令和４年度　電化普及見通し調査

報告書

2022年９月

一般財団法人　ヒートポンプ･蓄熱センター

一般社団法人　日本エレクトロヒートセンター

はじめに

我が国のエネルギー政策の基本的な方向性を示す「エネルギー基本計画」は少なくとも 3 年に 1 度の頻度で内容の検討を行い、必要に応じて変更を行うこととされている。現行の「第六次エネルギー基本計画」（2021 年 10 月閣議決定）では、2020 年 10 月に表明された「2050 年カーボンニュートラル」や 2021 年 4 月に表明された新たな温室効果ガス排出削減目標の実現に向けたエネルギー政策の道筋を示すこと、及び、気候変動対策を進めながら、日本のエネルギー需給構造が抱える課題の克服に向け、安全性の確保を大前提に安定供給の確保やエネルギーコストの低減に向けた取組を示すこと、以上の2つを重要なテーマとして策定している。また、パリ協定の規定に基づく長期低排出発展戦略として策定された「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」（2021 年 10 月閣議決定）では、2050年カーボンニュートラル実現に向けて、各種対策・施策の方向性が示されており、電化可能な分野の電化や、電化が困難な部門では水素等を活用しながら脱炭素化の進展を目指すべきビジョンとして描いている。直近では、「クリーンエネルギー戦略」として、成長が期待される産業ごとの具体的な道筋、需要サイドのエネルギー転換、クリーンエネルギー中心の経済・社会、産業構造の転換、地域・くらしの脱炭素化に向けた政策対応などが整理されている。この中間整理においては、ヒートポンプ普及支援や、ヒートポンプの導入が困難である中高温域については電化や水素などの非化石燃料への転換など、具体的な方向性を示している。他には、日米首脳会談に伴う「日米気候パートナーシップ ファクトシート」（2022 年 5 月 23 日）では、「建築物における暖房と給湯の電化によって、エネルギー安全保障及び気候目標を前進させること。」とある。

ヒートポンプは、最大の特徴として省エネ性の高さが挙げられるが、その他にも、再生可能エネルギーの普及のために必要となる電力需要調整に活用可能であり、自然エネルギーを利用した低炭素型の電力システムを下支えする技術である。2050年カーボンニュートラル実現に向けて、徹底的な省エネルギーの進展、長期的な脱炭素型エネルギー需給構造への転換を図っていく上で、ヒートポンプはこれまでに増して重要な役割を果たすものと考えられる。

そこで本調査では、ヒートポンプ等電化機器の着実な普及拡大を見据えて、行政、有識者、メディア関係者等の関係主体に対してその意義やその必要性を訴求することを主目的とし、ヒートポンプ等電化機器の普及拡大による効果について分析を行った。具体的には、2020年度の「ヒートポンプの将来像分析及び普及見通し調査」において実施した分析に対して、足元における市場動向等を踏まえ、2050年度までの我が国におけるヒートポンプ等電化機器の普及見通し及びその普及拡大による一次エネルギー及び温室効果ガスの削減効果の再検討を行った。また、ヒートポンプ等電化機器の普及拡大に伴う経済波及効果分析を行った。具体的には、2010 年度の「ヒートポンプ普及拡大による経済効果等に関する調査」において実施した分析手法を踏襲し、経済波及効果の再検討を行った。続いて、欧州における再生可能エネルギー利用促進指令（2009/28/EC 及び C(2021) 9392、2018/2001/EC）に基づき、我が国におけるヒートポンプによる再生可能エネルギー熱（空気熱）利用量の推計を行った。具体的には、当該 EU 指令における算定方法（2022 年6月に新たに発効した「冷房供給に関する再エネ量算定方法」も含む）を参考に、ヒートポンプ機器による給湯、暖房及び冷房供給に伴う再生可能エネルギー熱利用量の推計を行った。

目次

図 目次

表 目次

1. 分析の前提条件

本分析では、2050 年度までの我が国におけるヒートポンプの普及見通しに係る定量的分析を行った。併せて、代替可能な熱需要をヒートポンプに置き換えた場合等の一次エネルギー消費及び CO2 排出の削減効果の分析を行った。

1.1 分析対象

分析対象としたヒートポンプ等電化機器及び各分野における分析内容を表 1-1 に示す。以下、ヒートポンプをHPと記載した。

表 1-1 ヒートポンプ等電化普及見通しの分析対象機器、分析内容

分野		HP 機器・電化機器	分析内容
家庭部門	給湯	家庭用 HP 給湯機	● 燃焼式給湯器、電気温水器から家庭用 HP 給湯機及び次世代電気温水器への代替効果 ● 家庭用 HP 給湯機の効率改善効果
		瞬間式電気温水器（次世代電気温水器）	
	空調（冷暖房）	家庭用エアコン	● 暖房用途におけるガス暖房機器、石油暖房機器から家庭用エアコンへの代替効果 ● 暖房・冷房用途における家庭用エアコンの効率改善効果
業務部門	給湯	業務用 HP 給湯機	● 燃焼式給湯器から業務用 HP 給湯機及び次世代電気温水器への代替効果 ● 業務用 HP 給湯機の効率改善効果
		ディマンドレスポンス対応電気温水器（次世代電気温水器）	
	空調（冷暖房）	チリングユニット ターボ冷凍機	● 吸収式冷凍機からチリングユニット、ターボ冷凍機への代替効果 ● チリングユニット、ターボ冷凍機の効率改善効果
		パッケージエアコン	● パッケージエアコンの効率改善効果
産業部門	空調（冷暖房）	チリングユニット ターボ冷凍機	● 吸収式冷凍機からチリングユニット、ターボ冷凍機への代替効果 ● チリングユニット、ターボ冷凍機の効率改善効果
		パッケージエアコン	● パッケージエアコンの効率改善効果
	加温 空調（暖房）	産業用 HP	● 産業用ボイラから産業用 HP 及び水素ボイラへの代替効果 ● 産業用 HP の効率改善効果
		水素ボイラ	
	加熱	電気炉	● 燃焼炉から電気炉及び化石燃料バーナから水素バーナへの代替効果
		水素バーナ	
農業用	ハウス加温	農業用 HP	● 農業用ボイラから農業用 HP への代替効果 ● 農業用 HP の効率改善効果
その他	融雪	融雪用 HP	● 電熱式、温水式から融雪用 HP への代替効果 ● 融雪用 HP の効率改善効果

1.2　分析に用いた一次エネルギー換算係数、原油換算係数、CO2 排出係数

（1）　電力の一次エネルギー換算係数、原油換算係数

省エネ効果の算定に用いる、電力の一次エネルギー換算係数、原油換算係数については、表 1-2 に示すとおりとした。

表 1-2　電力一次エネルギー換算係数、原油換算係数

係数	値	出所
電力の一次エネルギー換算係数	2020 年度：8.6MJ/kWh 2030 年度：8.5MJ/kWh 2050 年度：6.1MJ/kWh	2020～2030 年度：第 1 回工場等判断基準 WG、「改正省エネ法の具体論等について」推計値 2050 年度：電源構成を基本政策分科会の RITE 参考値ケース[1]と想定した推計値
原油換算係数	0.0258 kL/GJ	省エネ法施行規則における第四条3

（2）　各エネルギー種の CO2 排出係数

CO2 削減効果の算定に用いる、各エネルギー種の CO2 排出係数については、表 1-3 に示すとおりとした。

表 1-3　CO2 排出係数の一覧

	値	出所／算定方法
電力	2020 年度：0.441 t-CO2/MWh 2030 年度：0.250 t-CO2/MWh 2050 年度：0 t-CO2/MWh	2020 年度以前：電気事業低炭素社会協議会[2]における実績値 2030 年度：「地球温暖化対策計画（令和 3 年 10 月 22 日閣議決定）」[3]（「2030 年度におけるエネルギー需給の見通し」）における 2030 年度の目標値 2050 年度：カーボンニュートラル想定でゼロと設定
都市ガス	0.0498 t-CO2/GJ	環境省「算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧」[4]における排出係数（tC/GJ）に 44/12 を乗じて算定
LPG	0.0591 t-CO2/GJ	
灯油	0.0678 t-CO2/GJ	
A 重油	0.0693 t-CO2/GJ	

[1] 第 43 回基本政策分科会（2021/5/13）、公益財団法人地球環境産業技術研究機構（RITE）の参考値ケース
[2] 電気事業連合会「電気事業のデータベース（INFOBASE2021）」
https://www.fepc.or.jp/library/data/infobase/pdf/2021_all.pdf、2022 年 7 月 5 日取得
[3] https://www.env.go.jp/content/900440195.pdf、2022 年 7 月 5 日取得
[4] https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf、2022 年 7 月 5 日取得

1.3 分析シナリオ

分析においては、ヒートポンプ機器及び電化機器の普及度合いに応じた3つのシナリオを想定した。各シナリオの想定を表 1-4 に示す。

表 1-4 ヒートポンプ普及見通しの分析シナリオ

シナリオ	想定
低位シナリオ	● 政策努力の継続により現行ペースを維持・継続した場合のシナリオ ● 分析対象はヒートポンプ機器
中位シナリオ	● 現行の政策努力ペースがさらに加速し、更なる政策対応を強化した場合のシナリオ ● 分析対象はヒートポンプ機器
高位シナリオ	● 2050 年のカーボンニュートラル達成に向けて、更に電化が推進 ● 分析対象はヒートポンプ機器に加えて、民生部門における次世代電気温水器、産業部門における水素ボイラ化(間接電化※)、ならびに工業炉の電化(直接電化)及び水素バーナ化(間接電化※)

※再生可能エネルギーの電力を用いて水を電気分解することで得られた水素を活用

2.　分野毎の普及見通し

2.1　家庭用給湯

2.1.1　前提条件

(1)　評価対象とする機器

家庭用給湯については、燃焼式給湯器及び電気温水器をヒートポンプ給湯機で代替する効果について評価するものとし、表 2-1 に示す家庭用給湯器を対象とした。

ヒートポンプ給湯機については、日本冷凍空調工業会の自主統計において出荷実績が示されている「家庭用ヒートポンプ給湯機」と定義した。ガス給湯器及び石油給湯器については、ガス石油機器工業会の自主統計及び日本暖房機器工業会の「暖房機器年鑑」において出荷実績が示されている各機器を対象とした。

なお、ガス貯蔵湯沸器、ガス貯湯湯沸器、石油小形給湯器については、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）」報告書における想定を参考に、92.5%を家庭用給湯、残りの 7.5%を業務用給湯と想定した。

また、高位シナリオにおいては、次世代電気温水器の 2040 年度以降普及を想定した。

表 2-1 評価対象とした家庭用給湯器

<table>
<tr><th rowspan="2">分析上の機器</th><th colspan="2">統計上の機器</th></tr>
<tr><th>統計名</th><th>対象機器</th></tr>
<tr><td>HP 給湯機</td><td>日本冷凍空調工業会
自主統計</td><td>家庭用ヒートポンプ給湯機</td></tr>
<tr><td rowspan="6">ガス給湯器</td><td rowspan="5">ガス石油機器工業会
自主統計</td><td>ガス瞬間湯沸器のうち先止式のうち家庭用</td></tr>
<tr><td>ガスふろがま</td></tr>
<tr><td>ガス貯蔵湯沸器のうち 92.5%</td></tr>
<tr><td>ガス貯湯湯沸器のうち 92.5%</td></tr>
<tr><td>ガス温水給湯暖房機のうち給湯・暖房兼用</td></tr>
<tr><td>日本暖房機器工業会
暖房機器年鑑</td><td>ガスだき温水ボイラのうち個人住宅用</td></tr>
<tr><td rowspan="4">石油給湯器</td><td rowspan="3">ガス石油機器工業会
自主統計</td><td>石油小形給湯器のうち 92.5%</td></tr>
<tr><td>石油ふろがま</td></tr>
<tr><td>石油給湯機付ふろがま</td></tr>
<tr><td>日本暖房機器工業会
暖房機器年鑑</td><td>油だき温水ボイラのうち 34.9kW 以下</td></tr>
<tr><td>電気温水器</td><td>機械統計年報</td><td>電気温水器（なお、高位シナリオのみ、2040 年度以降に次世代電気温水器を想定）</td></tr>
</table>

（2） 市場セグメントの設定

家庭用ヒートポンプ給湯機の市場は住宅属性によって異なることから、表 2-2 に示すとおり、家庭用給湯市場を①～④の 4 つのセグメントに区分した。なお、地域区分については、以下の定義とした。

- 寒冷地：北海道、東北地方（青森県、岩手県、宮城県、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）
- 温暖地：上記以外の地域

