の給湯機や電気温水器を設置する形が多いため、ヒートポンプ給湯機の導入の難しいケースが多い。ただし、1 万㎡を超えるような大規模ビルでは食堂や飲食店が入る場合が多く、導入可能である。	
	699 ㎡以下		△
	700～2,999 ㎡		△
	3,000～9,999 ㎡		△
	10,000 ㎡以上		○
店舗		店舗での給湯需要の中心は事務所と同様洗面や給湯室での需要であり、局所給湯中心となる。従って、ヒートポンプ給湯機の導入の難しいケースが多い。ただし、大規模な店舗やショッピングセンターのクラスになると飲食店が入る場合が多く、導入可能である。	
	699 ㎡以下		△
	700～2,999 ㎡		△
	3,000～9,999 ㎡		△
	10,000 ㎡以上		○
飲食店		厨房で多くの給湯需要が発生し、ガス給湯機等が用いられている。家庭用と同様、一過式のヒートポンプ給湯システムでの対応が可能である。	○
学校		保育所には必ず厨房設備があり給湯需要は多い。小中高校の場合は給食室のある学校では給湯需要が発生する。大学では食堂での給湯需要があるほか、体育館等でシャワーやプール需要の発生するケースもある。幼稚園やその他学校の場合は給湯需要が少なく、洗面での需要が中心となる。	
	保育所		○
	幼稚園		△
	小中高校		○
	大学		○
	その他学校		△
ホテル・旅館		いずれの規模においても、洗面・シャワー・共同浴室・レストランなどで多くの給湯需要が発生する。温水ボイラ・貯湯槽のセントラル給湯システム(循環式)でこれらの全てをまかなう形が基本で、ヒートポンプ給湯機の導入が可能である。大規模なシティホテルになると厨房での滅菌・乾燥やリネン室で蒸気を用いるケースが多く、蒸気ボイラを熱源とするケースが多くなる。現状こうしたケースにリニューアルでヒートポンプ給湯機を導入することは難しいが、リネンは外部委託化が進んでいること、食器の滅菌・乾燥は近年電気式の機器が多くなっていることなどから、将来的にはヒートポンプ給湯機での対応が可能である。大規模シティホテルはそもそも給湯需要自体が大きいためにヒートポンプ給湯機ではサイズの問題などもあるが、機器の小型化等により将来的には全てのホテルに適応可能と考えられる。	
	699 ㎡以下		○
	700～2,999 ㎡		○
	3,000～9,999 ㎡		○
	10,000 ㎡以上		○

注) 文中の温水ボイラには、無圧式・真空式温水発生器を含む。

		現状の給湯システムの現状に基づく導入適性評価	HP 給湯機 導入適性
病院		建物内の多くの箇所で洗面・シャワー・風呂などの給湯需要が発生し、温水ボイラ+貯湯槽のセントラル給湯システム(循環式)でこれらの全てをまかなう形が多く見られる。診療所の場合は瞬間式のガス給湯器が多い。いずれの場合もヒートポンプ給湯機の導入が可能である。 大規模病院では滅菌等に蒸気が必要となるため蒸気ボイラを用いる場合もあるが、近年は蒸気の使用は嫌われる傾向にあり、個別の箇所で滅菌機を使用するケースも多い。従って大規模病院でもヒートポンプ給湯機の導入が可能である。	
	診療所		○
	病院		○
その他			
	福祉施設	給湯需要としては、厨房、風呂、居室給湯などがあり、温水ボイラ+貯湯槽のセントラル給湯システム(循環式)でこれらの全てをまかなうのが基本。厨房については別途給湯機を設置する場合も多く見られるが、いずれの場合もヒートポンプ給湯機の導入が可能。	○
	理美容	シャンプー台での需要が多い。湯の温度や圧力を一定に保つニーズが大きいことから理美容用の温水ボイラが用いられる場合が多いが、ヒートポンプ給湯機はタンクからの湯温が一定という特徴があるため、適用が容易である。	○
	スポーツ施設	給湯需要としてはシャワー・洗面およびプール加温があり、温水ボイラを用いたセントラル給湯システム(循環式)が基本。プールサイドの暖房も貯湯槽からの湯でまかなう場合が多い。現状、最もヒートポンプ給湯機が多く導入されている用途の一つである。	○
	ゴルフ場	厨房・洗面・シャワーなど多くの場所で給湯需要が発生するほか、風呂の加温にも湯が使用される。温水ボイラ+貯湯槽のセントラル給湯システム(循環式)でこれらの全てをまかなうのが基本であり、ヒートポンプ給湯機の導入が可能。	○
	劇場・娯楽場	上記以外の建物では、給湯需要の中心は洗面や給湯室での需要であり、局所給湯中心となる。従って、ヒートポンプ給湯機の導入の難しいケースが多いと判断される。	△
	上記以外		△

注) 文中の温水ボイラには、無圧式・真空式温水発生器を含む。

(1) 導入適性「○」の需要家

導入適性が「○」となった用途については、現在の業務用ヒートポンプ給湯機の普及が進む建物と想定した。ただし、寒冷地については一般地よりも普及が遅れる可能性が高い。一般地では業務用ヒートポンプの普及は 2002 年から始まる設定に対し、寒冷地では業務用ヒートポンプの普及は 2014 年より始まると設定した。

建物の規模としては、飲食店のように 1 件当りの規模の小さい建物と、ホテルや病院のように大規模な建物では導入されるヒートポンプの出力規模が異なるものになる。ここでは、1 件あたりの給湯需要の小さな建物には 4.5kW タイプ、1 件あたり給湯需要の大きな建物には 22kW タイプの業務用ヒートポンプ給湯機が導入されるものとし、建物のカテゴリごとに単機容量を想定した。

以上より、導入適性「○」の建物については、4.5kW タイプの業務用ヒートポンプ給湯機の導入可能台数は 5,022 千台、22kW タイプの導入可能台数は 1,097 千台と推計された。22kW 換算では計 2,124 千台に相当する。

(2) 導入適性「△」の需要家

導入適性が「△」となった用途については、局所給湯が多く使用されるなど、現在のヒートポンプ給湯機では対応が困難用途である。ただし、現在家庭用ヒートポンプを中心に「小型化」の開発が進められており、将来的にはシンク下など局所給湯対応のヒートポンプ給湯機が実用化される可能性がある。ここでは、導入適性「△」の建物にも 2014 年以降は加熱能力 1kW 程度の局所給湯対応の機種が導入されていくものと想定した。

以上より、導入適性「△」の建物については、1kW タイプの業務用ヒートポンプ給湯機の導入可能台数は 3,053 千台と推計された。これは、22kW 換算で 139 千台に相当する。

表 4-2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入適性まとめ

導入適性「○」の用途	- 一般地と寒冷地では普及開始時期が異なる。 一般地：2002 年より順次導入されている 寒冷地：2014 年より導入開始 - なお、建物の規模に応じて「4.5kW」「22kW」のいずれかが導入されるものとする。
導入適性「△」の用途	2014 年以降、局所給湯対応の小型ヒートポンプ給湯機（加熱能力 1kW 程度）が導入されていくものとする。

4.1.3 業務用ヒートポンプ給湯機の普及曲線の想定

業務用ヒートポンプ給湯機の直近の出荷台数を図 4-1 に示す。普及の黎明期である当該機器の出荷台数は、2011 年度まで緩やかに増加した後、2012,2013 年度には再び減少している。

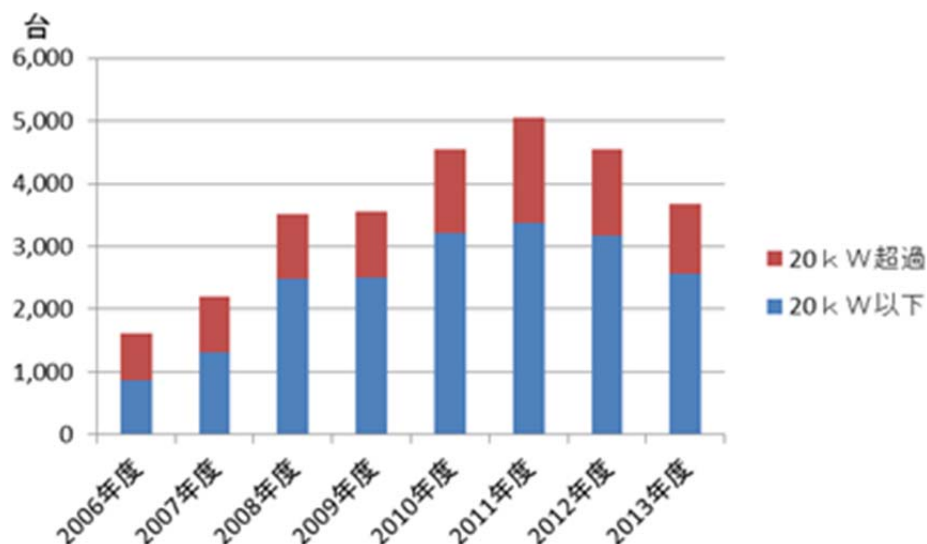


図 4-1 業務用ヒートポンプ給湯機導入台数の実績値

この業務用ヒートポンプ給湯機の普及曲線の設定にあたっては、ロジスティック曲線の考え方を利用した。ここでは、類似設備の導入実績を元に近似した図 4-2 のロジスティック曲線に従い、導入フローが推移するものと想定した。

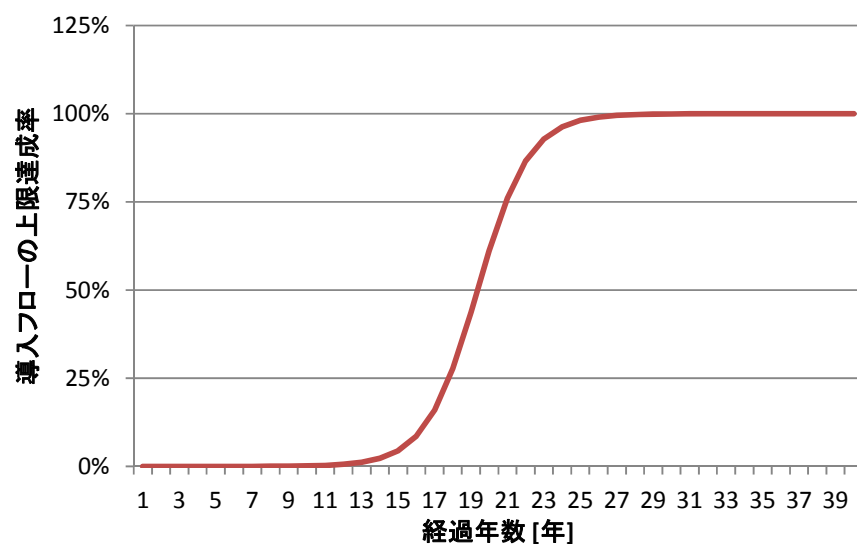


図 4-2 業務用ヒートポンプ給湯機の普及曲線の想定

4.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量の推計

上記で定めた導入上限台数は最大限に導入が促進された場合のポテンシャルであるが、実際には諸条件により上限台数の導入は難しい。ここでは、ポテンシャルに対する実際の導入割合（顕在化率）に応じて、高位ケース（顕在化率 70%）、中位ケース（50%）、低位ケース（30%）の複数のケースを設定した。