表 2-2 家庭用給湯市場のセグメントの設定

分類	地域	建て方
①	寒冷地	戸建住宅
②	寒冷地	集合住宅
③	温暖地	戸建住宅
④	温暖地	集合住宅

2.1.2 算定フロー

家庭用給湯市場におけるヒートポンプ給湯機の普及見通しの算定フローを図 2-1 に示す。

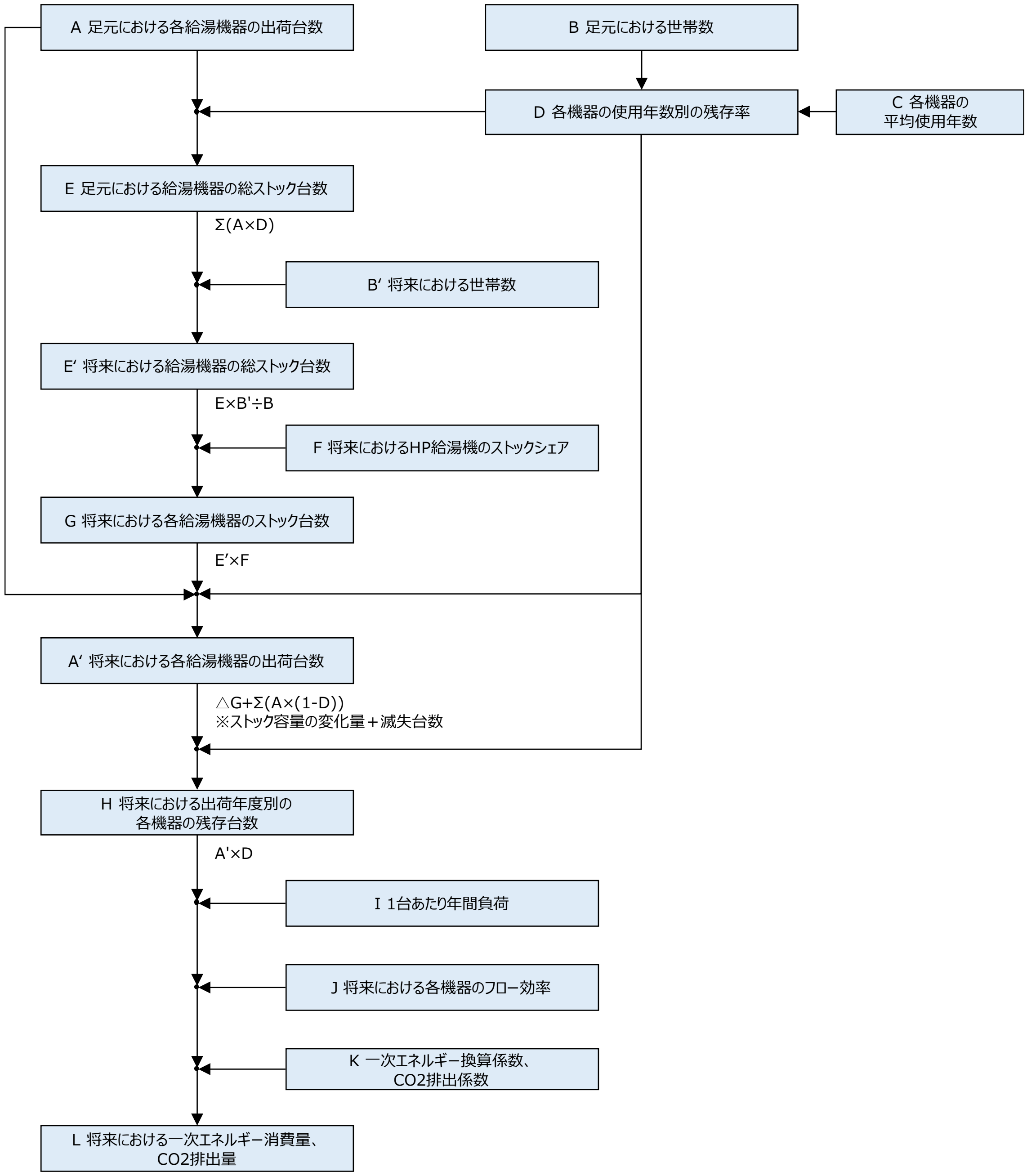


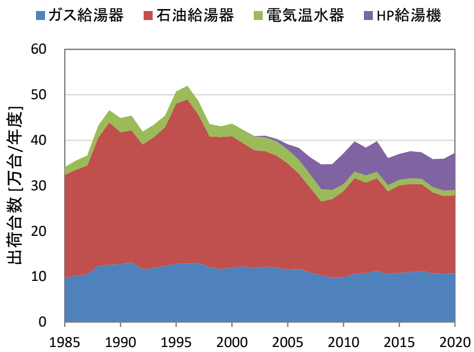
図 2-1 家庭用ヒートポンプ給湯機の算定フロー

2.1.3 算定に用いたデータ

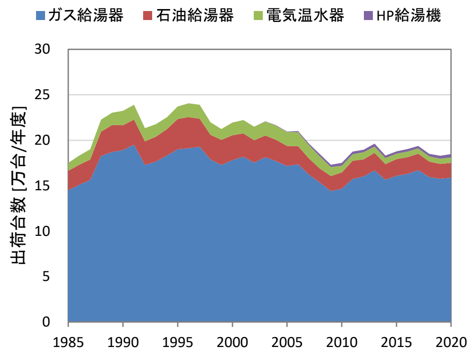
(1) 家庭用給湯の市場規模

1) 家庭用給湯機器の出荷台数

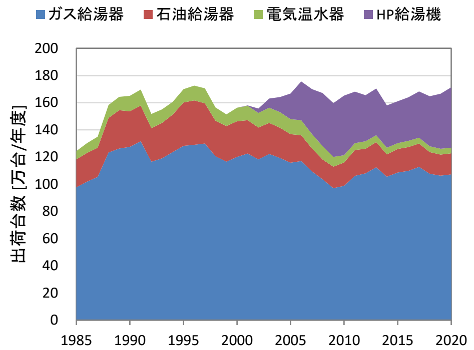
各家庭用給湯機器の国内出荷台数の推移を図 2-2 に示す。機器別の国内出荷台数を見ると、寒冷地の戸建住宅では石油給湯器の比率が高いのに対して、寒冷地の集合住宅及び温暖地ではガス給湯器の比率が高い。2000 年代以降は、温暖地の戸建住宅を中心にヒートポンプ給湯機の比率が高まっている。



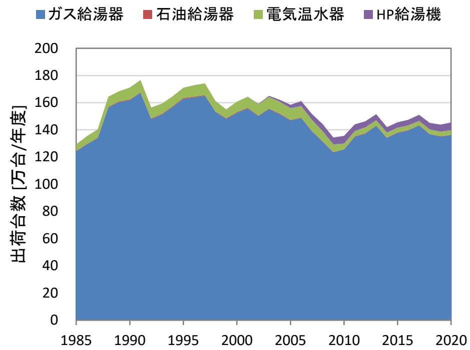
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合



市場セグメント③：温暖地、戸建



市場セグメント④：温暖地、集合

図 2-2 家庭用給湯器の出荷台数推移

出所）日本冷凍空調工業会自主統計有償データ、ガス石油機器工業会「ガス石油機器の出荷実績（2021 年度実績追加）」[5]、経済産業省ガス・石油機器判断基準ワーキンググループ「ガス温水機器及び石油温水機器の現状について」[6]、日本暖房機器工業会「2021 年 暖房機器年鑑」（2021 年 9 月 28 日発行）、経済産業省「生産動態統計年報 機械統計編」（2020 年時系列表その 2）[7]等より作成

ヒートポンプ給湯機の寒冷地・温暖地別出荷台数は、日本冷凍空調工業会の自主統計より設定した。

---

[5] https://www.jgka.or.jp/industry/toukei/kougyo-toukei/shukkajisseki/pdf/2022_05_27_gasusekiyukiki_shukkajisseki_2021nendo.pdf、2022 年 7 月 5 日取得

[6] https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/sho_energy/gas_sekiyu/pdf/001_03_00.pdf、2022 年 7 月 5 日取得

[7] https://www.meti.go.jp/statistics/tyo/seidou/result/ichiran/nenpo_2007-2020.html#menu6、2022 年 7 月 5 日取得

ガス給湯器及び石油給湯器の全国出荷台数は、ガス石油機器工業会、日本暖房機器工業会の自主統計、ガス・石油機器判断基準ワーキンググループ資料より設定した。過去時点の情報が得られない機器区分については、「機械統計年報」(経済産業省)より得られる当該区分の販売台数の経年変化率等を適用することにより推計した。電気温水器の国内出荷台数は、「機械統計年報」(経済産業省)の販売台数より設定した。

また、ヒートポンプ給湯機の戸建・集合住宅別の内訳、ガス給湯器及び石油給湯器の寒冷地・温暖地別、戸建・集合住宅別の内訳は、「家庭部門の CO2 排出実態統計調査」(環境省)より得られる各機器の市場セグメント別の使用台数内訳と等しいと仮定することにより推計した。

2) 家庭用給湯機器の平均使用年数、残存曲線

はじめに、家庭用ヒートポンプ給湯機の平均使用年数は、「機械器具等の省エネルギー対策の検討に係る調査」(平成 27 年度)における家庭用ヒートポンプ給湯機の平均使用年数(日本冷凍空調工業会への聞き取り)である約 12 年と設定した。ガス給湯器及び石油給湯器についても、同調査におけるガス温水機器及び石油温水機器の平均使用年数(ガス石油機器工業会による平成 18 年時点アンケート調査)である約 11 年及び約 10 年を各々採用した。電気温水器の平均使用年数は約 14 年と設定した。

次に、前述の年度別出荷台数に残存率を乗じて推計される毎年の残存台数を積み上げた家庭用給湯器のストック台数と、後述の世帯数が整合するように、各機器の平均使用年数に対して補正係数を一律で乗じることにより、平均使用年数の補正を行った。

表 2-3 家庭用給湯機の平均使用年数の想定

機器種類	平均使用年数	
	補正前	補正後
家庭用 HP 給湯機	12 年	15.3 年
ガス給湯器	11 年	14.0 年
石油給湯器	10 年	12.7 年
電気温水器	14 年	17.8 年

残存曲線(使用年数別の残存率)は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータであるα、βを設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される家庭用給湯器の平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率=e^(-α(〚経過年数〛^β))

以上より設定した残存曲線を図 2-3 に示す。

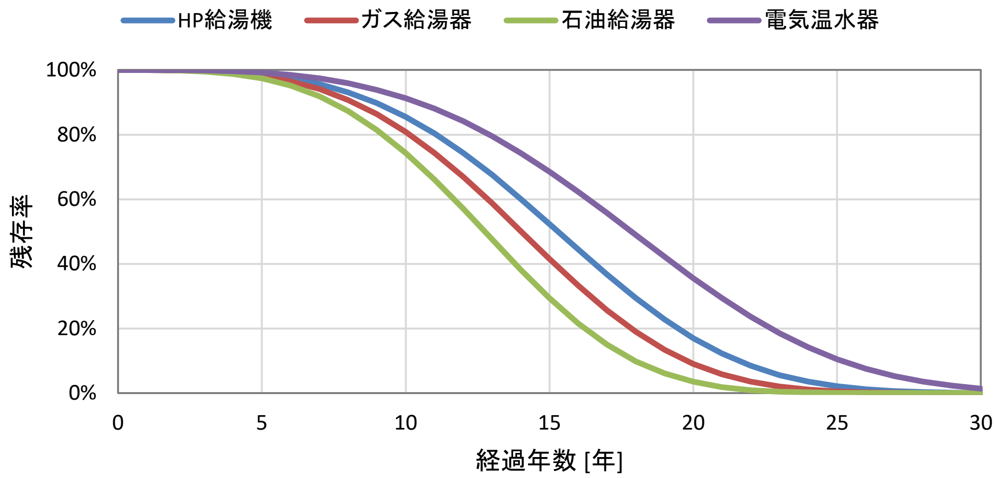


図 2-3 家庭用給湯器の残存曲線

3） 家庭用給湯の市場規模（ストック台数）

前述の年度別出荷台数に残存率を乗じて毎年の残存台数を推計し、積み上げた結果を足元の家庭用給湯器のストック台数と見なした。

また、将来の家庭用給湯器のストック台数の推計にあたり、給湯器の総台数は世帯数に比例するものと設定した。将来の世帯数は、国立社会保障・人口問題研究所による世帯数及び人口の将来推計に基づき寒冷地・温暖地別の一般世帯数を推計し、「住宅・土地統計調査」（総務省）を用いて戸建・集合住宅別の内訳を推計した。具体的には、まずは「日本の世帯数の将来推計（都道府県別推計）」（2019 年 4 月推計）に基づき 2040 年度までの寒冷地・温暖地別の一般世帯数を推計し、2040 年度以降については世帯人員を一定と仮定した上で、「日本の地域別将来推計人口」（2018 年 3 月推計）の将来人口に基づき推計した。次に、「住宅・土地統計調査」より得られる寒冷地・温暖地毎の戸建・集合住宅別の内訳は 2019 年度以降一定と仮定することにより、将来の寒冷地・温暖地別、戸建・集合住宅別の一般世帯数を図 2-4 のとおり推計した。

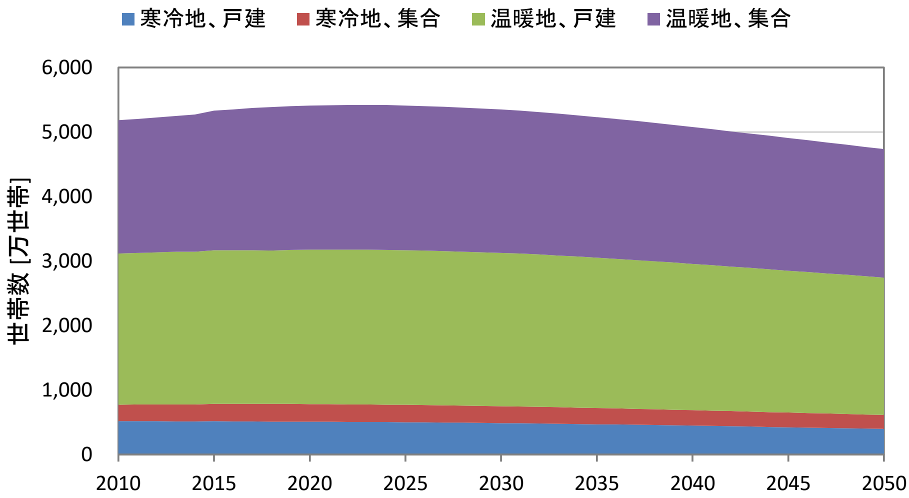


図 2-4 一般世帯数の推移

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 29 年推計）」「日本の地域別将来推計人口（平成 30（2018）年推計）」「日本の世帯数の将来推計（全国推計）2018（平成 30）年推計）」「日本の世帯数の将来推計（都道府県別推計）（2019 年推計）」[8]、総務省「国勢調査（世帯の種類別世帯数及び世帯人員－全国，都道府県（大正9年～令和 2 年））」[9]、総務省「平成 30 年住宅・土地統計調査」[10]より作成

以上の想定に基づき、市場セグメント別に将来における家庭用給湯の市場規模（家庭用給湯器のストック台数）を推計した結果を図 2-5 に示す。

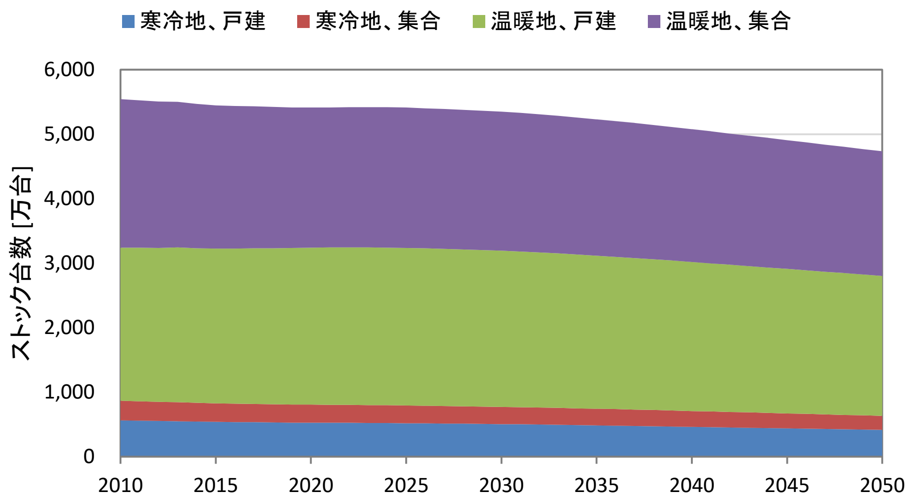


図 2-5 将来における市場セグメント別の家庭用給湯器のストック台数の推移

8 https://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/Mainmenu.asp、2022 年 7 月 5 日取得
9 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200521&tstat=000001011777&cycle=0&tclass1=000001011805&stat_infid=000001086170&tclass2val=0、2022 年 7 月 5 日取得
10 https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200522&tstat=000001127155&cycle=0&year=20180&month=0&tclass1=000001140366、2022 年 7 月 5 日取得