4.2.1 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量（フローベース）の推計

中位ケースにおける地域別・容量別の導入台数（フローベース）を下表に示す。

一般地向けは、2002 年から導入が始まるものの暫くは低推移を示し、20 年弱経った 2020 年頃より導入が進み、2030 年頃上限に達し、2040 年まではほぼ一定に推移する見込みである。

一方、寒冷地向けおよび 1kW 機は、2014 年導入開始という想定であり、普及曲線が初期 10 年は立ち上がらないことから、2020 年の導入台数はまだ微小である。2030 年には増加を始め、2040 年にはようやく十分な普及が見込まれる。

表 4-3 導入フロー台数の地域別・容量別比較（中位ケース）

単位：千台

	2020	2030	2040
22kW(一般地)	12.4	44.6	44.7
22kW(寒冷地)	0.0	0.9	10.1
4.5kW(一般地)	57.5	206.7	207.2
4.5kW(寒冷地)	0.0	3.8	43.6
1kW	0.0	13.1	151.2
合計	69.9	269.1	456.9

また、中位ケースにおける地域別・容量別の導入容量（フローベース）の推移を図 4-3 に示す。前述のように、一般地向けは 2002 年、寒冷地向け・1kW 機は 2014 年普及開始と設定している。それを受けて、寒冷地向け・1kW 機の普及が 2030 年代以降に遅れてやってくる様子が読み取れる。なお、2006～2013 年は先に述べた業務用ヒートポンプ給湯機の導入実績値に基づき、2014 年以降は推計値を接続している。

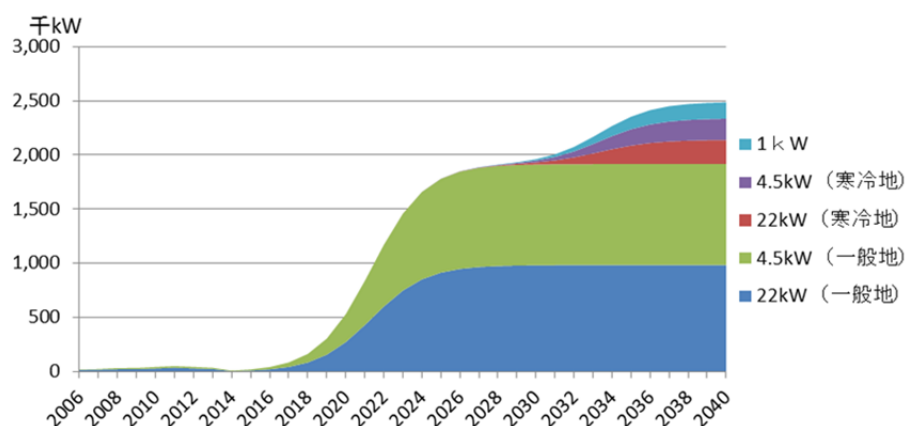


図 4-3 導入フロー容量の地域別・容量別比較（中位ケース）

4.2.2 業務用ヒートポンプ給湯機の導入量（ストックベース）の推計

中位ケースにおける地域別・容量別の導入台数（ストックベース）を下表に示す。ストックにおいても、一般地向けが導入量を先行して牽引する点は同様であるが、2030年代から2040年にかけてストックの伸びが期待できる点はフローと異なる。

寒冷地向け・1kW機は2030年代のフローの急増を受けて、2030年から2040年にかけて導入量が伸長することが見込まれる。

表 4-4 導入ストック台数の場所別・容量別比較（中位ケース）

単位：千台

	2020	2030	2040
22kW(一般地)	31.5	362.8	468.2
22kW(寒冷地)	0.0	1.8	68.1
4.5kW(一般地)	135.0	1,679.7	2,168.0
4.5kW(寒冷地)	0.0	7.6	293.9
1kW	0.0	26.5	1,019.8
合計	166.5	2078.3	4,018.1

また、中位ケースにおける地域別・容量別の導入容量（ストックベース）の推移を下図に示す。こちらも、2006～2013年は先に述べた業務用ヒートポンプ給湯機の導入実績値（フロー）を積み重ねた量に基づき、2014年以降は推計値を接続している。

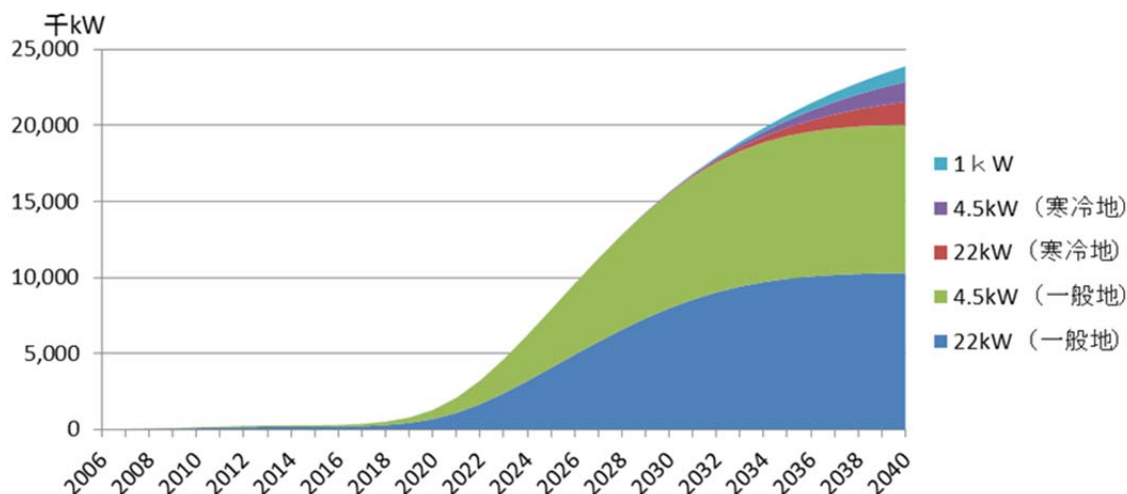


図 4-4 導入ストック容量の場所別・容量別比較（中位ケース）

4.3 業務用ヒートポンプ給湯機における省エネ効果

4.3.1 前提条件

従来型のボイラからヒートポンプ給湯機へのリプレースに伴う省エネ効果を推計した。

具体的には、ヒートポンプ給湯機の導入量の推計結果に対して、各年度におけるボイラおよびヒートポンプ給湯機の販売ベースでの効率の情報をを用いて、省エネ効果を推計した。各機器の効率は、各種調査に基づき下表のように設定した。

表 4-5 ヒートポンプ給湯機およびボイラの効率値

	2020	2030	2040
HP 給湯機(一般地)	4.81	5.40	6.01
HP 給湯機(寒冷地)	4.54	5.10	5.69
HP 給湯機(1kW)	5.50	6.00	6.50
ボイラ	0.78	0.78	0.78

4.3.2 省エネ効果の推計結果

中位ケースにおける地域別・容量別の省エネ効果（2012 年比の削減量）を表 4-6 に示す。

普及開始後しばらくは普及速度が遅いことを反映し、十分な普及が見込まれないと想定した 2020 年断面では省エネ効果としても少ないものの、長期的に普及が進めば大きな省エネ効果が見込まれる。ただし、一般地向けと寒冷地向けの差は如実に現れており、寒冷地向けの省エネ効果が十分に発揮されるのは更に後になる見込みである。

しかし、ストックの上昇に比して、省エネ効果はヒートポンプ給湯機の効率が 2030 年以降も継続的に上昇するという想定から、2030 年から 2040 年にかけても省エネ効果が継続的に増加していくと考えられる。

2040 年には全機器合計で、年間 80,000 千 GJ/年の省エネ効果が期待できる。

表 4-6 省エネ効果の地域別・容量別比較（中位ケース）

単位：千 GJ／年

	2020	2030	2040
22kW(一般地)	1,693	26,357	36,189
22kW(寒冷地)	0	129	5,233
4.5kW(一般地)	1,323	19,538	26,755
4.5kW(寒冷地)	0	88	3,578
1kW	0	258	10,246
合計	3,016	46,370	82,001

また、中位ケースにおける地域別・容量別の省エネ効果の推移を図 4-5 に示す。2012 年比の削減効果を示しているが、2013 年度からの最初 5 年程度は立ち上らず、2020 年頃から伸びていくことが分かる。

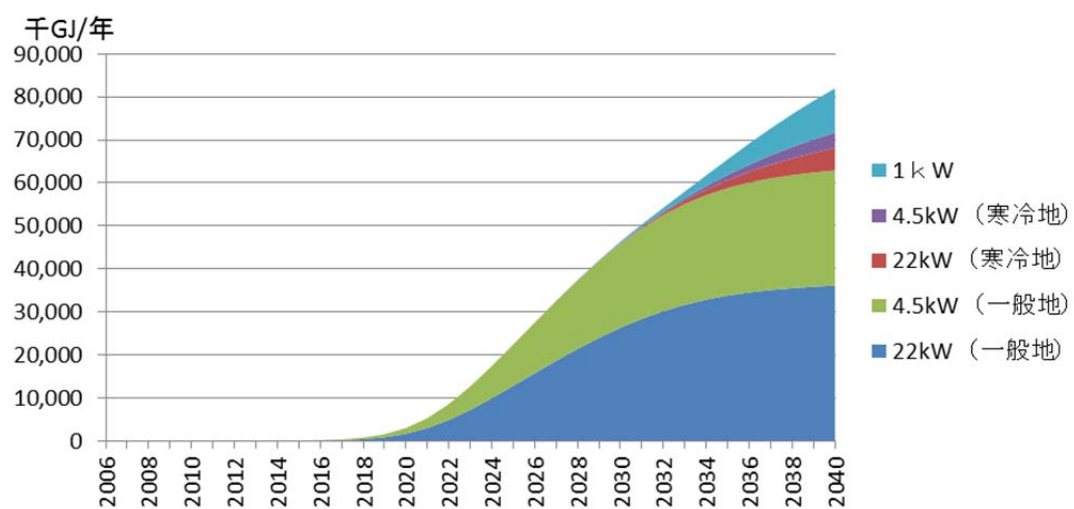


図 4-5 省エネルギー量の地域別・容量別比較（中位ケース）

5. 業務用空調

5.1 市場の確認

業務用ヒートポンプ給湯機の場合と同様に、業務分野における建物の延床面積データを整備した。

次に、延床面積データを元に、用途別の延床面積あたり冷房設備容量原単位および用途別の年間冷暖房需要量原単位を用いて、業務分野における冷房設備容量および冷暖房需要量を推定した。延床面積あたり冷房設備容量原単位および年間冷暖房需要量原単位は、日本エネルギー経済研究所「民生部門エネルギー消費実態調査」等の各種既存文献より設定した。

更に、一般に空調システムは建物の用途や規模によって決まる場合が多いことから、ここでは用途・規模ごとに導入される代表的なシステムの種類（セントラル方式、ビルマルチ、パッケージ）を想定した。

以上の想定に基づき、システム種類別の設備容量および冷房需要を表 5-1 のとおり設定した。ビルマルチのストック容量合計は 54.9 百万 kW、セントラル方式では 57.2 百万 kW とする。

表 5-1 業務用における空調用設備容量

	延床面積 (百万㎡)	設備容量 原単位 (kW/㎡)	設備容量 (百万kW)	冷房需要 原単位 (GJ/㎡)	暖房需要 原単位 (GJ/㎡)	冷房需要 総量 (百万GJ/年)	暖房需要 総量 (百万GJ/年)
事務所	482	—	50.4	—	—	57.7	25.5
699㎡以下	161	0.10	16.8	0.09	0.04	14.45	6.40
700～2,999㎡	120	0.10	12.6	0.10	0.04	11.58	5.13
3,000～9,999㎡	81	0.10	8.5	0.15	0.07	12.30	5.45
10,000㎡以上	120	0.10	12.5	0.16	0.07	19.36	8.57
店舗	470	—	65.6	—	—	124.1	34.8
699㎡以下	130	0.14	18.1	0.22	0.06	28.46	7.97
700～2,999㎡	110	0.14	15.3	0.24	0.07	26.27	7.35
3,000～9,999㎡	71	0.14	9.9	0.20	0.05	13.95	3.91
10,000㎡以上	160	0.14	22.3	0.35	0.10	55.46	15.53
飲食店	66	0.14	9.2	0.23	0.06	14.80	4.14
学校	363	—	30.0	—	—	9.0	4.0
保育所	16	0.08	1.3	0.02	0.01	0.30	0.13
幼稚園	13	0.08	1.1	0.02	0.01	0.26	0.11
小中高校	255	0.08	21.0	0.02	0.01	4.88	2.16
大学	60	0.08	4.9	0.04	0.02	2.66	1.18
その他学校	19	0.08	1.6	0.04	0.02	0.86	0.38
ホテル・旅館	92	—	8.1	—	—	16.4	13.1
699㎡以下	25	0.09	2.2	0.05	0.04	1.20	0.96
700～2,999㎡	26	0.09	2.3	0.19	0.15	4.87	3.89
3,000～9,999㎡	21	0.09	1.8	0.24	0.19	4.87	3.90
10,000㎡以上	21	0.09	1.8	0.26	0.21	5.47	4.37
病院	111	—	11.6	—	—	18.3	16.9
診療所	29	0.10	3.1	0.06	0.05	1.75	1.62
病院	81	0.10	8.5	0.20	0.19	16.55	15.31
その他	251	—	28.0	—	—	62.9	23.3
福祉施設	32	0.12	3.7	0.20	0.19	6.50	6.01
理美容	15	0.14	2.0	0.14	0.06	2.06	0.91
スポーツ施設	13	0.08	1.0	0.08	0.03	0.99	0.44
ゴルフ場	8	0.10	0.9	0.21	0.06	1.76	0.49
劇場・娯楽場	36	0.12	4.2	0.17	0.08	6.19	2.74
上記以外	147	0.11	16.2	0.31	0.09	45.36	12.70

5.2 セントラル方式

業務用空調のうちセントラル方式については、従来型の吸収式冷凍機から高効率のヒートポンプ熱源機へのリプレースを想定し、ヒートポンプ熱源機の導入量および省エネ量の推計を行った。

5.2.1 セントラル方式の導入量の推計

(1) セントラル方式の導入上限量の想定

業務用の空調設備容量のうち、セントラル方式が適用システムである空調設備容量の合計、すなわちセントラル方式のストックとしての代替ポテンシャルは、上述のように 57.2 百万 kW である。これに対して、セントラル方式のヒートポンプ熱源機の平均寿命を 15 年と想定し、当該設備のフローの代替ポテンシャルは、年平均 3.81 百万 kW と想定した。

上記のヒートポンプ代替ポテンシャルは、最も多く見積もったときのヒートポンプ導入可能量であり、それが実際に実現（顕在化）するかは状況による。

ここでは、先に想定したヒートポンプ代替ポテンシャルのうち、どの程度が顕在化するか（顕在化率）を複数ケース設定し、それに基づきヒートポンプの導入フロー上限を算定した。

$$\text{ヒートポンプの導入上限} = \text{ヒートポンプのフロー代替ポテンシャル} \times \text{顕在化率}$$

現在のセントラル方式（業務用・産業用合計）の 2013 年設備導入実績は、日本冷凍空調工業会「製品ごとの国内出荷台数」によると表 5-2 のようになっている。セントラル方式のうち、ターボ冷凍機を含むヒートポンプ機器が占める割合は、合計容量の比率により「チリングユニット+ターボ冷凍機」/「チリングユニット+ターボ冷凍機+吸収式冷凍機」で表され、75%（2013 年）となる。

表 5-2 セントラル方式（業務・産業）の設備導入実績（2013 年）

	機器 1 台あたり平均容量 [kW/台]	導入台数 [台]	合計容量 [kW]	割合
チリングユニット	203.3	12,401	2,521,123	61%
ターボ冷凍機	2,006.1	295	591,811	14%
吸収式冷凍機	605.4	1,669	1,010,486	25%

出所：日本冷凍空調工業会『製品ごとの国内出荷台数』より作成

ヒートポンプ比率は増加傾向にあることを踏まえ、今後のセントラル方式の導入量のうちヒートポンプにより賄う割合（顕在化率）を 80%、90%、100%の 3 ケース設定した。各ケースにおけるセントラル方式の導入フロー上限容量は下表のとおり。

表 5-3 顕在化率の想定ケース一覧

	フロー上限
80%ケース	3.05 [百万 kW] (867 千 Rt)
90%ケース	3.43 [百万 kW] (976 千 Rt)
100%ケース	3.81 [百万 kW] (1084 千 Rt)

(2) セントラル方式の普及曲線の想定

セントラル方式のフローベースの導入量は、ロジスティック曲線に従って伸長していくものと想定した。曲線の初年度は 2004 年とし、2013 年実績値および顕在化率のケースに応じた導入上限量を設定することで、曲線の形状を設定した。2013 年実績値については、表 5-2 に示した業務用・産業用の合計容量から、後述する産業用を除くことにより推計した。

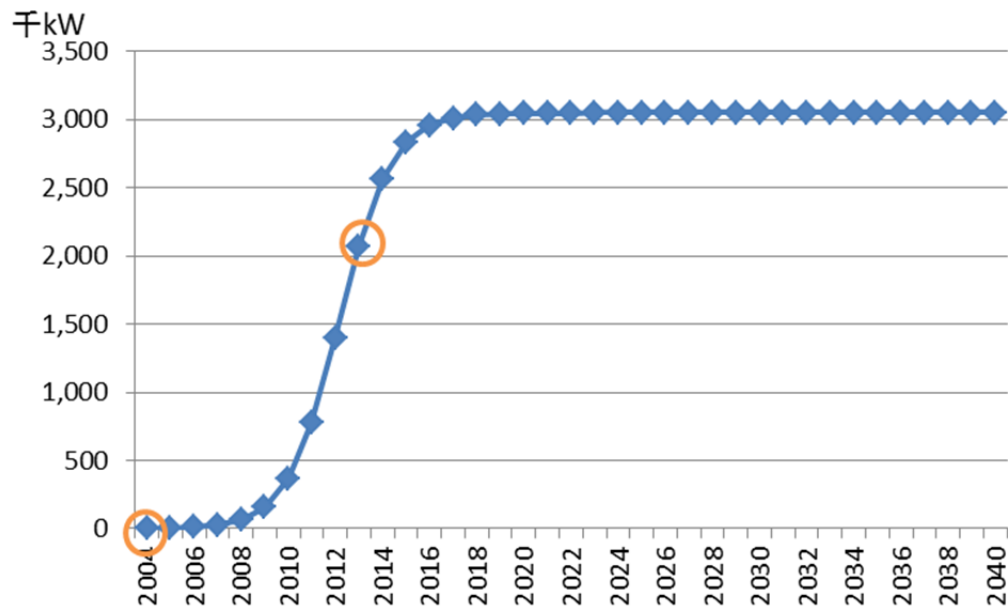


図 5-1 セントラル方式の普及曲線（80%ケース）

(3) セントラル方式の残存曲線の想定

フローベースでの導入目標の算出結果をもとに、残存曲線を想定した上で現在のストック量を推定した。残存曲線は、「エアコンの残存曲線」と同様の形状になるものと仮定し、また機器の平均寿命を 15 年として経年数 15 年目での残存率が 50%になるようにパラメータを決定した。

(4) セントラル方式の導入量の推計結果

1) フロー導入量の推計結果

80%ケース、90%ケース、100%ケースにおけるセントラル方式のフローベースでの導入量を下図に示す。2013年時点では導入上限に対して1/3～1/2程度の導入量に到達しており、いずれのケースも上限の高さの違いはあるが、概ね2020年以前には上限にほぼ漸近すると見込んでいる。

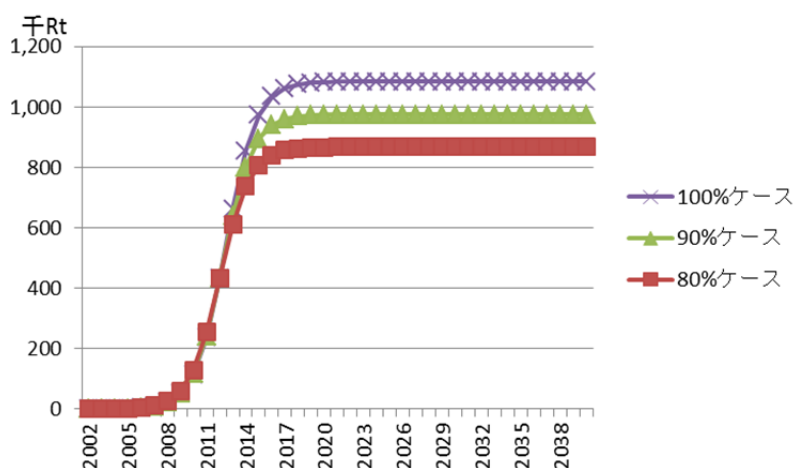


図 5-2 セントラル方式の導入量（フローベース）の推計

2) ストック導入量の推計結果

以上で求めたフローの導入量をもとに、それを累積した上で残存曲線を加味して、ストックベースの導入量を推計した。80%ケース、90%ケース、100%ケースにおけるセントラル方式の導入量をストックベースで示したものは以下のとおり。