（2） 家庭用ヒートポンプ給湯機のストックシェア

上述の家庭用給湯器の出荷実績及び残存曲線の想定を基に、出荷台数に残存率を加味して積み上げることにより各機器のストック台数を算定し、家庭用給湯市場における足元の家庭用ヒートポンプ給湯機のストックシェアを図 2-6 のとおり推計した。

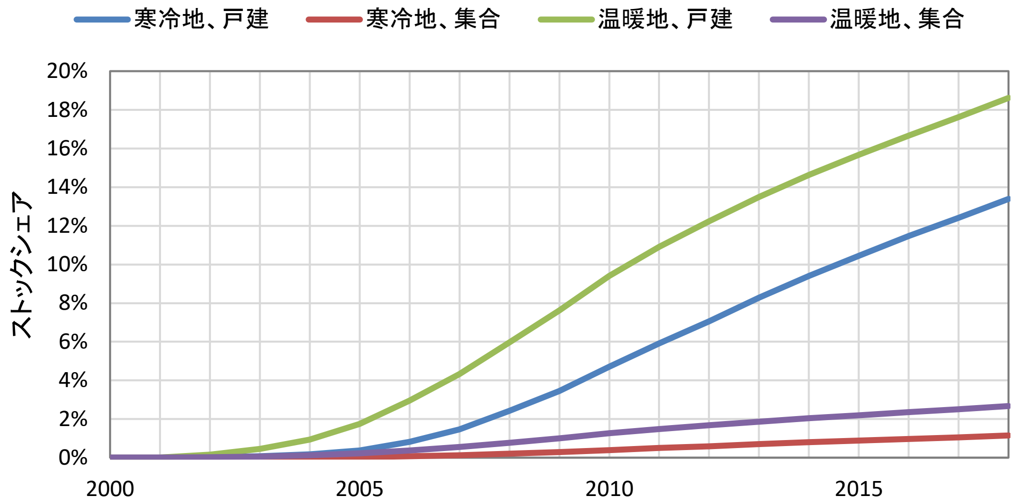


図 2-6 足元における家庭用 HP 給湯機のストックシェアの推移

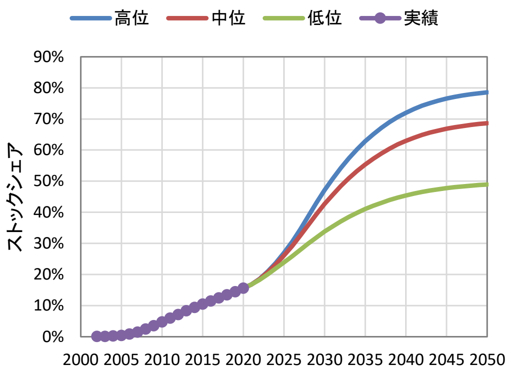
将来の家庭用ヒートポンプ給湯機の顕在化率については、足元のストックシェアの推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-4 に示すとおり、家庭用ヒートポンプ給湯機のシェアの上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。また、戸建住宅については製品寿命の概ね 3 サイクル分の期間を経た 2050 年度頃、集合住宅については既存設備の置き換えのハードルが高いと考えられるため、製品寿命の概ね 4 サイクル分の期間を経た 2065 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

なお、高位シナリオについては、「既設集合住宅の給湯熱源電化手段（ゼロカーボンレディ）」として、次世代電気温水器として瞬間式電気温水器（ディマンド制御機能を有する約 20～30kW 程度の温水器）の普及を想定した。ここで、次世代電気温水器の機器効率は従来の電気温水器と同等、電力CO2排出係数の低下により燃焼式よりCO2排出が下がる2040年より普及開始、普及速度はヒートポンプと同様と想定した。

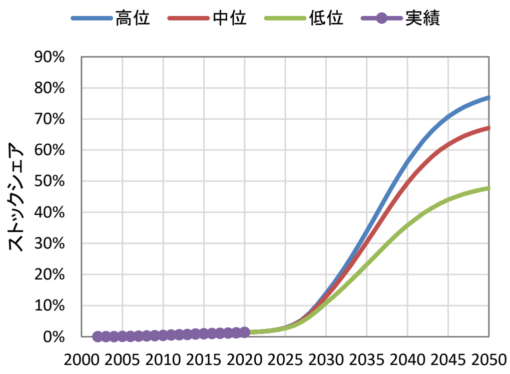
表 2-4 HP 等電化機器の導入上限の想定（家庭用給湯）

シナリオ	HP 等電化機器の導入上限（ストックシェアの上限）
高位	HP： 各市場セグメントのストック容量×80% 次世代電気温水器： 各市場セグメントのストック容量×10%
中位	HP： 各市場セグメントのストック容量×70%
低位	HP： 各市場セグメントのストック容量×50%

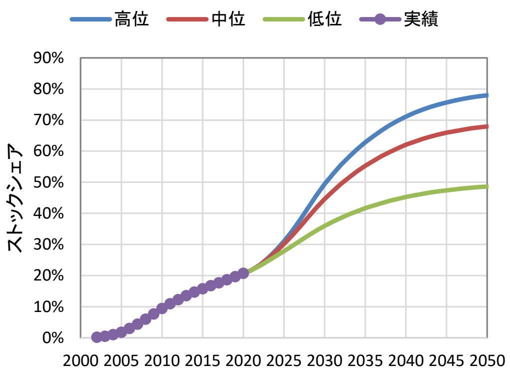
以上の想定に基づき推計した、将来の家庭用給湯市場における家庭用ヒートポンプ給湯機のストックシェアを図 2-7 に示す。



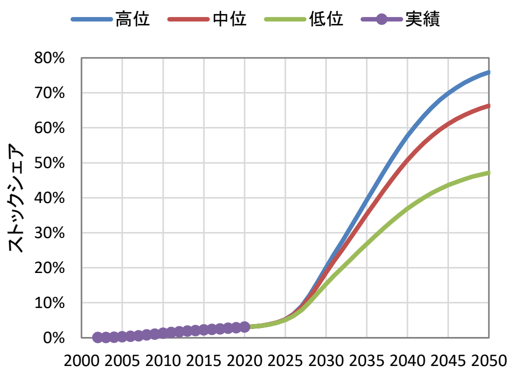
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合



市場セグメント③：温暖地、戸建



市場セグメント④：温暖地、集合

図 2-7 将来の家庭用給湯市場における HP 給湯機のストックシェアの想定

（3） 家庭用給湯器のフロー効率

家庭用給湯器の機器別のフロー効率は、図 2-8 に示すとおり設定した。

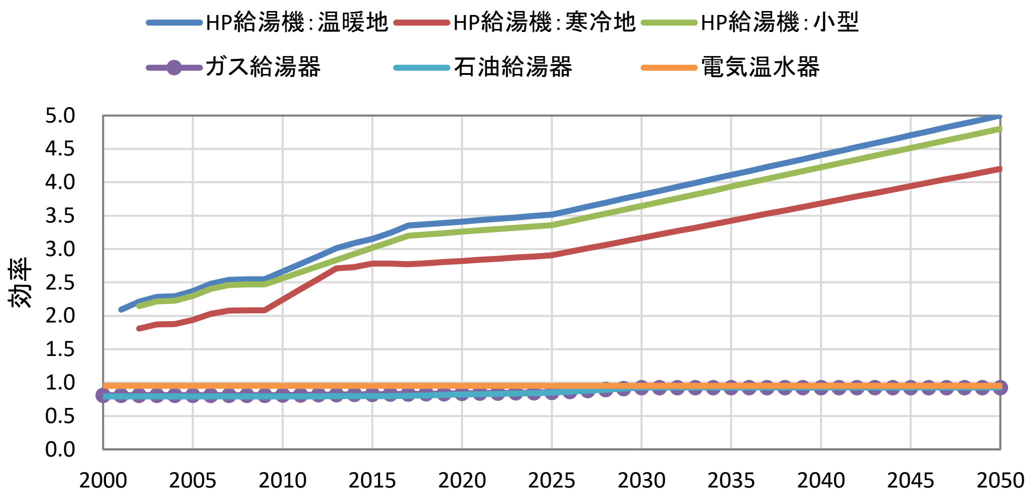


図 2-8 家庭用給湯機の機器別のフロー効率の想定

家庭用ヒートポンプ給湯機については、温暖地の戸建住宅向け、寒冷地の戸建住宅向け、集合住宅向け別に効率を設定した。それぞれトップランナー制度の区分「320～550L・一般地・保温あり・一缶」、区分「320～550L・寒冷地・保温あり・一缶」、区分「240～320L・一般地・保温なし・一缶」を代表的区分とし、「ヒートポンプ給湯器判断基準小委員会　最終取りまとめ」(2012 年 9 月)に示された 2009 年度実績値、「第 1 回エアコンディショナー及び電気温水機器判断基準ワーキンググループ」(2019 年 6 月)で示された区分別の 2017 年度等実績値を足元実績値として採用した。また、2017 年度以降 2050 年度に向けて現状の 1.5 倍程度まで効率改善が進展するものと仮定した。なお、JIS C 9220:2011「家庭用ヒートポンプ給湯機」の測定方法に基づく効率データが存在しない過去のデータについては、JIS C 9220:2011 に基づく効率値の経年変化率は COP の経年変化率の 1/2 と仮定することで設定した。

ガス温水機器及び石油温水機器については、「ガス・石油機器判断基準ワーキンググループ　最終取りまとめ(案)」(2020 年 6 月)に示された実績値から、2025 年度の次期トップランナー制度目標基準の達成に向けて効率改善が進展し、本調査で対象とした機器範囲においてはさらに 2030 年度までには潜熱回収型の比率が 100%に達するものと想定した。

電気温水器については、HPTCJ(ヒートポンプ蓄熱センター)調べの足元の効率から不変と設定した。

(4)　給湯器 1 台あたり年間負荷

給湯負荷は、全機器とも JIS C 9220:2018 の給湯保温モード熱量(一般地は東京、寒冷地は盛岡として算定)に基づき、一般地は 17.5GJ/年、寒冷地は 21.0GJ/年と想定した。

2.1.4 算定結果

(1) 出荷台数、ストック台数

以上の想定に基づく、家庭用ヒートポンプ給湯機の出荷台数及びストック台数の推計結果をそれぞれ図 2-9、図 2-10 に示す。

出荷台数については、特に高位シナリオや中位シナリオでは、2030 年度頃まで急伸した後、2040 年度頃までにかけて緩やかに増加、その後穏やかに減少傾向を辿る見込みとなっている。これは、他機器に対する経済優位性が高い需要家に加速度的に導入が進んだ後、当該市場が飽和するにつれて出荷台数が落ち込むと想定したためである。2040 年度頃以降は、一度導入された家庭用ヒートポンプ給湯機の更新需要と世帯数の減少の影響が相殺され、出荷台数は概ね穏やかに減少していく見込みとなった。

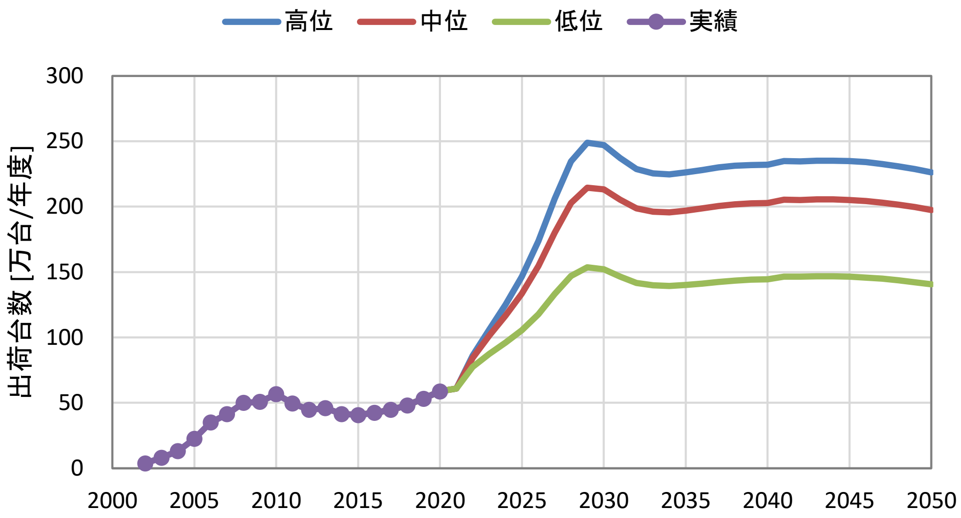


図 2-9 家庭用 HP 給湯機の出荷台数の推計結果

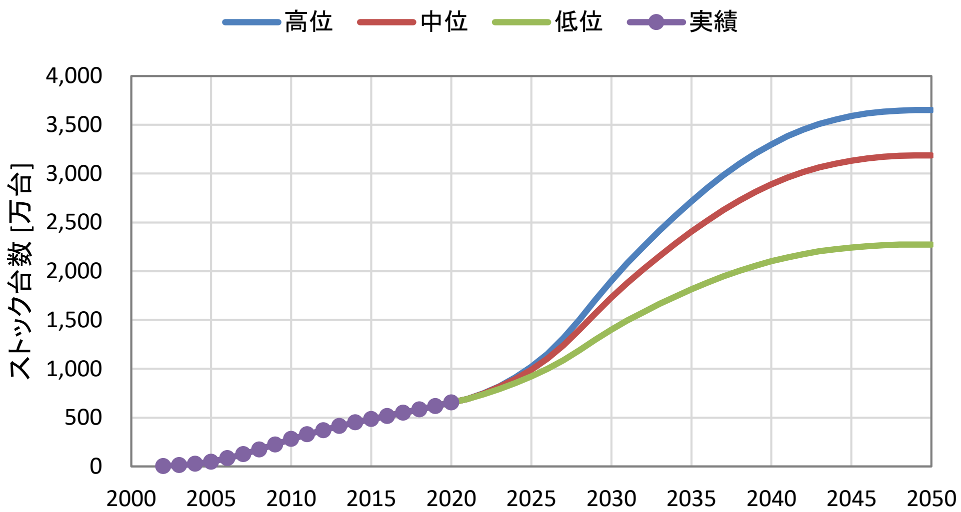
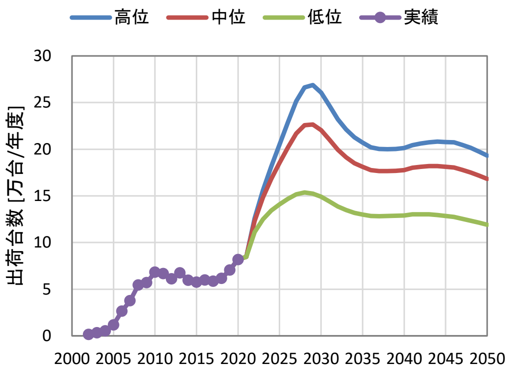


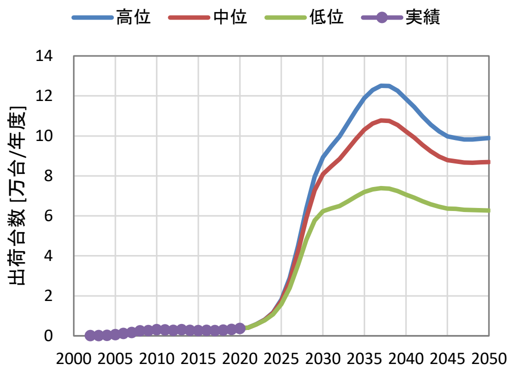
図 2-10 家庭用 HP 給湯機のストック台数の推計結果

（参考）市場セグメント別の出荷台数・ストック台数

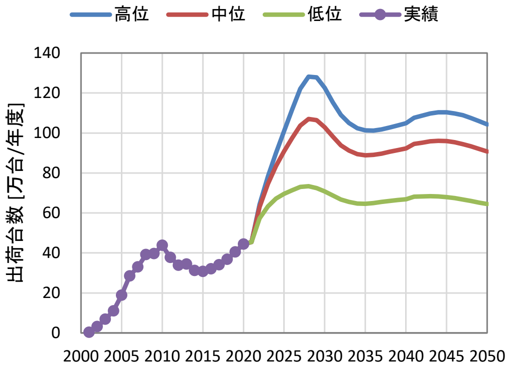
参考として、市場セグメント別の高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオそれぞれにおける家庭用ヒートポンプ給湯機の出荷台数及びストック台数の推計結果をそれぞれ図 2-11、図 2-12 に示す。



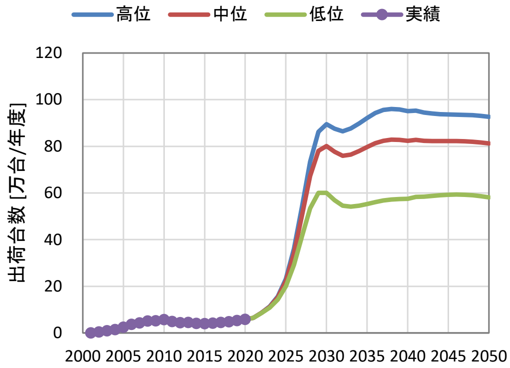
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合

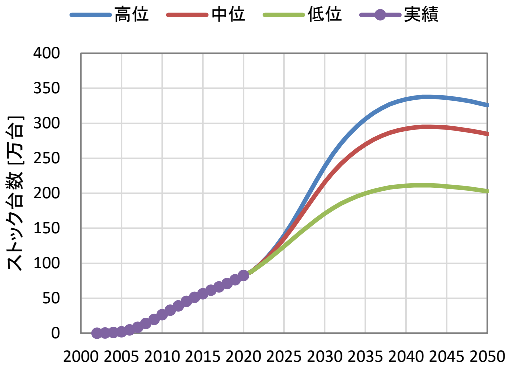


市場セグメント③：温暖地、戸建

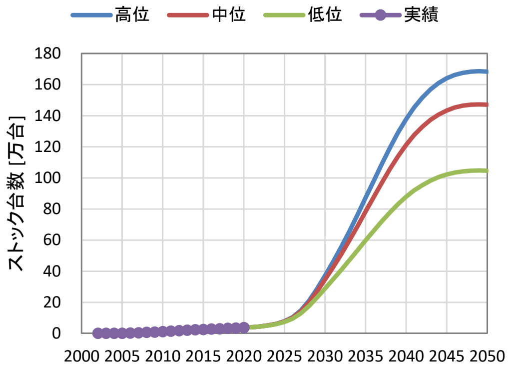


市場セグメント④：温暖地、集合

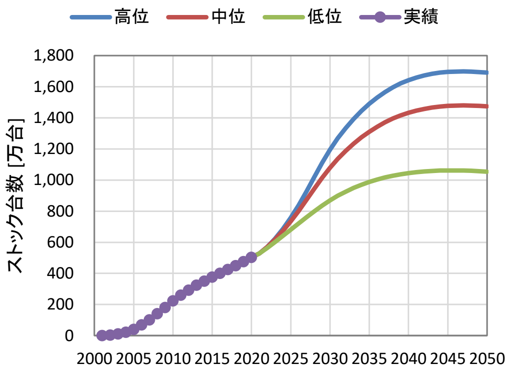
図 2-11 市場セグメント別の家庭用 HP 給湯機の出荷台数



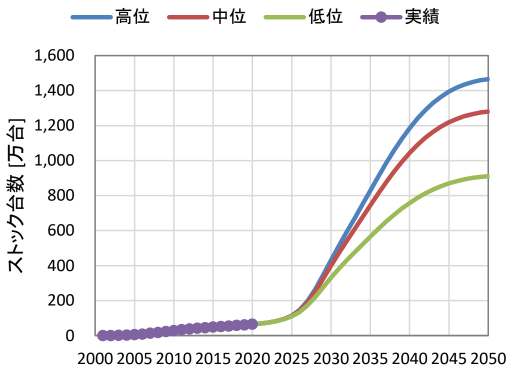
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合



市場セグメント③：温暖地、戸建



市場セグメント④：温暖地、集合

図 2-12 市場セグメント別の家庭用 HP 給湯機のストック台数

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記で推計した出荷台数、ストック台数、フロー効率、給湯器１台あたり年間負荷、一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-13 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の家庭用ヒートポンプ給湯機のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

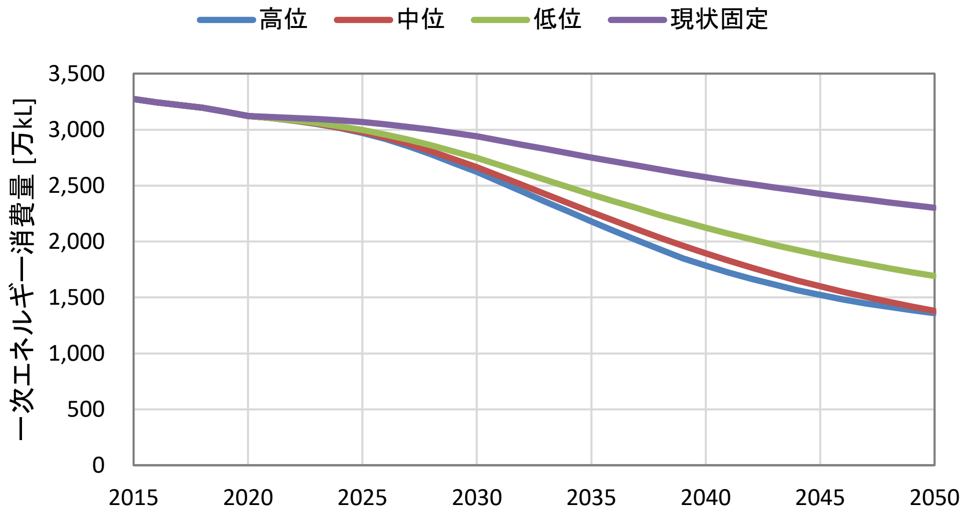


図 2-13 一次エネルギー消費量の推計結果：家庭用給湯

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-14、表 2-5 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 920 万 kL/年であり、このうち、ガス温水給湯器、石油温水給湯器、電気温水器からの代替効果は 731 万 kL/年、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 189 万 kL/年と推計される。

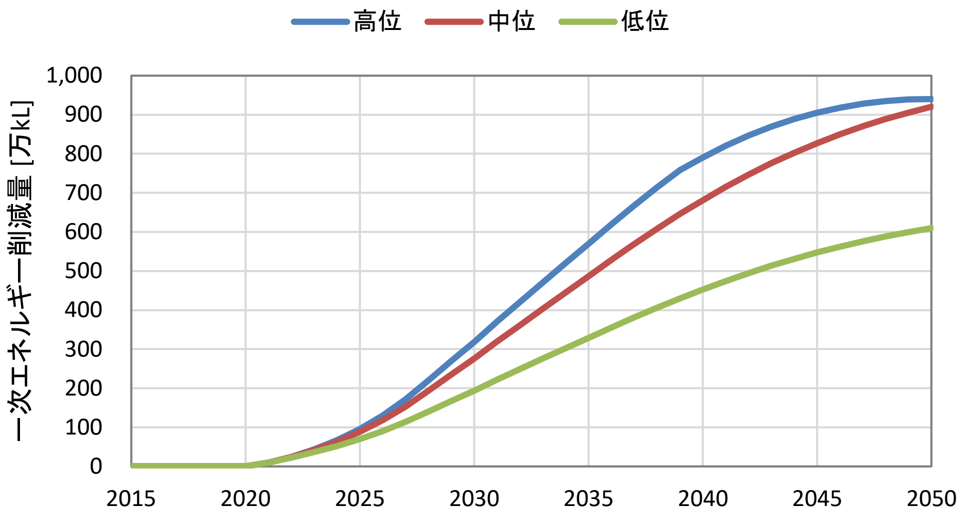


図 2-14 省エネ効果の推計結果：家庭用給湯

表 2-5 省エネ効果の内訳：家庭用給湯

シナリオ	内訳	省エネ効果（万 kL/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	319	791	940
	他の給湯器からの代替効果	285	662	861
	HP 給湯機の効率改善効果	34	139	217
	次世代電気温水器による効果	0	-10	-138
中位	合計	276	681	920
	他の給湯器からの代替効果	246	560	731
	HP 給湯機の効率改善効果	30	121	189
低位	合計	194	453	610
	他の給湯器からの代替効果	172	366	475
	HP 給湯機の効率改善効果	22	87	135

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-15、表 2-6 に示す。2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 2,480 万 t-CO2/年と推計される。

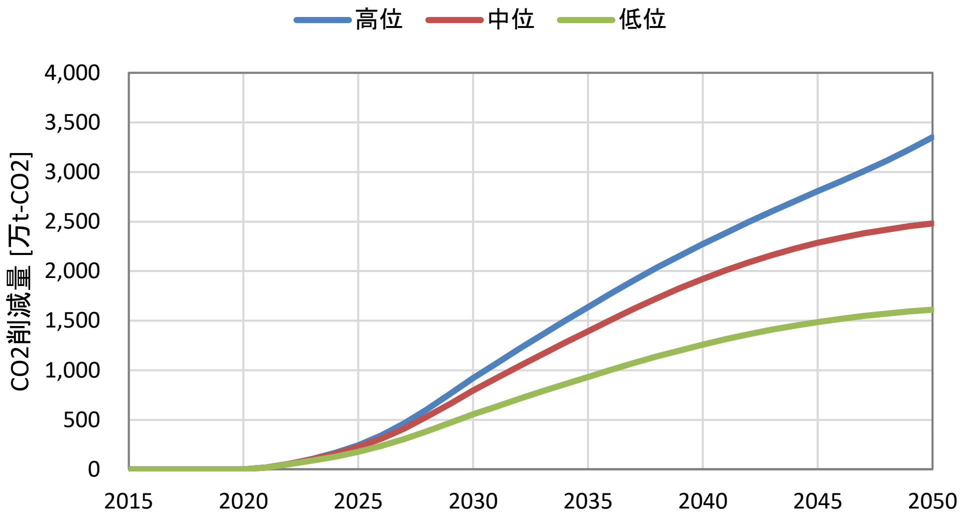


図 2-15 CO2 削減効果の推計結果：家庭用給湯

表 2-6 CO2 削減効果の内訳：家庭用給湯

シナリオ	内訳	CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	921	2,273	3,350
	他の給湯器からの代替効果	883	2,174	2,922
	HP 給湯機の効率改善効果	39	92	0
	次世代電気温水器による効果	0	7	427
中位	合計	796	1,921	2,480
	他の給湯器からの代替効果	762	1,841	2,480
	HP 給湯機の効率改善効果	34	80	0
低位	合計	555	1,259	1,611
	他の給湯器からの代替効果	530	1,202	1,611
	HP 給湯機の効率改善効果	25	57	0

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-16 に示す。

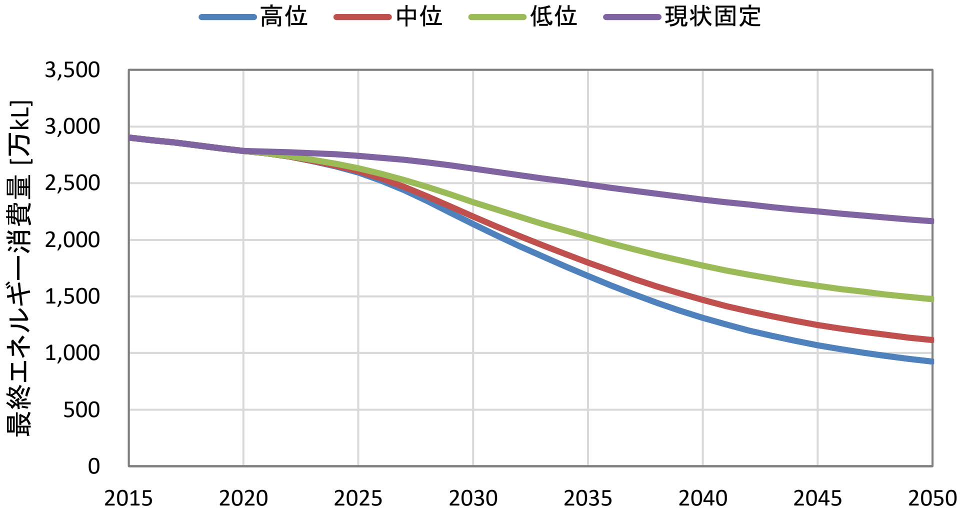


図 2-16 最終エネルギー消費量の推計結果：家庭用給湯

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-17、表 2-7 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 1,049 万 kL/年であり、このうち、ガス温水給湯器、石油温水給湯器、電気温水器からの代替効果は 937 万 kL/年、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 112 万 kL/年と推計される。