ストックはフローに比べ立ち上がりは遅くなるが、フローが上限に達した2020年代には急速に伸長し、2030年代にはピークに到達すると見込んでいる。

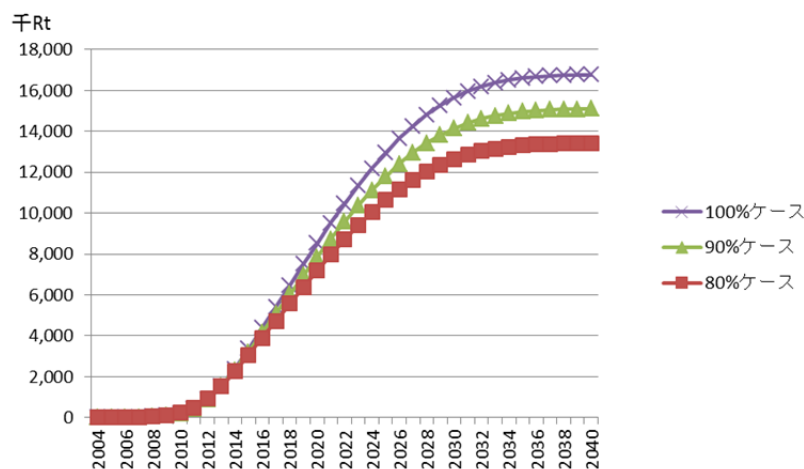


図 5-3 セントラル方式の導入量（ストックベース）の推計

5.2.2 セントラル方式による省エネ効果の推計

(1) 前提条件

従来型の吸収式冷凍機から高効率のヒートポンプ熱源機へのリプレースに伴う省エネ効果を推計した。具体的には、ヒートポンプ熱源機の導入量の推計結果に対して、各年度におけるヒートポンプ熱源機および吸収式冷凍機の販売ベースでの効率の情報を用いて、省エネ効果を推計した。各機器の効率は、各種調査に基づき下表のように設定した。

表 5-4 吸収式冷凍機および高効率ヒートポンプ熱源機の効率値

	2020	2030	2040
高効率 HP 熱源機	6.94	7.70	8.00
吸収式冷凍機	0.90	0.90	0.90

(2) 省エネ効果の推計結果

省エネ効果は、ストック効果に準ずる形で伸長し、2030 年代にはピークを迎える。なお、省エネ効果は 2012 年比の削減効果として試算している。

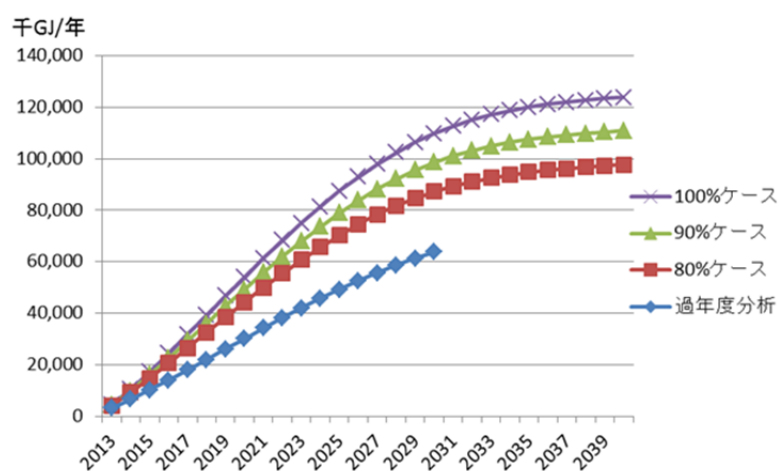


図 5-4 セントラル方式による省エネ効果

5.3 業務用ビルマルチ

業務用空調のうちビルマルチについては、従来型のビルマルチから高効率のビルマルチへのリプレースを想定し、高効率ビルマルチの導入量および省エネ量の推計を行った。

5.3.1 業務用ビルマルチの導入量の推計

(1) 業務用ビルマルチの導入上限量の想定

日本冷凍空調工業会の自主統計によるビルマルチの国内出荷台数のうち直近 5 年間の平均値をビルマルチ全体の年間市場とし、これに対して、業務用の比率を約 9 割、単機容量を 35kW と想定することにより、業務用ビルマルチの出荷台数を 102 千台、出荷容量を 3,600 千 kW と概算した。この水準を業務用の高効率ビルマルチの導入ポテンシャルと設定した。

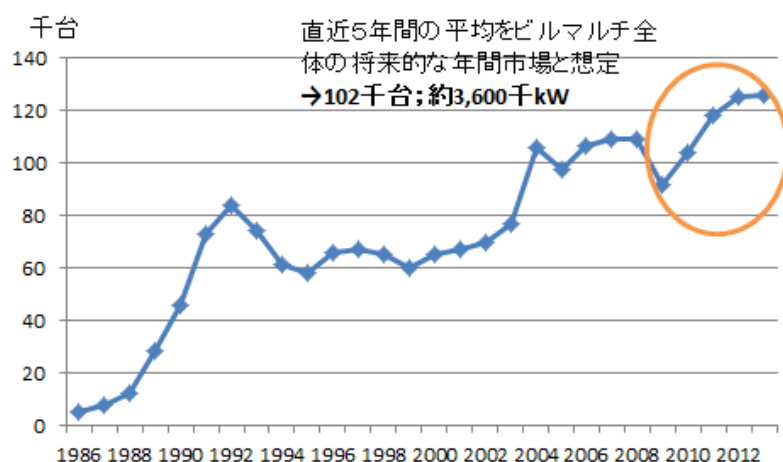


図 5-5 産業用・業務用のビルマルチ（従来型＋高効率）の国内出荷台数の推移
出所：日本冷凍空調工業会 2013 年データより作成

上記のポテンシャルは、業務用高効率ビルマルチの最大導入可能量であり、実際にどの程度まで導入するかについては顕在化率を乗じ想定する。ここでは、業務用ビルマルチの直近の導入台数比率は高効率機種が 50%程度の割合で推移していると考え、ポテンシャルに対する高効率機種の顕在化率として 90%、70%、50%の 3 ケースを想定した。このとき、高効率機種の導入上限台数は 92 千台、71 千台、51 千台と想定される。

(2) 業務用ビルマルチの普及曲線の想定

高効率ビルマルチの出荷台数は、ロジスティック曲線に従い伸長するものと想定した。ロジスティック曲線の形状は、業務用高効率ビルマルチの過去の出荷台数実績を元に設定した。

近似曲線の設定にあたり、導入上限台数（92 千台、71 千台、51 千台）および数点のデータが必要となる。ここでは、普及曲線の初年度を高効率機種が発売された 2001 年と設定し

た。また、ビルマルチの出荷台数に占める高効率機の比率は、過去の調査¹から 2005 年に 35.7 千台（41%）、2006 年に 44.1 千台（46%）とし、また直近 5 年間では約 50%で推移していることから、2011 年に 53.0 千台（50%）であると設定した。これらの点および顕在化率のケースに応じた導入上限量に基づき、図 5-6～図 5-8 に示すとおり近似曲線を設定した。

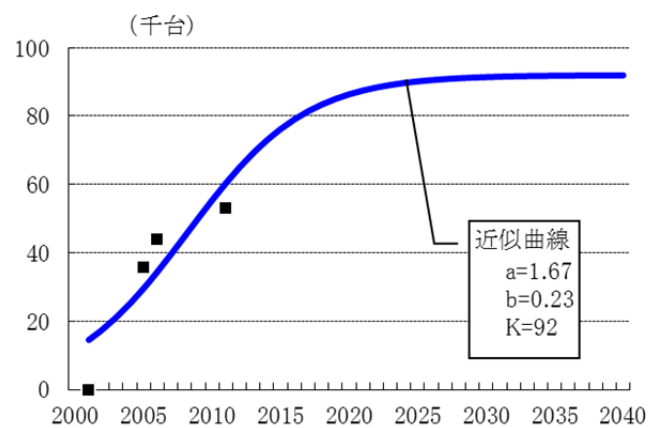


図 5-6 業務用高効率ビルマルチの普及曲線：90%ケース

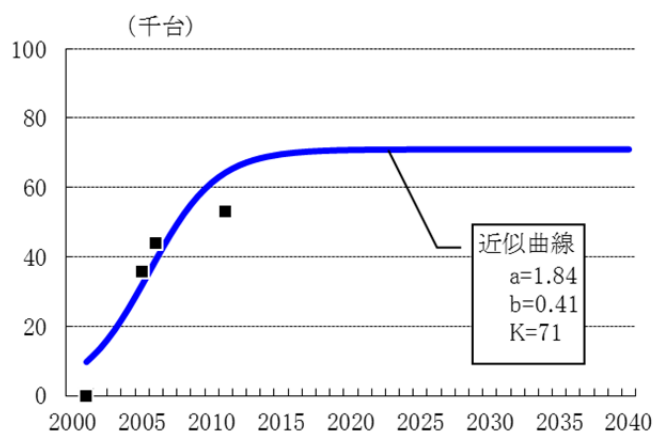


図 5-7 業務用高効率ビルマルチの普及曲線：70%ケース

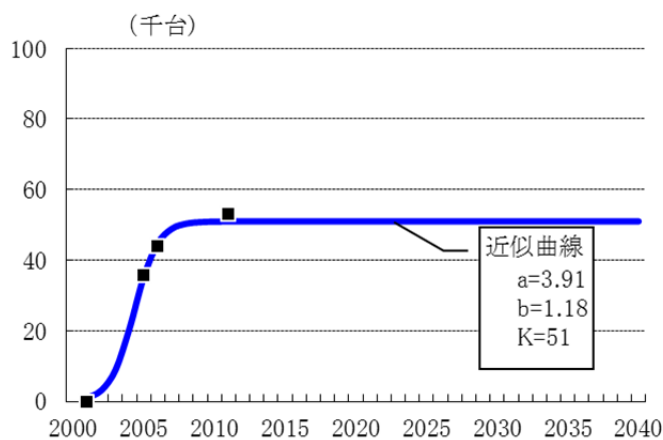


図 5-8 業務用高効率ビルマルチの普及曲線：50%ケース

¹ HPTCJ 調査：「高効率空調機導入支援事業補助金制度」フォロー調査（2008 年）

(3) 業務用ビルマルチの残存曲線の想定

セントラル方式と同様の残存曲線を想定した。

(4) 業務用ビルマルチの導入量の推計結果

1) フロー導入量の推計結果

以上の想定に基づき、顕在化率 90%、70%、50%各ケースにおける業務用高効率ビルマルチ導入量をフローベースで示したものは以下のとおりである。なお、2005 年、2006 年は実績に基づき、2007 年以降は推計値としている。