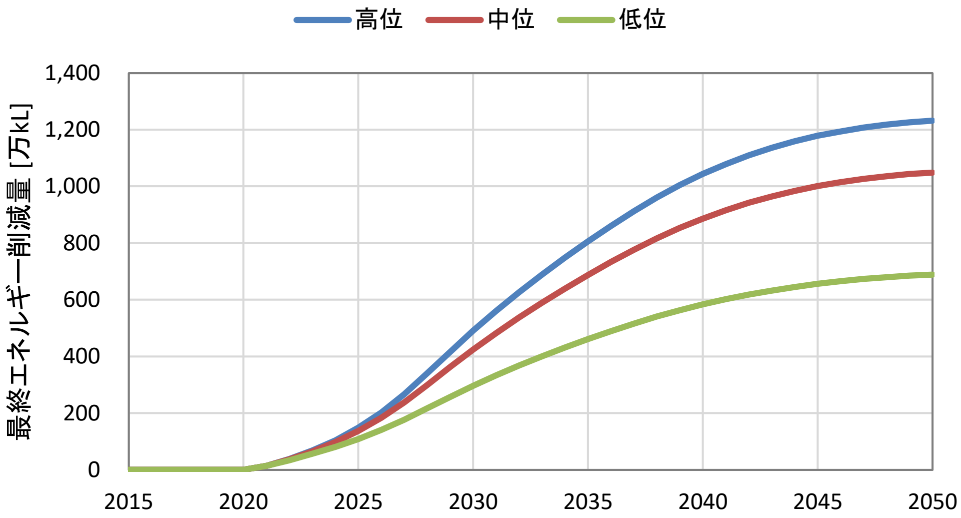


図 2-17 最終エネルギー削減量の推計結果：家庭用給湯

表 2-7 最終エネルギー削減量の内訳:家庭用給湯

シナリオ	内訳		省エネ効果(万 kL/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		491	1,044	1,237
		他の給湯器からの代替効果	477	975	1,104
		HP 給湯機の効率改善効果	14	68	128
		次世代電気温水器による効果	0	0	6
中位	合計		425	886	1,049
		他の給湯器からの代替効果	412	827	937
		HP 給湯機の効率改善効果	13	60	112
低位	合計		297	583	689
		他の給湯器からの代替効果	288	541	610
		HP 給湯機の効率改善効果	9	43	80

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-18 に示す。

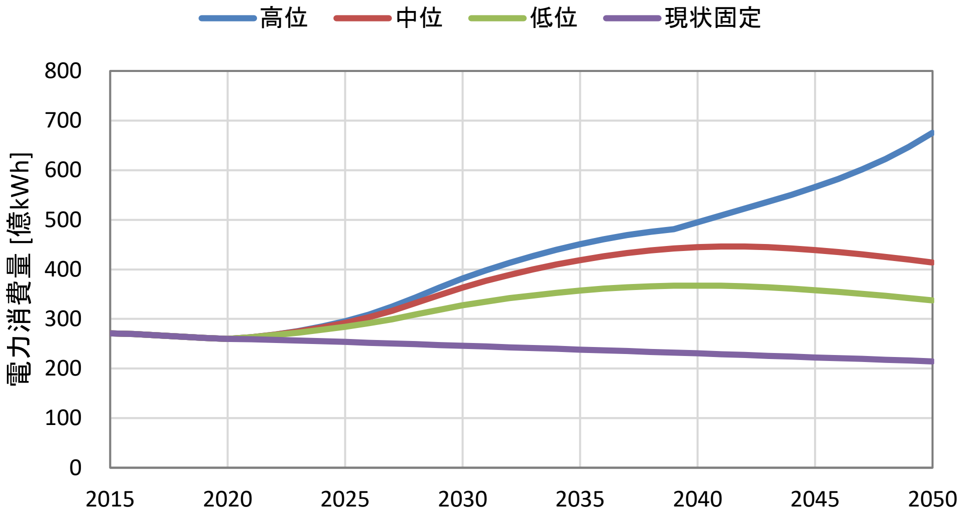


図 2-18 電力消費量の推計結果:家庭用給湯

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-19、表 2-8 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 200 億 kWh/年の増加であり、このうち、ガス温水給湯器、石油温水給湯器、電気温水器からの代替効果は 320 億 kWh/年の増加、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 120 億 kWh/年の減少と推計される。

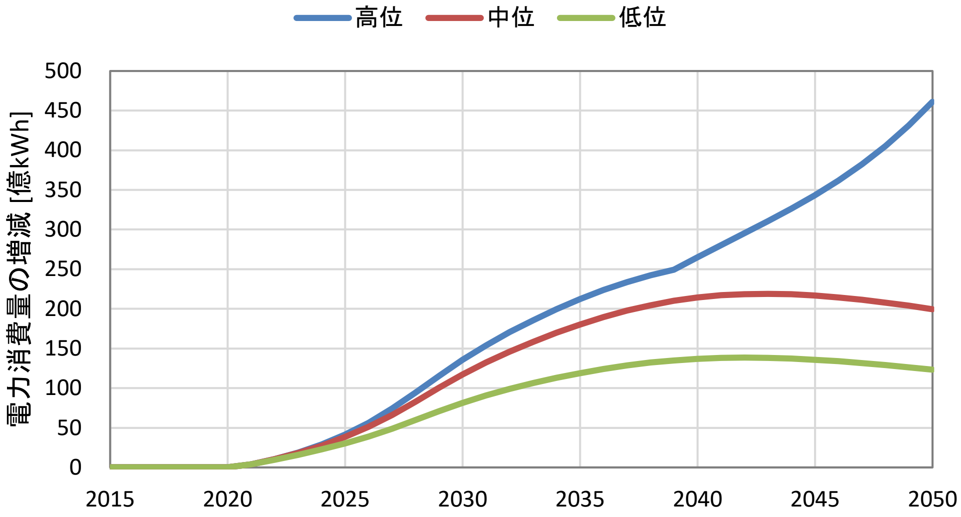


図 2-19 電力消費量の増減の推計結果:家庭用給湯

表 2-8 電力消費量の増減の内訳:家庭用給湯

シナリオ	内訳	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	136	265	461
	他の給湯器からの代替効果	151	328	376
	HP 給湯機の効率改善効果	-16	-74	-138
	次世代電気温水器による効果	0	10	222
中位	合計	117	214	200
	他の給湯器からの代替効果	131	278	320
	HP 給湯機の効率改善効果	-14	-64	-120
低位	合計	81	137	123
	他の給湯器からの代替効果	92	183	209
	HP 給湯機の効率改善効果	-10	-46	-86

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.2　家庭用空調

2.2.1　前提条件

（1）　評価対象とする機器

家庭用空調については、ガス暖房機器及び石油暖房機器を家庭用エアコンで代替する効果並びに、冷房用途における家庭用エアコンの効率向上の効果について評価するものとし、表 2-9 に示す家庭用空調機器を対象とした。なお、電気カーペット、こたつ、電気ストーブ類は対象外とした。

家庭用エアコンについては、日本冷凍空調工業会の自主統計において出荷実績が示されている「家庭用（ルーム）エアコン」と定義した。ガス暖房機器及び石油暖房機器については、ガス石油機器工業会の自主統計において出荷実績が示されている各機器を対象とした。

表 2-9 評価対象とした家庭用空調機器

分析上の機器	統計上の機器	
	統計名	対象機器
家庭用エアコン	日本冷凍空調工業会　自主統計	家庭用（ルーム）エアコン
ガス暖房機器	ガス石油機器工業会　自主統計	ガス温水給湯暖房機のうち暖房専用機
		ガス暖房機器
石油暖房機器	ガス石油機器工業会　自主統計	石油ストーブ
		強制通気形開放式石油ストーブ
		半密閉式石油ストーブ
		密閉式石油ストーブ
		床暖房用石油ストーブ

（2）　市場セグメントの設定

家庭用エアコンの市場は住宅属性によって異なることから、表 2-10 に示すとおり、家庭用空調市場を①～④の 4 つのセグメントに区分した。なお、地域区分については、以下の定義とした。

- 寒冷地：北海道、東北地方（青森県、岩手県、宮城県、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）
- 温暖地：上記以外の地域

表 2-10 家庭用空調市場のセグメントの設定

分類	地域	建て方
①	寒冷地	戸建住宅
②	寒冷地	集合住宅
③	温暖地	戸建住宅
④	温暖地	集合住宅

2.2.2　算定フロー

家庭用空調市場における家庭用エアコンの普及見通しの算定フローを図 2-20 に示す。

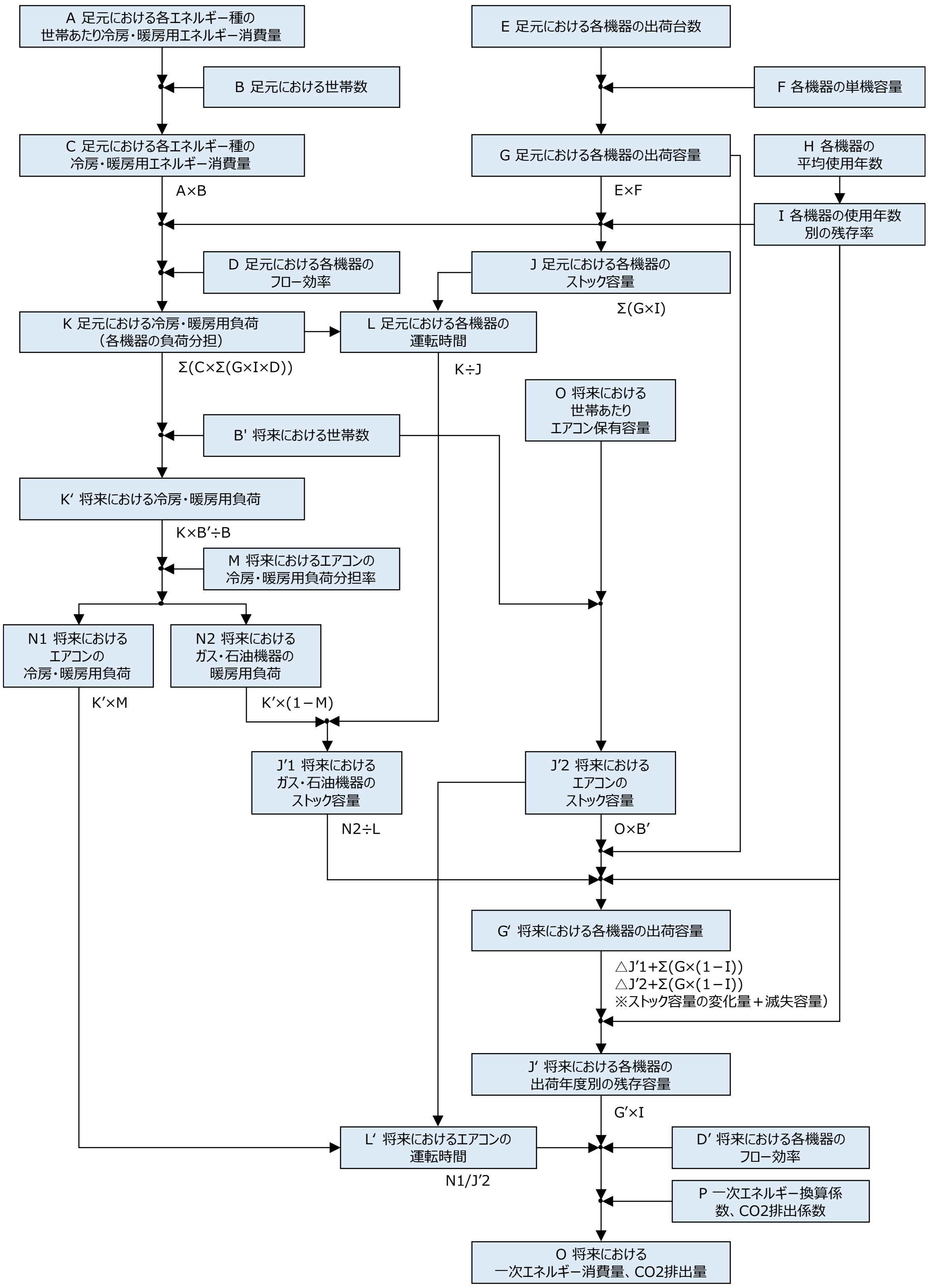


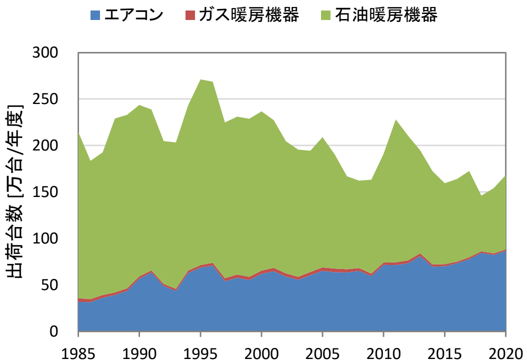
図 2-20　家庭用エアコンの算定フロー

2.2.3　算定に用いたデータ

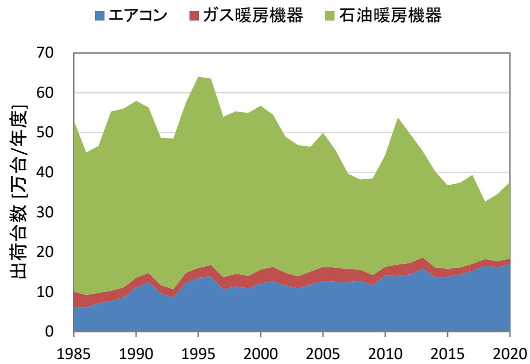
（1）　家庭用空調の市場規模

1）　家庭用空調機器の出荷台数

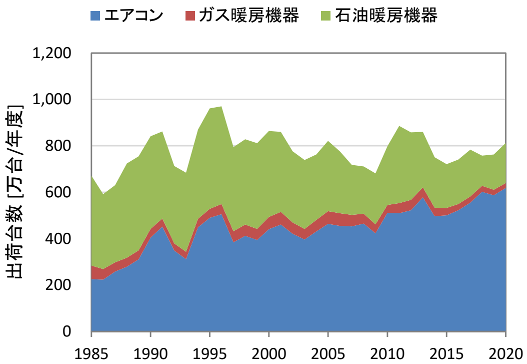
各家庭用空調機器の国内出荷台数の推移を図 2-21 に示す。機器別の国内出荷台数を見ると、寒冷地では石油暖房機器の比率が高いのに対して、温暖地ではエアコンの比率が高い。



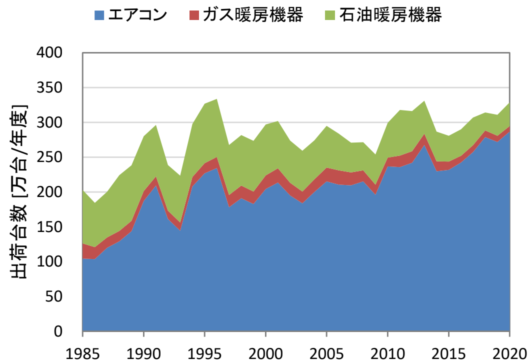
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合



市場セグメント③：温暖地、戸建



市場セグメント④：温暖地、集合

図 2-21　家庭用空調機器の出荷台数推移

出所）日本冷凍空調工業会「家庭用エアコン（ルームエアコン）国内出荷実績」[11]、日本ガス石油機器工業会「ガス石油機器の出荷実績（2021 年度実績追加）」、経済産業省「機械統計年報」（2020 年時系列表その 2）、環境省「令和 2 年度 家庭部門の CO2 排出実態統計調査」[12]等より作成

家庭用エアコンの全国出荷台数は、日本冷凍空調工業会の自主統計より設定した。ガス暖房機器及び石油暖房機器の全国出荷台数は、ガス石油機器工業会の自主統計、ガス・石油機器判断基準ワーキンググループ資料より設定した。過去時点の情報が得られない機器区分については、「機械統計年報」（経済産業省）より得られる当該区分の販売台数の経年変化率等を適用することにより推計した。

また、出荷台数の寒冷地・温暖地別、戸建・集合住宅別の内訳は、「家庭部門の CO2 排出実態統計

[11] https://www.jraia.or.jp/statistic/detail.html?ca=0&ca2=0、2022 年 7 月 5 日取得
[12] https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/kateiCO2tokei.html、2022 年 7 月 5 日取得

調査」(環境省)より得られる各機器の市場セグメント別の使用台数内訳と等しいと仮定することにより推計した。

2) 家庭用空調機器の単機容量

家庭用エアコンの単機容量は、1997～2020 年度については「省エネ性能カタログ」に掲載されたラインナップの各年度の単純平均値で設定した。また、2021 年度以降は 2020 年度の値で一定、1996 年度以前は 1997 年度の値で一定と設定した。

ガス暖房機器及び石油暖房機器の単機容量は、「省エネ性能カタログ」に掲載された 2004～2020 年度におけるラインナップの年度別の単純平均値は概ね横ばいで推移しているため、分析期間を通じて同カタログ掲載ラインナップの 2004～2020 年度の単純平均値のまま一定と設定した。

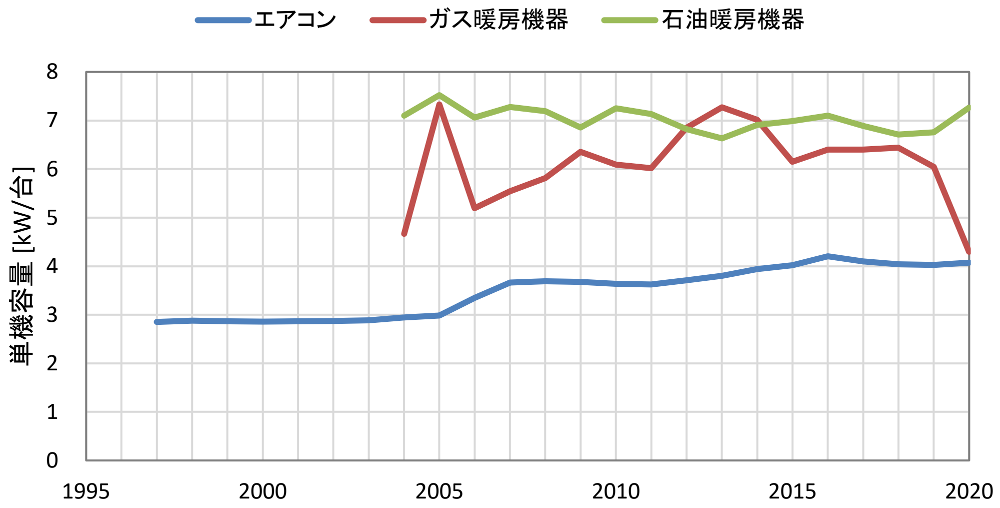


図 2-22 家庭用空調機器の単機容量

出所)資源エネルギー庁「省エネ性能カタログ」[13]から作成

[13] https://seihinjyoho.go.jp/catalog/、2022 年 7 月 5 日取得

3） 家庭用空調機器のフロー効率

家庭用空調機器の機器別のフロー効率は、図 2-23 に示すとおり設定した。

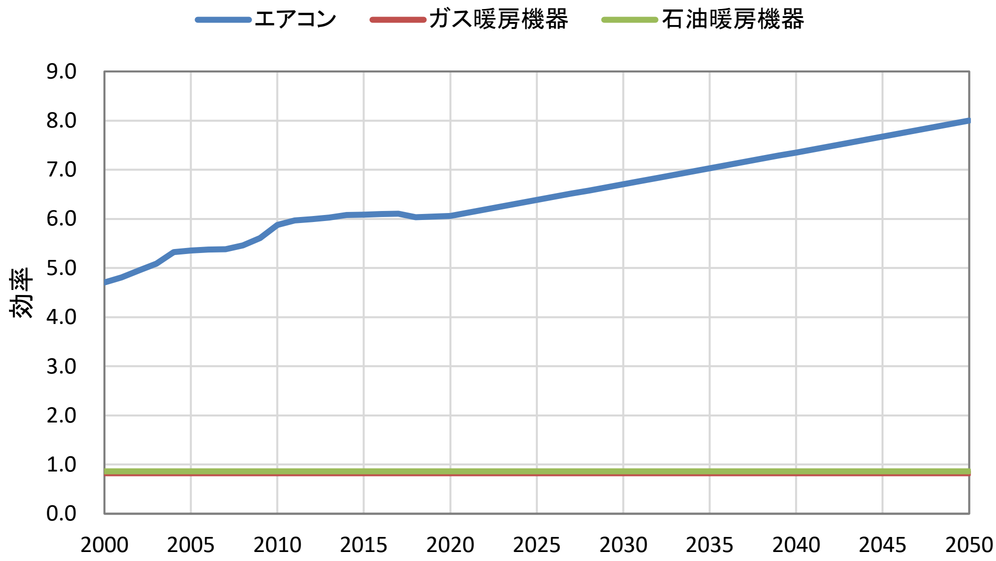


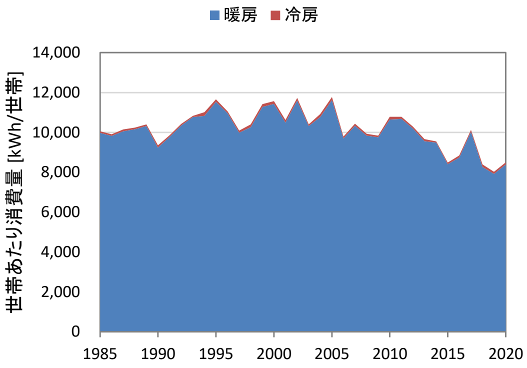
図 2-23 家庭用空調機器の機器別のフロー効率の想定

家庭用エアコンについては、2006 年度から 2020 年度は「省エネ性能カタログ」（資源エネルギー庁）掲載機種の容量規模別の APF に対して、各年度の容量規模別出荷台数による加重平均をとることにより設定した。APF が存在しない 2000 年度から 2005 年度については、APF の経年変化率は COP の経年変化率の 1/2 と仮定することで設定した。また、2050 年度には APF 8.0 へと改善していくものと設定した。

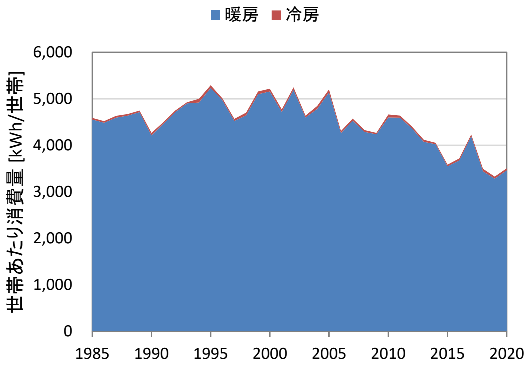
ガス煖房機器及び石油暖房機器については、「省エネ性能カタログ」（資源エネルギー庁）掲載機種の単純平均値より設定した。石油暖房機器は強制対流式の平均値を、ガス暖房機器は全タイプの平均値を採用した。

4） 世帯あたり空調用エネルギー消費量

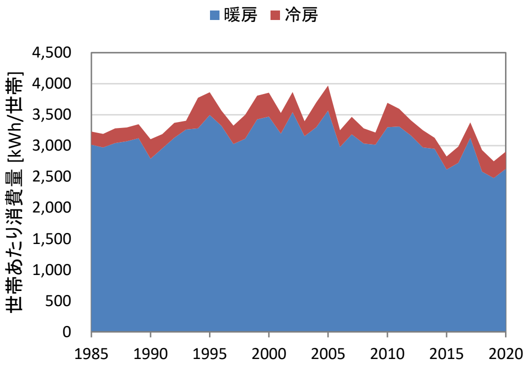
世帯あたり空調用エネルギー消費量（二次エネルギーベース）の推移を図 2-24 に示す。寒冷地、温暖地ともに、戸建住宅よりも集合住宅の方が世帯あたり空調用エネルギー消費量は小さい。



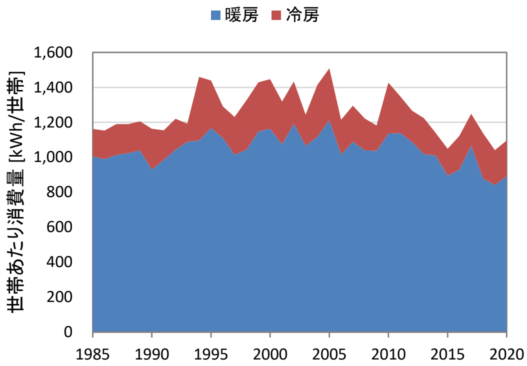
市場セグメント①:寒冷地、戸建



市場セグメント②:寒冷地、集合



市場セグメント③:温暖地、戸建



市場セグメント④:温暖地、集合

図 2-24 世帯あたり空調用エネルギー消費量(二次エネルギーベース)推移

出所)日本エネルギー経済研究所(EDMC)「2022 エネルギー・経済統計要覧」(2022 年 4 月 27 日発行)、環境省「令和 2 年度 家庭部門の CO2 排出実態統計調査」より作成

世帯あたり空調エネルギー消費量は、「エネルギー・経済統計要覧」におけるエネルギー種別消費量推移及び、「家庭部門の CO2 排出実態統計調査」より得られる各エネルギー種別の寒冷地・温暖地別、戸建・集合住宅別の世帯あたり空調エネルギー消費量分布に基づき推計した。

5) 家庭用空調機器の平均使用年数、残存曲線

家庭用エアコンの平均使用年数は、「消費動向調査」(内閣府)の 2021 年度時点におけるルームエアコンの平均使用年数である 13.7 年と設定した。ガス暖房機器及び石油暖房機器については、「機械器具等の省エネルギー対策の検討に係る調査」(平成 27 年度)におけるガスストーブ及び石油ストーブの平均使用年数(ガス石油機器工業会による平成 18 年時点アンケート調査結果)である、約 11 年及び約 10 年を各々採用した。

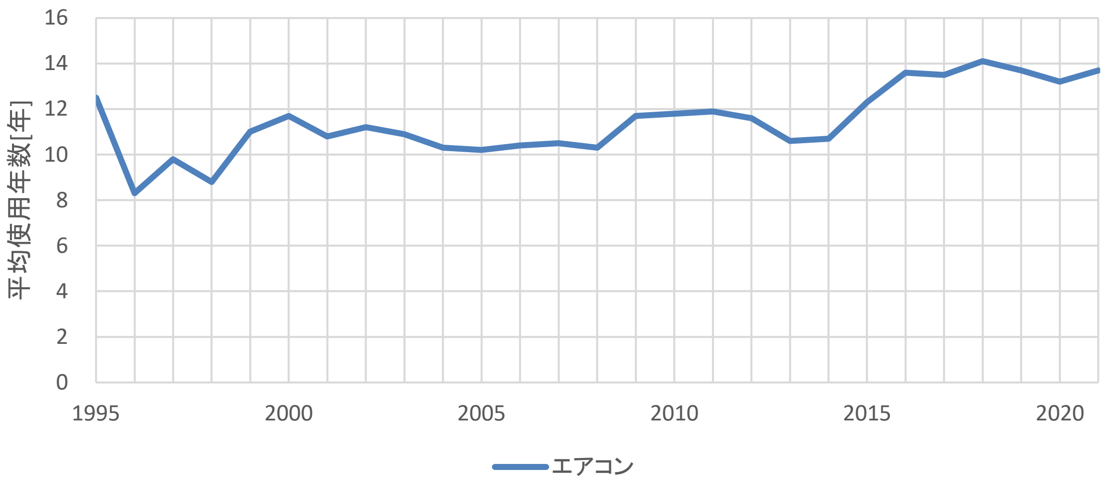


図 2-25 家庭用エアコンの平均使用年数

出所)内閣府「消費動向調査」[14]より作成

残存曲線(使用年数別の残存率)は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータであるα、βを設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される家庭用空調機器の平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率=e^(-α(〖経過年数〗^β))