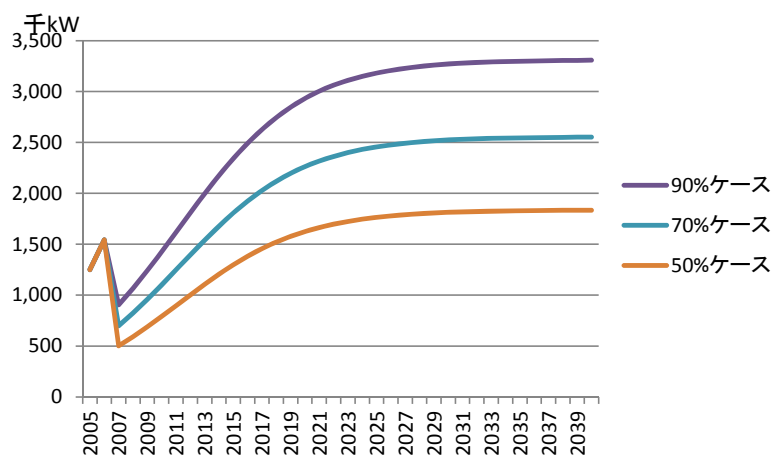


図 5-9 業務用高効率ビルマルチの導入量（フローベース）の推計

2) ストック導入量の推計結果

以上で求めたフローの導入量をもとに、それを累積した上で残存曲線を加味して、ストックベースの導入量を推計した。各ケースの業務用高効率ビルマルチ導入量をストックベースで示したものは以下のとおりである。

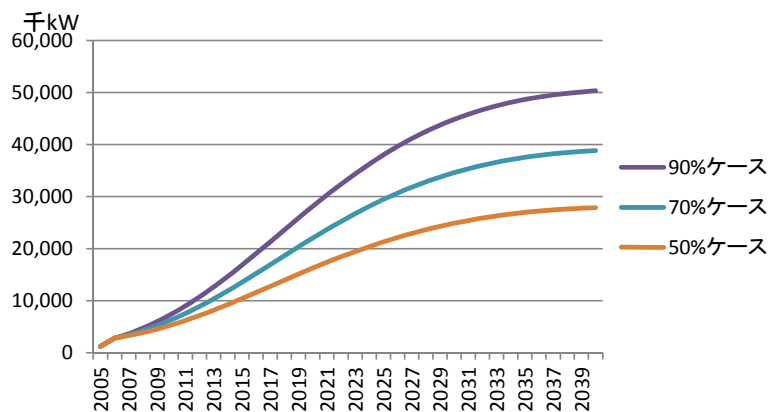


図 5-10 業務用高効率ビルマルチの導入量（ストックベース）の推計

5.3.2 業務用ビルマルチによる省エネ量の推計

(1) 前提条件

従来型ビルマルチから高効率ビルマルチへのリプレースに伴う省エネ効果を推計した。具体的には、高効率ビルマルチの導入量の推計結果に対して、各年度における従来型ビルマルチおよび高効率ビルマルチの販売ベースでの効率の情報を用いて、省エネ効果を推計した。各機器の効率は、各種調査に基づき表 5-5 のように設定した。

表 5-5 業務用ビルマルチの効率値

	2020	2030	2040
高効率ビルマルチ	5.20	6.00	6.50
従来型ビルマルチ	3.00	3.00	3.00

(2) 省エネ効果の推計結果

省エネ効果は、2040 年以降も伸長する見込みである。ストック量が 2030 年代以降伸び悩むのに対し、高効率ビルマルチの効率が 2030 年の 6.00 から 2040 年の 6.50 へと伸び続けることも当該伸長の要因と考えられる。

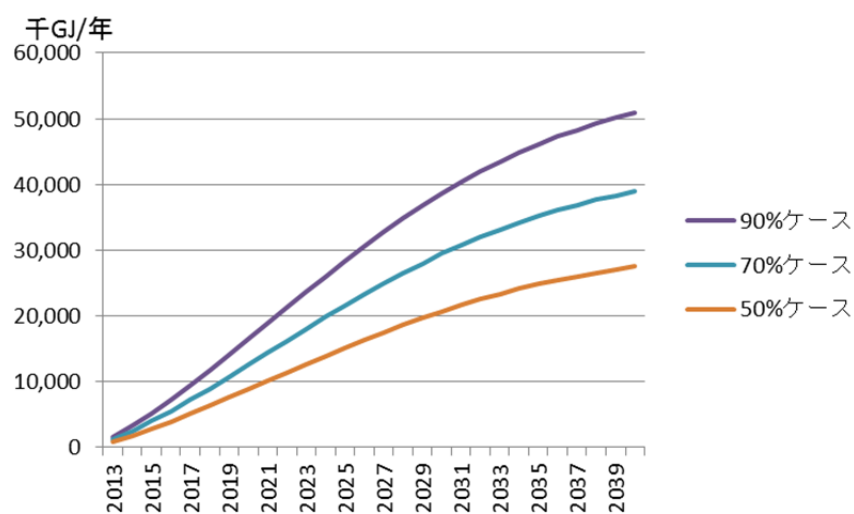


図 5-11 業務用高効率ビルマルチによる省エネ効果

6. 産業用

プロセスにおけるエネルギー消費量が膨大な産業分野においては、ヒートポンプ導入による大幅な省エネ・省 CO2 が期待できる。プロセス加熱にはボイラ蒸気が用いられる場合が多く、給湯、乾燥、洗浄、煮炊き、蒸し、低温加熱（発酵醸成等）、直接加熱（釜等の加熱）など幅広い用途で利用される。

ヒートポンプの適用が可能なのは 100℃未満の低温が中心であり、給湯、洗浄、乾燥、低温加熱といった用途が多い。また、空調も業種・用途によっては厳しい管理を行う業種も多いが、これも基本的にヒートポンプの適用が可能であると考えられる。加えて、近年は 100℃以上の高温においてもヒートポンプの実用化が進んでいる。

そこで、産業分野におけるヒートポンプ普及目標の考え方として、産業分野で使用されるボイラ用エネルギーのうち、

- 工場空調
- 加温（発酵醸成などの低温加熱および給湯・洗浄）
- 低温乾燥（100℃未満）

といった 100℃未満の各用途のほか、

- 高温用

として、100℃以上の温熱を生成する高温用ヒートポンプについても普及見通し、省エネルギー効果を算定した。給湯・洗浄については、水を数十℃に加温するという点で低温加熱と共通する部分が多いため、「加温」として一括で検討を行った。

6.1 市場の確認

6.1.1 産業用業種別ボイラ用エネルギー消費量内訳の想定

産業分野におけるエネルギー消費量を上記の用途別に把握するのは難しい。そのため、導入量についても異なる方法で検討を行うのではなく、ある程度は共通の枠組みを前提にした推計を行う必要がある。ここでは、業種別のボイラ用エネルギー消費量を把握した上で、ボイラ用に占める各用途（工場空調、加温、低温乾燥、高温）の消費構成比を想定していく形をとった。

業種別のボイラ用エネルギー消費量は、経済産業省「平成 24 年度エネルギー消費統計（石油等消費動態統計を含む試算表）より設定した。

また、ボイラ用エネルギー消費量に占める各用途の消費構成比は、各業種の代表的な製造プロセス等の調査を踏まえて数値を設定した。

以上の想定より推定した、業種別ボイラ用エネルギー消費量内訳を下表に示す。製造業全体におけるボイラ用燃料消費量は 1,531PJ である。

表 6-1 業種別のボイラ燃料消費量と用途別内訳

	ボイラ用燃料の用途別構成比の想定結果					ボイラ用燃料消費量内訳（千GJ）				
	合計	工場空調	加温	100℃未満の乾燥	高温	合計	工場空調	加温	100℃未満の乾燥	高温
12 食料品製造業	100%	15%	15%	30%	40%	107,481	16,122	16,122	32,244	42,993
13 飲料・たばこ・飼料製造業	100%	30%	30%	20%	20%	29,706	8,912	8,912	5,941	5,941
14 繊維工業（衣服、その他の繊維製品を除く）	100%	20%	60%	—	20%	56,714	11,343	34,028	—	11,343
15 衣服・その他の繊維製品製造業	100%	22%	16%	9%	53%	4,609	1,027	718	412	2,453
16 木材・木製品製造業（家具を除く）	100%	22%	16%	9%	53%	14,533	3,239	2,263	1,298	7,733
17 家具・装備品製造業	100%	22%	16%	9%	53%	615	137	96	55	328
18 パルプ・紙・紙加工品製造業	100%	10%	10%	25%	55%	397,038	39,704	39,704	99,260	218,371
19 出版・印刷・関連産業	100%	22%	16%	9%	53%	3,441	767	536	307	1,831
20 化学工業	100%	20%	10%	10%	60%	339,545	67,909	33,955	33,955	203,727
21 石油製品・石炭製品製造業	100%	10%	10%	—	80%	138,534	13,853	13,853	—	110,827
22 プラスチック製品製造業（別掲を除く）	100%	30%	5%	10%	55%	20,238	6,071	1,012	2,024	11,131
23 ゴム製品製造業	100%	20%	5%	—	75%	9,289	1,858	464	—	6,967
24 なめし革・同製品・毛皮製造業	100%	22%	16%	9%	53%	43	10	7	4	23
25 窯業・土石製品製造業	100%	10%	5%	5%	80%	60,913	6,091	3,046	3,046	48,731
26 鉄鋼業	100%	7%	3%	—	90%	275,820	19,307	8,275	—	248,238
27 非鉄金属製造業	100%	10%	5%	—	85%	9,514	951	476	—	8,087
28 金属製品製造業	100%	22%	16%	9%	53%	8,887	1,980	1,384	793	4,729
29 一般機械器具製造業	100%	40%	10%	10%	40%	19,104	7,642	1,910	1,910	7,642
30 電気機械器具製造業	100%	60%	20%	5%	15%	4,832	2,899	966	242	725
31 輸送用機械器具製造業	100%	30%	30%	10%	30%	18,098	5,430	5,430	1,810	5,430
32 精密機械器具製造業	100%	22%	16%	9%	53%	10,812	2,410	1,684	965	5,754
34 その他の製造業	100%	22%	16%	9%	53%	1,202	268	187	107	639
産業分野 合計	100%	14%	11%	12%	62%	1,530,970	217,930	175,026	184,372	953,641