以上より設定した残存曲線を図 2-26 に示す。

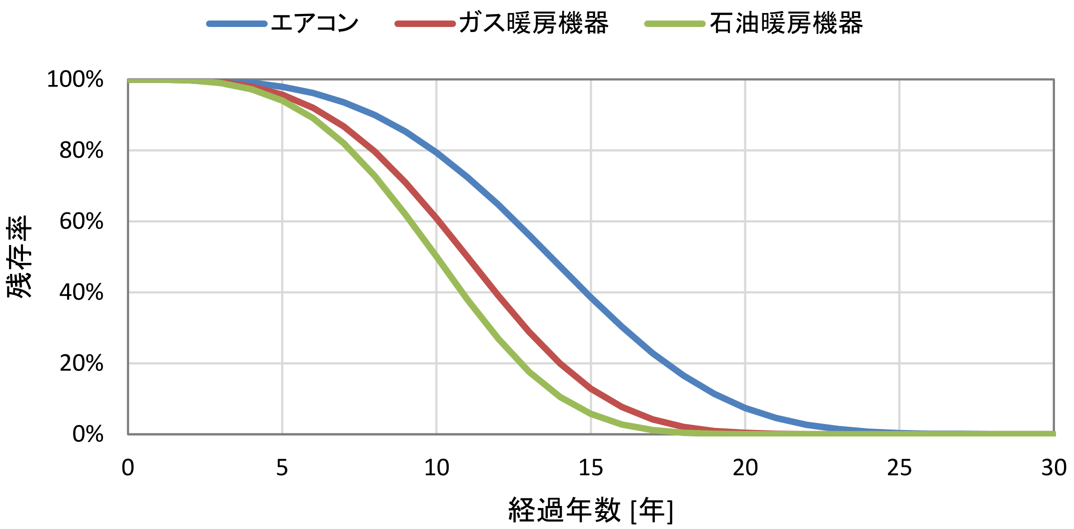


図 2-26 家庭用空調機器の残存曲線

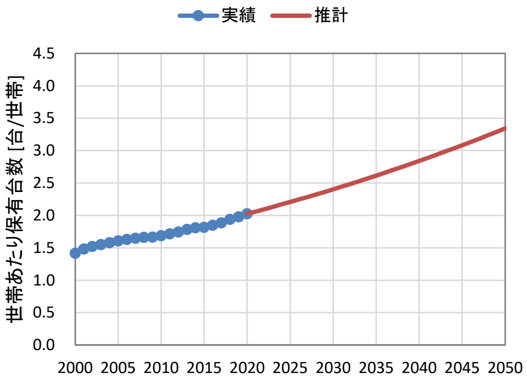
6) 家庭用空調の市場規模(空調負荷)

空調負荷は、世帯数に世帯あたり空調負荷を乗じることにより推計した。

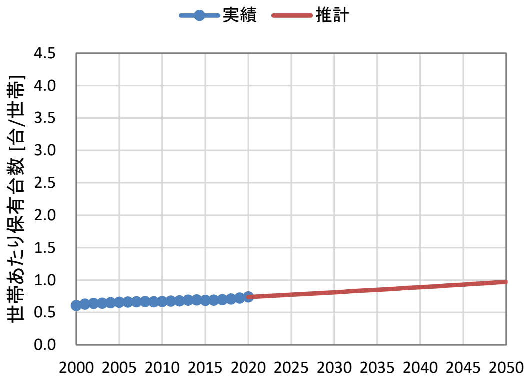
[14] https://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/shouhi.html、2022 年 7 月 5 日取得

世帯あたり空調負荷については、はじめに、前述の世帯あたり空調用エネルギー消費量に各機器のストック効率を乗じることにより、足元における世帯あたり空調負荷を推計した。ストック効率は、前述の年度別出荷台数に単機容量及び残存率を乗じることにより経過年数毎の残存容量シェアを推計し、これを年度別フロー効率に乗じることにより推計した。

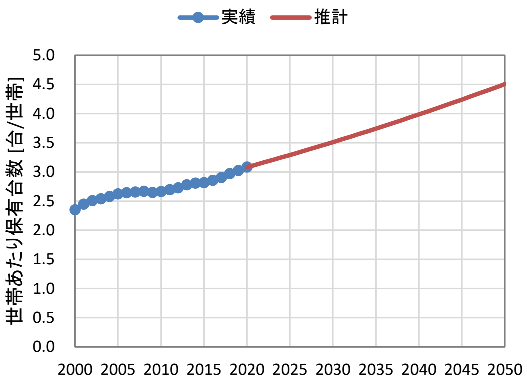
次に、将来における世帯あたり空調負荷については、暖房負荷は足元から変化なしと設定した。他方で、冷房負荷は、世帯あたりエアコン保有台数に比例するものと設定した。将来の世帯あたりエアコン保有台数は、出荷実績値より足元のエアコンの世帯あたり保有台数を推計し、その推移状況に対してロジスティック回帰を適用することで図 2-27 に示すとおり設定した。



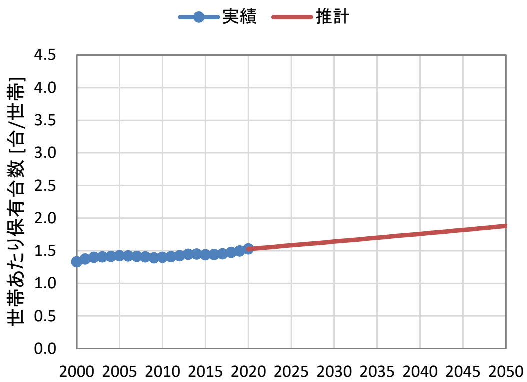
市場セグメント①:寒冷地、戸建



市場セグメント②:寒冷地、集合



市場セグメント③:温暖地、戸建

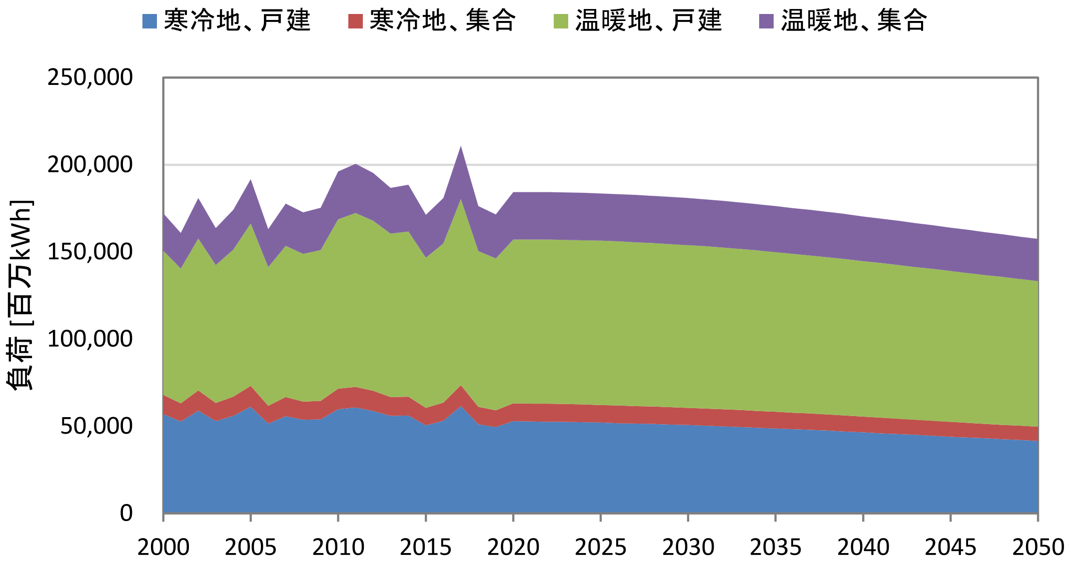


市場セグメント④:温暖地、集合

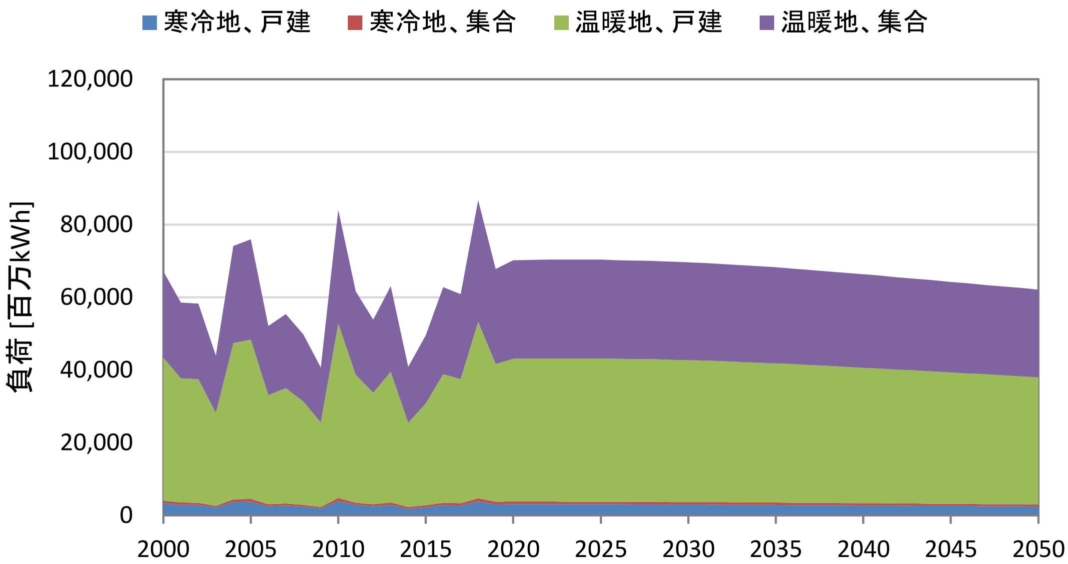
図 2-27 世帯あたり家庭用エアコン保有台数推移

将来の世帯数は、第 2.1 項の家庭用給湯における設定と同様に、国立社会保障・人口問題研究所による世帯数及び人口の将来推計及び「住宅・土地統計調査」より推計した。

以上で設定した世帯あたり空調負荷及び世帯数を乗じることにより推計した空調負荷を図 2-28 に示す。



暖房負荷



冷房負荷

図 2-28 家庭用空調負荷の推移

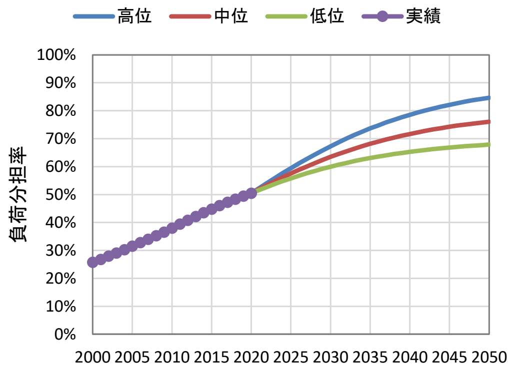
（2） 家庭用エアコンの暖房負荷分担率

家庭用暖房市場における家庭用エアコンの負荷分担率については、エネルギー種別の暖房用エネルギー消費量、機器別のフロー効率の実績値等より足元の家庭用エアコンの負荷分担率を推計し、その推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-11 に示すとおり、家庭用エアコンのシェアの上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。また、製品寿命の概ね 3 サイクル分の期間を経た 2050 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

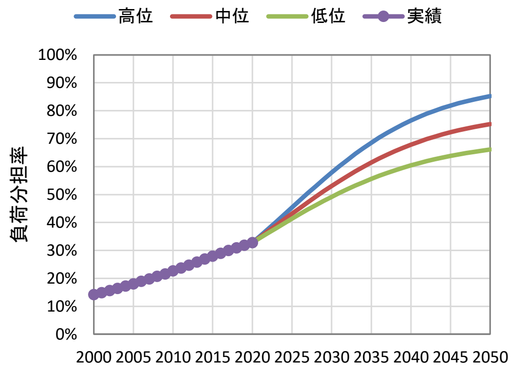
表 2-11　家庭用暖房市場における家庭用エアコンの熱負荷分担率上限の想定

シナリオ	エアコンの導入上限(暖房用熱負荷分担率の上限)
高位	各市場セグメントの暖房用熱負荷×90%
中位	各市場セグメントの暖房用熱負荷×80%
低位	各市場セグメントの暖房用熱負荷×70%

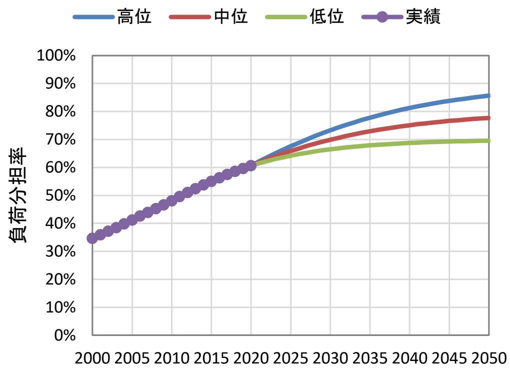
以上の想定に基づき推計した、将来の家庭用暖房市場における家庭用エアコンの負荷分担率を図 2-29 に示す。



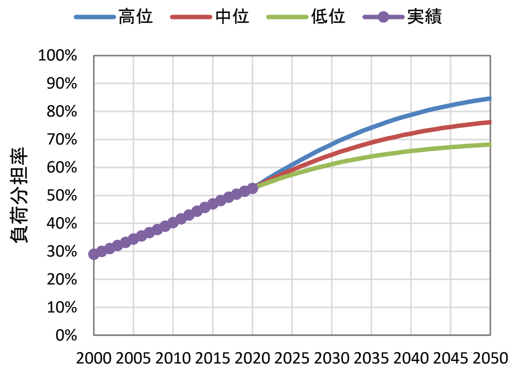
市場セグメント①:寒冷地、戸建



市場セグメント②:寒冷地、集合



市場セグメント③:温暖地、戸建



市場セグメント④:温暖地、集合

図 2-29　将来の家庭用暖房市場における家庭用エアコンの負荷分担率の想定

2.2.4　算定結果

(1)　出荷容量、ストック容量

以上の想定に基づく、家庭用エアコンの出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-30、図 2-31 に示す。

家庭用エアコンの出荷容量及び普及容量は、世帯あたり保有台数、単機容量、世帯数に基づき設定されるが、いずれも 3 シナリオで共通の設定を行っているため、出荷容量及び普及容量はシナリオによらず等しい結果となる。