出所：経済産業省「エネルギー消費統計調査」、「石油等消費動態統計」等により作成

6.1.2 ヒートポンプへ代替可能なボイラで使用される燃料消費量ポテンシャルの想定

工場空調用、加温用、低温乾燥用については、100℃未満の比較的低温であることから、現状のボイラ用燃料消費量のすべて（100%）にヒートポンプへの代替ポテンシャルがあるものと想定した。

他方、100℃以上の高温用については、120℃程度の熱風ヒートポンプ、蒸気生成ヒートポンプも実用化されており、また更なる高温化技術開発も進められているが、一部業種にはそれらでも対応困難な温度帯の製造プロセスを持つものもある。ここでは、パルプ・紙・紙加工品製造業、化学工業、石油製品・石炭製品製造業、鉄鋼業の4業種については、ヒートポンプによる対応は困難であるとし、代替ポテンシャルを0%と想定した。それ以外の18業種については、ボイラ用燃料消費量のすべて（100%）にヒートポンプへの代替ポテンシャルがあるものと想定した。

表 6-2 ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量ポテンシャル

	合計	ボイラ用燃料消費量内訳 (千GJ)				うちHP代替ポテンシャル
		工場空調	加温	100℃未満の乾燥	高温	
12 食料品製造業	107,481	16,122	16,122	32,244	42,993	42,993
13 飲料・たばこ・飼料製造業	29,706	8,912	8,912	5,941	5,941	5,941
14 繊維工業（衣服、その他の繊維製品を除く）	56,714	11,343	34,028	—	11,343	11,343
15 衣服・その他の繊維製品製造業	4,609	1,027	718	412	2,453	2,453
16 木材・木製品製造業（家具を除く）	14,533	3,239	2,263	1,298	7,733	7,733
17 家具・装備品製造業	615	137	96	55	328	328
18 パルプ・紙・紙加工品製造業	397,038	39,704	39,704	99,260	218,371	
19 出版・印刷・同関連産業	3,441	767	536	307	1,831	1,831
20 化学工業	339,545	67,909	33,955	33,955	203,727	
21 石油製品・石炭製品製造業	138,534	13,853	13,853	—	110,827	
22 プラスチック製品製造業（別掲を除く）	20,238	6,071	1,012	2,024	11,131	11,131
23 ゴム製品製造業	9,289	1,858	464	—	6,967	6,967
24 なめし革・同製品・毛皮製造業	43	10	7	4	23	23
25 窯業・土石製品製造業	60,913	6,091	3,046	3,046	48,731	48,731
26 鉄鋼業	275,820	19,307	8,275	—	248,238	
27 非鉄金属製造業	9,514	951	476	—	8,087	8,087
28 金属製品製造業	8,887	1,980	1,384	793	4,729	4,729
29 一般機械器具製造業	19,104	7,642	1,910	1,910	7,642	7,642
30 電気機械器具製造業	4,832	2,899	966	242	725	725
31 輸送用機械器具製造業	18,098	5,430	5,430	1,810	5,430	5,430
32 精密機械器具製造業	10,812	2,410	1,684	965	5,754	5,754
34 その他の製造業	1,202	268	187	107	639	639
産業分野 合計	1,530,970	217,930	175,026	184,372	953,641	162,119

高温：
4業種については
HPで対応不可とし、
HP代替ポテンシャル
は0。
他業種については
100%がHP代替ポ
テンシャルとなる

工場空調・加温・乾燥：
ボイラ用燃料消費量が
そのまま(100%)HPIに
よる代替ポテンシャル
になる

6.2 産業用ヒートポンプの導入量の推計

6.2.1 導入上限量の想定

(1) ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量上限の想定

上記のヒートポンプ代替ポテンシャルは、産業用ヒートポンプの最大導入可能量であり、実際にどの程度まで導入するかについては顕在化率を乗じ想定する。本調査では、顕在化率を複数ケース設定し、それに基づきヒートポンプへの代替対象となるボイラ用燃料消費量の上限を算定した。

ヒートポンプへの代替対象ボイラ燃料消費量上限

= ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量ポテンシャル × 顕在化率

1) 顕在化率の想定

工場空調、加温、低温乾燥用については、それぞれ業種一律で顕在化率を設定した。表 6-3 のとおり、各用途の顕在化率は、①～③の3ケースを設けた。

表 6-3 工場空調、加温、低温乾燥用の顕在化率（①～③）

	工場空調	加温	低温乾燥
①	80%	70%	70%
②	70%	50%	50%
③	60%	30%	30%

高温用については、業種ごとにヒートポンプが訴求できるボリュームが異なると想定し、先に掲げた中分類業種ごとのボイラ用燃料消費量に占める高温用の構成比率に応じて異なる顕在化率を設定した。下表のとおり、高温用の顕在化率は3ケースを設けた。

表 6-4 高温用の顕在化率（A～C）

中分類業種ごとの ボイラ用燃料消費量における 高温の構成比率	高温用 顕在化率の設定値		
	ケースA	ケースB	ケースC
40%以下	80%	70%	60%
40%以下より大きく60%以下	70%	60%	50%
60%より大きい	60%	50%	40%
全業種加重平均	69%	59%	49%

用途別のケース設定①～③およびA～Cの組合せにより、下表のとおり合計9通りのケースを設定した。なお、②Bを中位ケースとしている。

表 6-5 顕在化率の想定ケース一覧

ケース	空調	加温	乾燥	高温		
				業種ごとのボイラ用燃料の構成比率		
				～40%	～60%	60%超
①A	80%	70%	70%	80%	70%	60%
①B	80%	70%	70%	70%	60%	50%
①C	80%	70%	70%	60%	50%	40%
②A	70%	50%	50%	80%	70%	60%
②B	70%	50%	50%	70%	60%	50%
②C	70%	50%	50%	60%	50%	40%
③A	60%	30%	30%	80%	70%	60%
③B	60%	30%	30%	70%	60%	50%
③C	60%	30%	30%	60%	50%	40%

2) ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量上限の想定結果

上述の代替用ボイラ燃料消費量ポテンシャルおよび顕在化率の設定に基づき、ヒートポンプへの代替対象となるボイラ燃料消費量の上限を推計した。表 6-6 にケース②B における推計結果を示す。

表 6-6 ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量上限の業種別・用途別想定：ケース②B

	ボイラ用 燃料内の 高温用 構成比	ボイラ用燃料消費量内訳 (千GJ)						HPにより賄う熱量 内訳 (千GJ)				
		合計	工場空調	加温	100℃未満 の乾燥	高温		合計	工場空調	加温	100℃未満 の乾燥	高温
						うちHP代替 ポテンシャル						
12 食料品製造業	40%	107,481	16,122	16,122	32,244	42,993	42,993	65,564	11,286	8,061	16,122	30,095
13 飲料・たばこ・飼料製造業	20%	29,706	8,912	8,912	5,941	5,941	5,941	17,824	6,238	4,456	2,971	4,159
14 繊維工業（衣服、その他の繊維製品を除く）	20%	56,714	11,343	34,028	—	11,343	11,343	32,894	7,940	17,014	—	7,940
15 衣服、その他の繊維製品製造業	53%	4,609	1,027	718	412	2,453	2,453	2,755	719	359	206	1,472
16 木材・木製品製造業（家具を除く）	53%	14,533	3,239	2,263	1,298	7,733	7,733	8,687	2,267	1,131	649	4,640
17 家具・装備品製造業	53%	615	137	96	55	328	328	368	96	48	27	197
18 パルプ・紙・紙加工品製造業	55%	397,038	39,704	39,704	99,260	218,371		97,274	27,793	19,852	49,630	
19 出版・印刷・同関連産業	53%	3,441	767	536	307	1,831	1,831	2,057	537	268	154	1,099
20 化学工業	60%	339,545	67,909	33,955	33,955	203,727		81,491	47,536	16,977	16,977	
21 石油製品・石炭製品製造業	80%	138,534	13,853	13,853	—	110,827		16,624	9,697	6,927	—	
22 プラスチック製品製造業（別掲を除く）	55%	20,238	6,071	1,012	2,024	11,131	11,131	12,446	4,250	506	1,012	6,678
23 ゴム製品製造業	75%	9,289	1,858	464	—	6,967	6,967	5,016	1,300	232	—	3,483
24 なめし革・同製品・毛皮製造業	53%	43	10	7	4	23	23	26	7	3	2	14
25 窯業・土石製品製造業	80%	60,913	6,091	3,046	3,046	48,731	48,731	31,675	4,264	1,523	1,523	24,365
26 鉄鋼業	90%	275,820	19,307	8,275	—	248,238		17,652	13,515	4,137	—	
27 非鉄金属製造業	85%	9,514	951	476	—	8,087	8,087	4,947	666	238	—	4,043
28 金属製品製造業	53%	8,887	1,980	1,384	793	4,729	4,729	5,312	1,386	692	397	2,837
29 一般機械器具製造業	40%	19,104	7,642	1,910	1,910	7,642	7,642	12,609	5,349	955	955	5,349
30 電気機械器具製造業	15%	4,832	2,899	966	242	725	725	3,141	2,030	483	121	507
31 輸送用機械器具製造業	30%	18,098	5,430	5,430	1,810	5,430	5,430	11,221	3,801	2,715	905	3,801
32 精密機械器具製造業	53%	10,812	2,410	1,684	965	5,754	5,754	6,463	1,687	842	483	3,452
34 その他の製造業	53%	1,202	268	187	107	639	639	718	187	94	54	384
産業分野 合計	11%	1,530,970	217,930	175,026	184,372	953,641	162,119	436,766	152,551	87,513	92,186	104,515

(2) 産業用ヒートポンプの導入上限台数の想定結果

ヒートポンプの導入上限ストック台数は、ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量上限にボイラシステム効率を乗じたエネルギー需要量を、年間稼働時間（全負荷相当運転時間）と単機容量との積、すなわち 1 台当たりの年間供給熱量で除することにより推計した。次に、導入上限ストック台数を機器平均寿命で除することにより、導入上限フロー台数を推計した。

$$\begin{aligned} \text{導入上限ストック台数} &= \text{ヒートポンプへの代替用ボイラ燃料消費量上限} \\ &\quad \times \text{ボイラシステム効率} \div (\text{年間稼働時間} \times \text{単機容量}) \\ \text{導入上限フロー台数} &= \text{導入上限ストック台数} \div \text{機器平均寿命} \end{aligned}$$

ここで、工場空調用、給湯、乾燥、高温の各用途のヒートポンプ一台あたり出力は、それぞれ 280kW、22kW、22kW、300kW と想定し、各種調査等に基づきボイラシステム効率、稼働時間、機器平均寿命を設定することにより、ヒートポンプの導入上限台数を推計した。一例として、表 6-7 にケース①A、②B、③C の 3 ケースにおける推計結果を示す。

表 6-7 ヒートポンプの導入上限台数の想定（ケース①A、②B、③C）

	ケース①A				ケース②B				ケース③C			
	工場空調	加温	乾燥	高温	工場空調	加温	乾燥	高温	工場空調	加温	乾燥	高温
ボイラ用燃料消費量 (千GJ/年)	174,344	122,518	129,061	121,763	152,551	87,513	92,186	104,515	130,758	52,508	55,312	87,267
エネルギー需要量 (千GJ/年)	156,910	110,267	116,154	87,669	137,296	78,762	82,967	75,251	117,682	47,257	49,780	62,833
HP一台当たり出力 (kW/台)	280	22	22	300	280	22	22	300	280	22	22	300
HP一台当たり稼働時間 (h/年・台)	1,100	1,700	1,700	1,700	1,100	1,700	1,700	1,700	1,100	1,700	1,700	1,700
HP一台当たり供給熱量 (GJ/年)	1,109	135	135	1,836	1,109	135	135	1,836	1,109	135	135	1,836
導入上限ストック量 (千台)	142	819	863	48	124	585	616	41	106	351	370	34
(千kW)	39,624	18,017	18,979	14,325	34,671	12,870	13,557	12,296	29,718	7,722	8,134	10,267
機器寿命の想定 (年)	15	10	10	10	15	10	10	10	15	10	10	10
導入上限フロー台数 (千台)	9	82	86	5	8	58	62	4	7	35	37	3

6.2.2 産業用ヒートポンプの普及曲線の想定

産業用ヒートポンプのフローベースの導入量は、ロジスティック曲線に従って伸長していくものと想定した。

ここでは、よりヒートポンプと関連性が深いと思われる、近年登場してきた高効率ターボ冷凍機の出荷量の普及進度を参考に設定した。高効率機自体の出荷量は明らかではないが、2000年代から高効率化した実態を踏まえ、1998年以降のターボ冷凍機の増大分を高効率機と想定し、出荷量のピーク年である2007年までのデータを元に、近似曲線の速度（パラメータ a、b）を想定した。

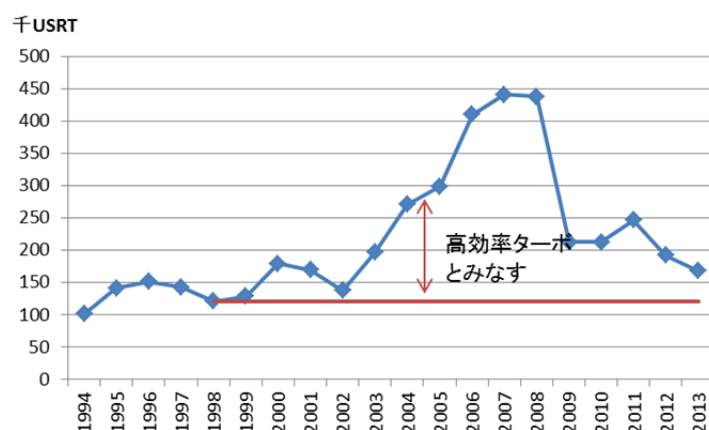


図 6-1 ターボ式冷凍機の出荷容量および高効率相当分の想定

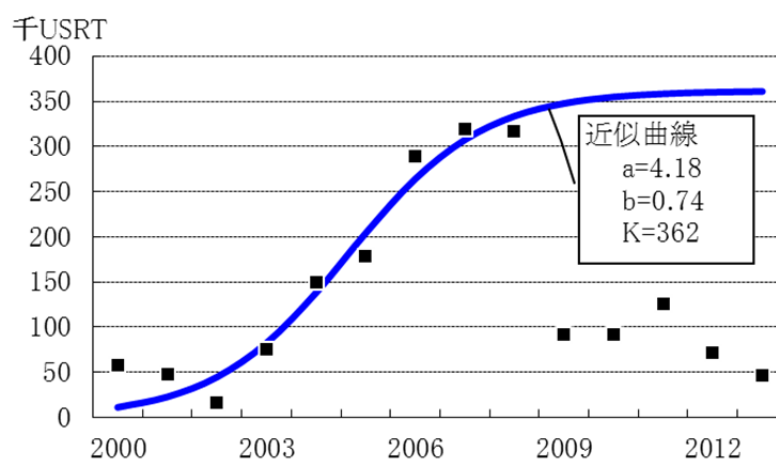


図 6-2 高効率ターボの出荷台数実績（推計）と近似曲線

当該近似曲線の想定では、10 年弱で導入上限に漸近し、比較的普及速度が速い曲線の想定であるといえる。

産業用ヒートポンプの普及開始年は、いずれのケースにおいても、加温用、低温乾燥用については 2007 年、高温用は 2011 年、工場空調用については以前よりヒートポンプ機器が導入されていた実態を踏まえ、2005 年を普及開始年と設定した。

6.2.3 産業用ヒートポンプの残存曲線の想定

フローベースでの導入量の算出結果をもとに、残存曲線を想定した上で、ストック量を推定した。

残存曲線は「エアコンの残存曲線」と同様の形状になるものと仮定し、工場空調用ヒートポンプについては機器の平均寿命を 15 年程度、加温用・乾燥用・高温用ヒートポンプについては 10 年程度と想定し、それぞれ経年数 15 年、10 年の時点での残存率が 50%になるようにパラメータを決定した。

6.2.4 産業用ヒートポンプの導入量の推計結果

(1) フロー導入量の推計結果

産業用の全用途（工場空調、加温、乾燥、高温）合計の導入容量（フローベース）の推移を図 6-3 に示す。ここでは、想定したケースのうち、高位（①A）中位（②B）低位（③C）の 3 ケースについて比較を行っている。

いずれの場合も 2020 年には導入フローは十分に立ち上がることが想定される。2020 年以降はほぼ一定で推移するなど、産業用の普及は比較的早くなると見込まれる。

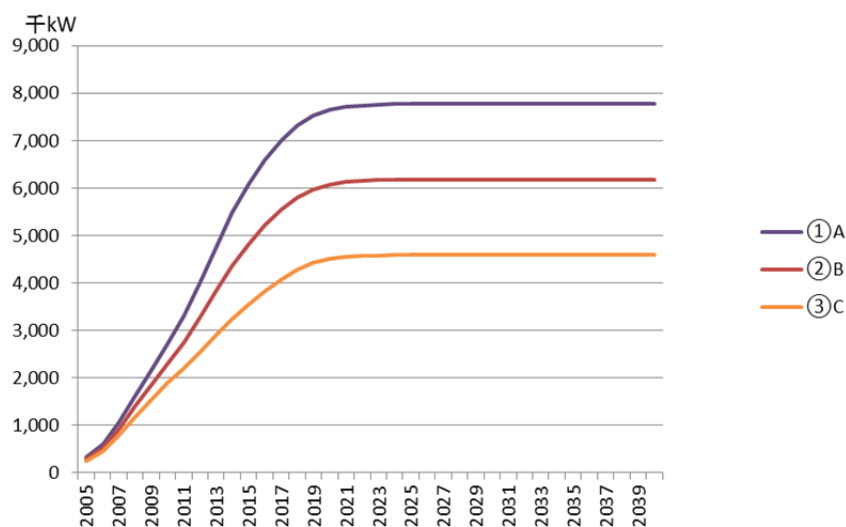


図 6-3 導入フローの比較（産業用合計）

次に、用途別の導入量（フローベース）の内訳を表 6-8 に示す。いずれの用途も 2020 年にはほぼ上限に達していることが分かる。

表 6-8 導入フローの比較（産業用用途別） 単位：千 kW

用途	ケース	2020	2030	2040
空調用	①	2,641	2,642	2,642
	②	2,311	2,311	2,311
	③	1,981	1,981	1,981
加温用	①	1,794	1,802	1,802
	②	1,281	1,287	1,287
	③	769	772	772
乾燥用	①	1,890	1,898	1,898
	②	1,350	1,356	1,356
	③	810	813	813
高温用	A	1,321	1,432	1,433
	B	1,134	1,230	1,230
	C	947	1,027	1,027

(2) ストック導入量の推計結果

産業用の全用途（工場空調、加温、乾燥、高温）合計の導入容量（ストックベース）の推移を図 6-4 に示す。

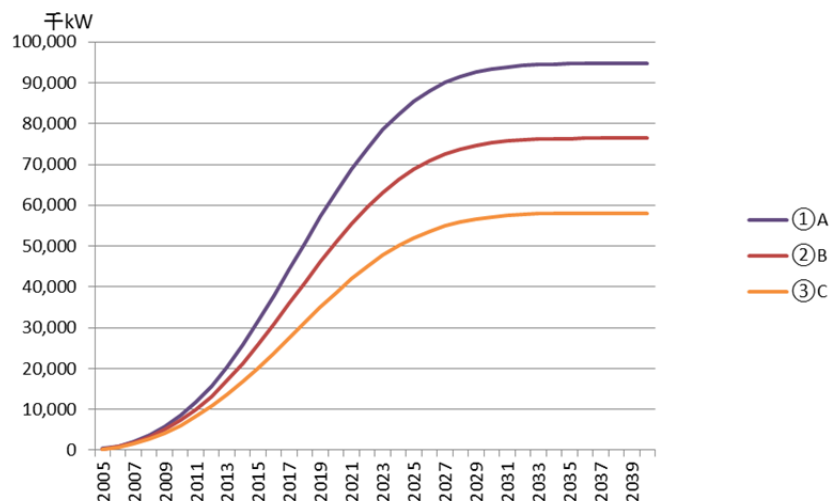


図 6-4 導入ストックの比較（産業用合計）

次に、用途別に導入量（ストックベース）の内訳を表 6-9 に示す。各用途とも、早期の普及の速さを反映し、2020 年での導入量は非常に多い。しかし、ストックではフローが一定水準で高位安定することを受け、2020 年以降も継続的に伸び続け、安定するのは 2030 年代になることが分かる。

表 6-9 導入ストックの比較（産業用用途別）

単位：千 kW

用途	ケース	2020	2030	2040
空調用	①	30,985	40,372	40,906
	②	27,112	35,325	35,792
	③	23,239	30,279	30,679
加温用	①	13,048	18,805	18,901
	②	9,320	13,432	13,501
	③	5,592	8,059	8,101
乾燥用	①	13,745	19,808	19,911
	②	9,818	14,149	14,222
	③	5,891	8,490	8,533
高温用	A	5,499	14,386	15,027
	B	4,720	12,348	12,898
	C	3,941	10,310	10,770

6.3 産業用ヒートポンプによる省エネ効果の推計

6.3.1 前提条件

ボイラから高効率のヒートポンプ産業用設備へのリプレースに伴う省エネ効果を推計した。具体的には、産業用ヒートポンプの導入量の推計結果に対して、各年度におけるボイラおよび産業用ヒートポンプの販売ベースでの効率の情報をを用いて省エネ効果を推計した。各機器の効率は、各種調査に基づき下表のように設定した。

表 6-10 産業用ヒートポンプおよびボイラの効率値

	2020	2030	2040
空調用 HP	5.20	6.00	6.50
加温用 HP	3.50	4.00	4.50
乾燥用 HP	4.25	5.00	5.50
高温用 HP	3.50	4.00	4.25
ボイラ	0.90	0.90	0.90

6.3.2 省エネ効果の推計結果

産業用ヒートポンプの全用途合計の省エネ効果（2012 年比）を図 6-5 に示す。

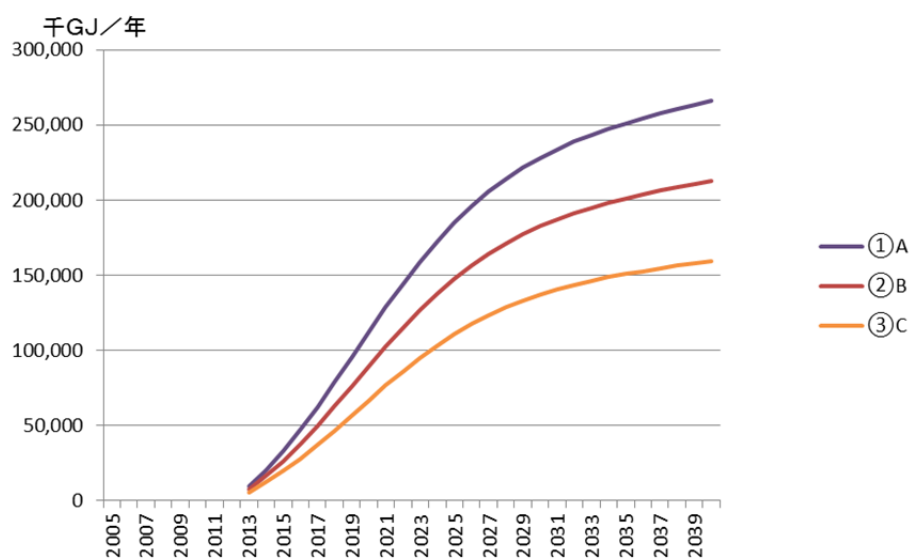


図 6-5 省エネ量の比較（産業用合計）

次に、用途別の省エネ効果の内訳を表 6-11 に示す。省エネ効果の伸長速度は概ねストックのそれに準じる。しかし、各用途の効率率は 2030 年以降も向上していくことを反映し、2030 年代も省エネ効果の増大が見込まれる。

表 6-10 省エネ効果[千 GJ/年]の比較（産業用用途別）

用途	ケース	2020	2030	2040
空調用	①	41,092	71,610	82,241
	②	35,956	62,660	71,961
	③	30,819	53,708	61,680
加温用	①	20,358	40,769	51,044
	②	14,541	29,121	36,460
	③	8,724	17,472	21,876
乾燥用	①	31,784	58,582	67,591
	②	22,703	41,845	48,280
	③	13,621	25,107	28,968
高温用	A	19,028	57,134	65,619
	B	16,333	49,042	56,324
	C	13,637	40,948	47,031

7. 農業用

7.1 農業用ヒートポンプの普及見通しの考え方

農業用ヒートポンプの普及見通しの考え方は、基本的には産業用と同様に、普及上限フロー台数を算定した上で、上限フロー台数に対する顕在化率によって高位・中位・低位の3ケースを設定し、他のヒートポンプと同様にロジスティック曲線によってフローベース導入量を算定した上で、残存曲線を設定してストックベースの導入量を算定した。

7.2 農業用ヒートポンプの普及見通しの前提条件

7.2.1 農業用ヒートポンプの導入上限の設定

農業用ヒートポンプの導入上限台数の設定にあたっては、農業施設における燃焼式設備面積に単位面積あたり年間重油使用量およびボイラ効率を乗じることでエネルギー需要量を求め、それに対して農業用ヒートポンプ設備の単機容量および年間稼働時間を設定することにより、農業用ヒートポンプの導入上限量を推計した。導入上限の算定において必要なデータの一覧を下表に示す。

利用データ	算定方法	算定値
(1) 単位面積あたり重油使用量	後述の前提条件に基づく	564.4[L/a]
(2) 農業用燃焼式設備使用面積	出所：「園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況」 ((社)日本施設園芸協会 H21)	185,140[a]
(3) 総熱量（＝ボイラ用燃料消費量）	(1)×(2)×39.1[MJ/L]	4,343[千 GJ/年]
(4) エネルギー需要量	(3)×0.9（：ボイラ効率）	3,909[千 GJ/年]
(5) HP 一台あたり出力	既存設備の加熱能力に基づく	23.0[kW]
(6) HP 一台あたり稼働時間	既存設備の運転実績に基づく 出所：千葉大学園芸学部学術報告 第35号	1,200[h]
(7) HP 一台あたり供給熱量	(5)×(6)×3.6／1,000	99[GJ/年]
(8) 上限ストック量	(4)／(7)	39[千台]
		905[千 kW]
(9) 平均寿命想定		10[年]
(10) 上限フロー量	(8)／(10)	3.9[千台]

表中(1)の、単位面積あたり重油使用量（A 重油を想定）の設定にあたっては、野菜・果樹・花きの代表的な品目のうち、ガラス室・ハウス等の施設を用いるもの（加温設備を利用）を対象に重油使用量を算定し、作付面積に応じて加重平均を算定する方法に基づく。

表 7-1 単位面積あたりの重油使用量の算定：野菜

	青ねぎ	きゅうり	なす	大型トマト	ミニトマト	ピーマン	ししとう	いちご	メロン	すいか
一戸あたりの作付け延べ面積(m ²)	3,803	2,185	2,870	3,501	2,717	3,599	918	2,465	5,773	7,056
10aあたりの光熱動力費(円)	36,000	248,000	367,000	278,000	360,000	498,000	691,000	281,000	147,000	37,000
10aあたりのA重油経費(円)	33,865	233,294	345,237	261,515	338,652	468,469	650,024	264,337	138,283	34,806
10aあたりのA重油使用量(L)	462	3,180	4,706	3,565	4,616	6,386	8,861	3,603	1,885	474

上の表では野菜を例に挙げ、単位面積あたり重油使用量の算定方法を述べる。「10a あたりの光熱動力費」については、農林水産省の「平成 19 年度農業経営統計調査 品目別経営統計」により得られる光熱動力費データを用いた。また、加温設備の設置面積のうち石油利用の設置面積が 94%であるとの実績から、光熱動力費の 94%が A 重油経費であると想定した。ここから同時期の重油単価 73 円/L²で割ることにより、「10a あたりの A 重油使用量」を推計した。

品目別のそれを野菜全体の平均の推計につなげる場合、品目ごとの作付規模に応じて加重平均するのが適切である。ここでは、同調査で公表の「一戸あたりの作付け延べ面積」により重み付けを行った。これにより、野菜全体の 10a あたりの A 重油使用量は 2,908L と算定された。

同様の手法に基づき、果実、花きの 10a あたりの A 重油使用量は 215L、7,884L と算定された。

表 7-2 単位面積あたりの重油使用量の推定結果

	野菜	果実	花き	加重平均
重油[L/10a]	2,908	215	7,884	5,644
加温設備の設置面積[千 m ²]	7,551	509	10,454	—

農業全体の平均には、加温設備の設置面積に応じた加重平均を採用した。ここでは、「園芸用ガラス室・ハウス等の設置状況」（社）日本施設園芸協会 H21 に応じて加重平均を行った。その結果、10a あたりの A 重油使用量は 5,644L 程度と概算された。

² 農産物価統計価格（農林水産省 H18、19）

7.2.2 農業用ヒートポンプの導入上限に対する顕在化率の設定

産業用と類似の方法により、導入上限（フロー）に対する顕在化率については以下 3 ケースを想定した。

高位ケース：70%

中位ケース：50%

低位ケース：30%

7.2.3 農業用ヒートポンプの普及曲線の設定

農業用ヒートポンプの普及曲線は、産業用と同様のロジスティック曲線を想定した。

7.2.4 機器効率の設定

農事用ヒートポンプの効率ならびにボイラの効率は、表 7-3 のとおり設定した。

表 7-3 農業用ヒートポンプの効率の想定

	2010 年	2020 年	2030 年	2040 年
農業用 HP	4.0	5.0	6.0	6.5
ボイラ	0.9	0.9	0.9	0.9

7.3 農業用ヒートポンプの導入量と省エネ効果推計

以上の前提をもとに、導入量（フロー・ストック）、2012 年比の省エネ効果を算定した結果を以下にまとめる。

表 7-4 導入量・省エネ量の想定結果

			2020年	2030年	2040年
導入量(フロー)	容量[千kW]	高位	58.4	63.3	63.3
		中位	41.7	45.2	45.2
		低位	25.0	27.1	27.1
	台数[千台]	高位	2.5	2.8	2.8
		中位	1.8	2.0	2.0
		低位	1.1	1.2	1.2
導入量(ストック)	容量[千kW]	高位	243.2	636.2	664.5
		中位	173.7	454.4	474.6
		低位	104.3	272.8	284.7
	台数[千台]	高位	10.6	27.7	28.9
		中位	7.6	19.8	20.6
		低位	4.5	11.9	12.4
省エネ効果	[千GJ/年]	高位	554.8	1,666.2	1,906.8
		中位	396.4	1,190.1	1,362.0
		低位	238.1	714.6	817.2

8. ヒートポンプ普及による省エネ効果見通しまとめ

以上の分析結果に基づき、家庭・業務・産業・農業分野でのヒートポンプ普及による省エネ効果を取りまとめる。複数のケースがある場合はいずれも中位ケースを採用した。

今年度調査の推計では、278,137 [千 GJ/年] (2020 年)、686,502 [千 GJ/年] (2030 年)、887,356 [千 GJ/年] (2040 年) の省エネ効果 (2012 年比) が図られる。

分野別の構成は下表に示すとおりである。

表 8-1 ヒートポンプ普及による省エネ効果見通しまとめ [千 GJ/年]

		2020 年	2030 年	2040 年
家庭用		127,937	338,936	455,393
	給湯機	57,230	145,194	188,300
	エアコン	70,707	193,742	267,093
業務用		64,889	174,495	231,891
	給湯機	3,016	46,370	82,001
	高効率空調	61,873	128,125	149,890
	セントラル	49,296	98,660	110,901
	ビルマルチ	12,577	29,465	38,989
産業用		89,532	182,668	213,024
	工場空調用	35,956	62,660	71,961
	加温用	14,541	29,121	36,460
	低温乾燥用	22,703	41,845	48,280
	高温用	16,333	49,042	56,324
農業用		396	1,190	1,362
総計		282,754	697,289	901,670