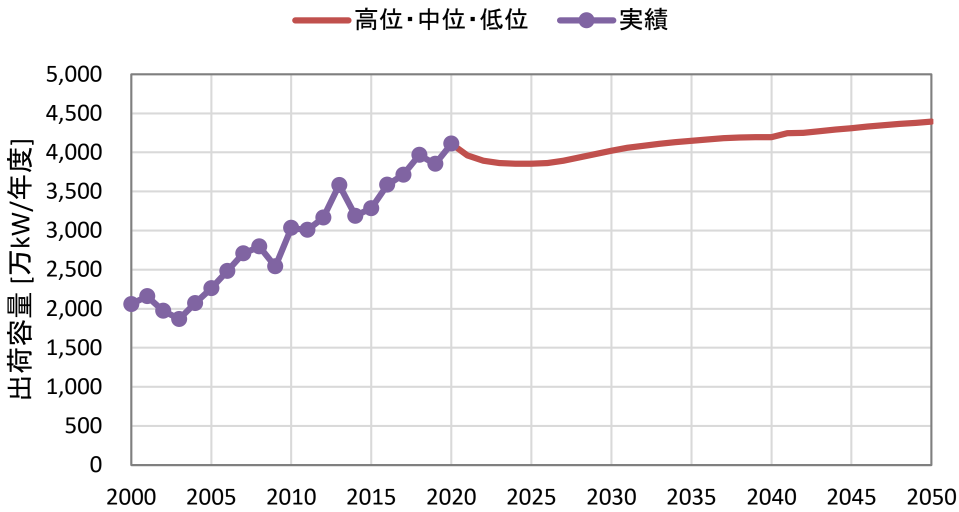


図 2-30　家庭用エアコンの出荷容量の推計結果

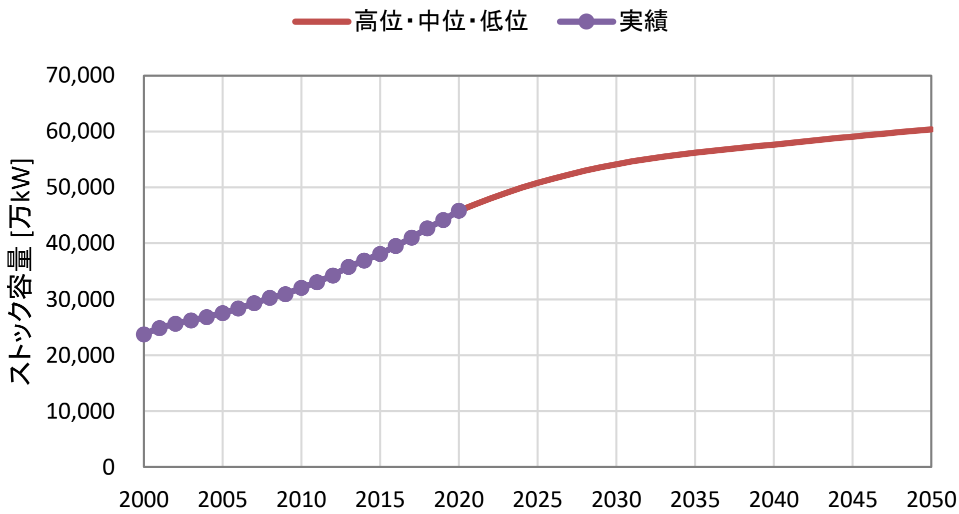
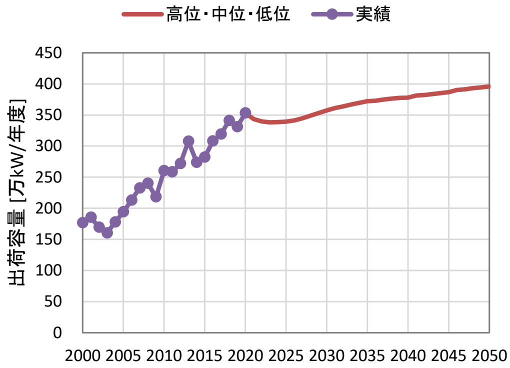


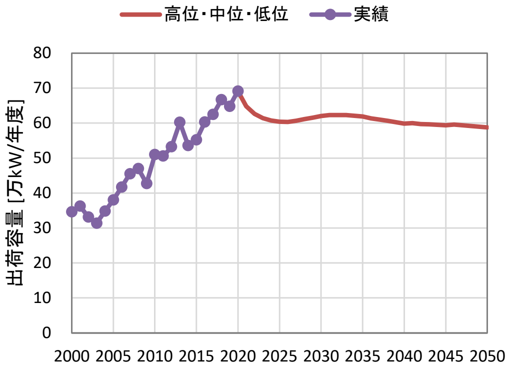
図 2-31　家庭用エアコンのストック容量の推計結果

（参考）市場セグメント別の出荷容量

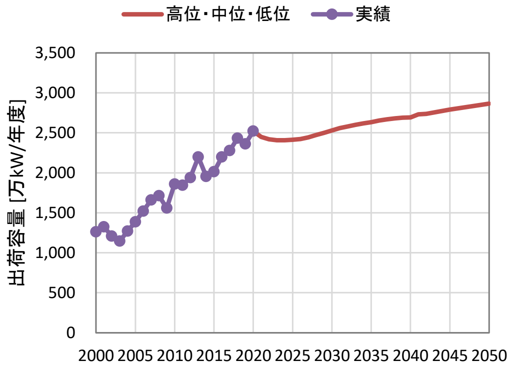
参考として、市場セグメント別の高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオそれぞれにおける家庭用エアコンの出荷容量及びストック容量の推計結果を図 2-32、図 2-33 に示す。



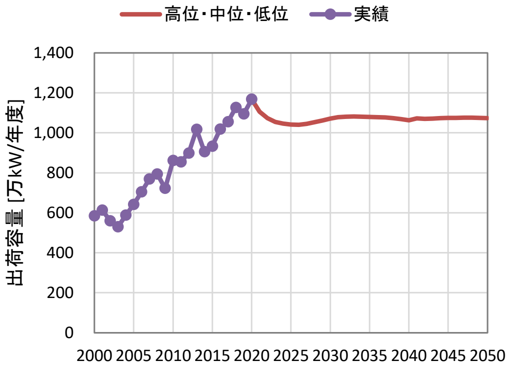
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合

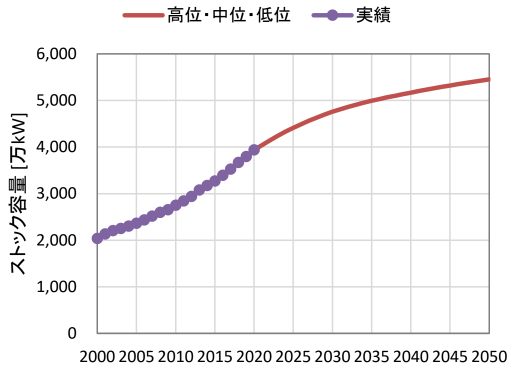


市場セグメント③：温暖地、戸建

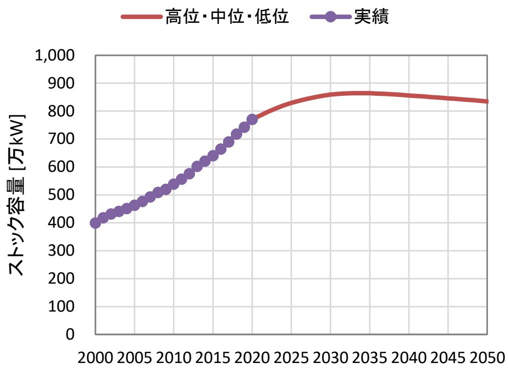


市場セグメント④：温暖地、集合

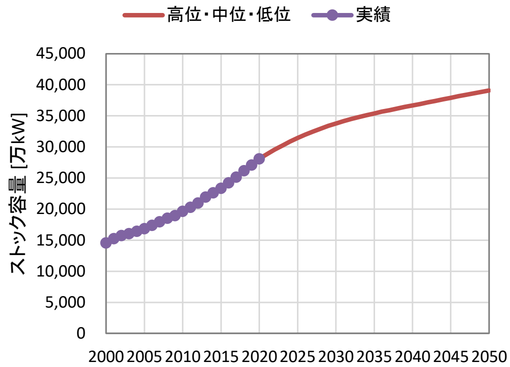
図 2-32 市場セグメント別の家庭用エアコンの出荷容量



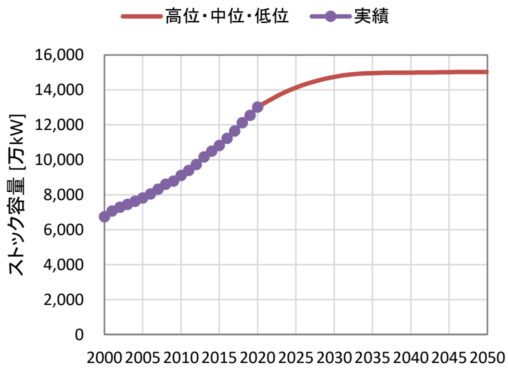
市場セグメント①：寒冷地、戸建



市場セグメント②：寒冷地、集合



市場セグメント③：温暖地、戸建



市場セグメント④：温暖地、集合

図 2-33 市場セグメント別の家庭用エアコンのストック容量

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記で推計した出荷台数、ストック容量、フロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-34、図 2-35 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の家庭用エアコンの負荷分担率及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

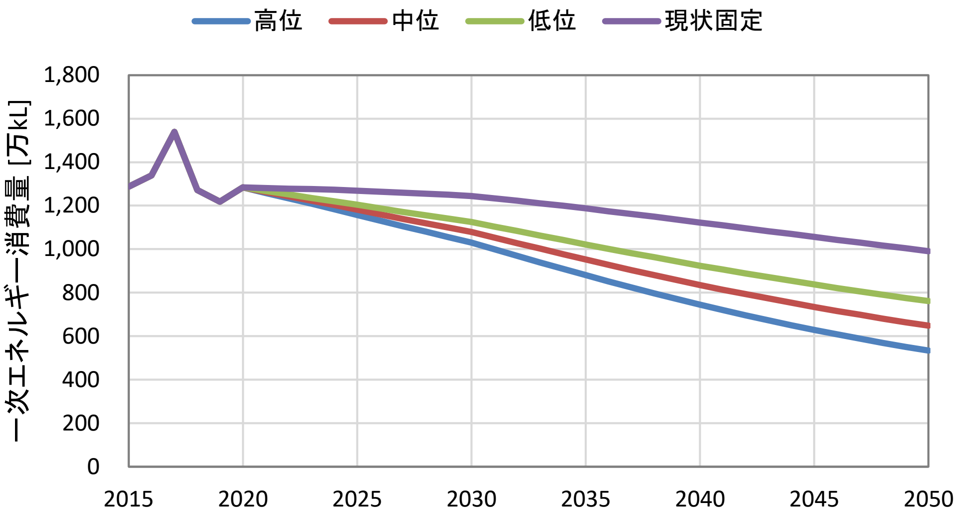


図 2-34 一次エネルギー消費量の推計結果：家庭用空調（暖房分）

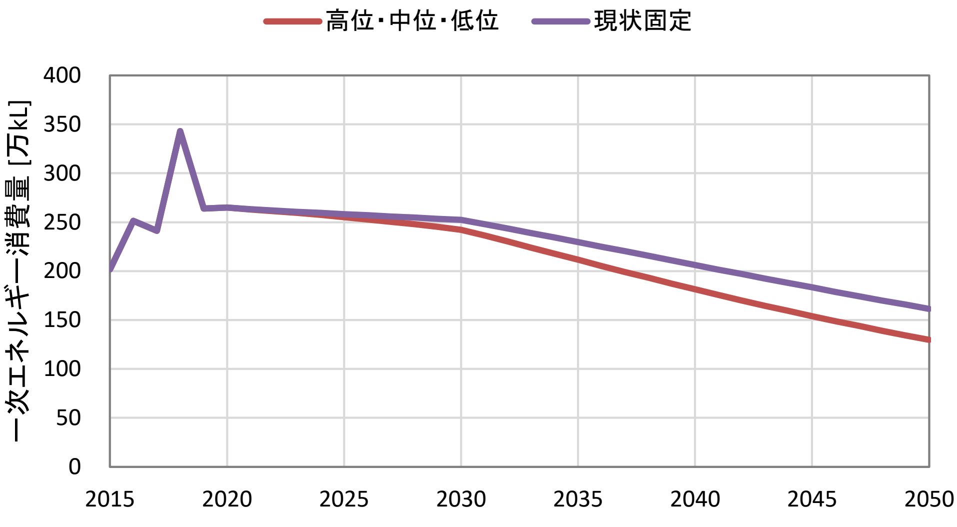


図 2-35 一次エネルギー消費量の推計結果：家庭用空調（冷房分）

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-36、図 2-37、表 2-12 に示す。

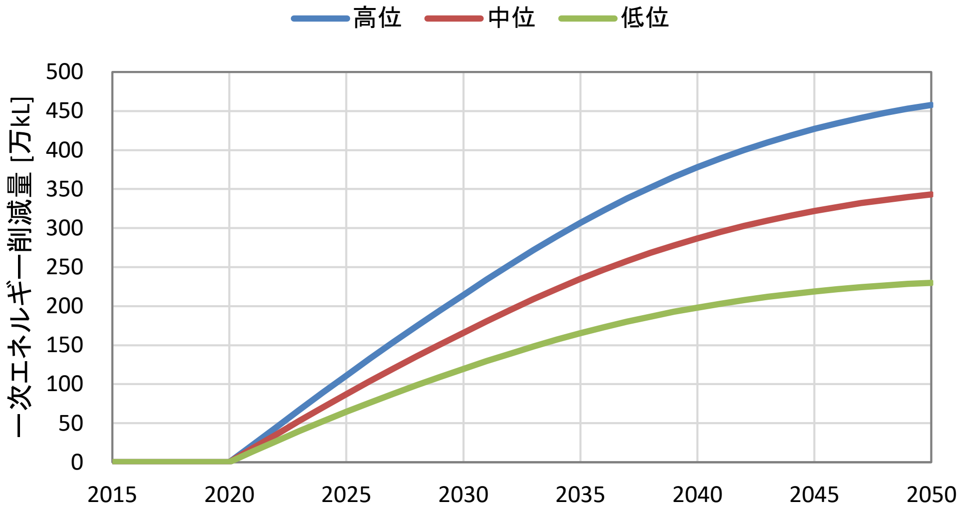


図 2-36 省エネ効果の推計結果:家庭用空調(暖房分)

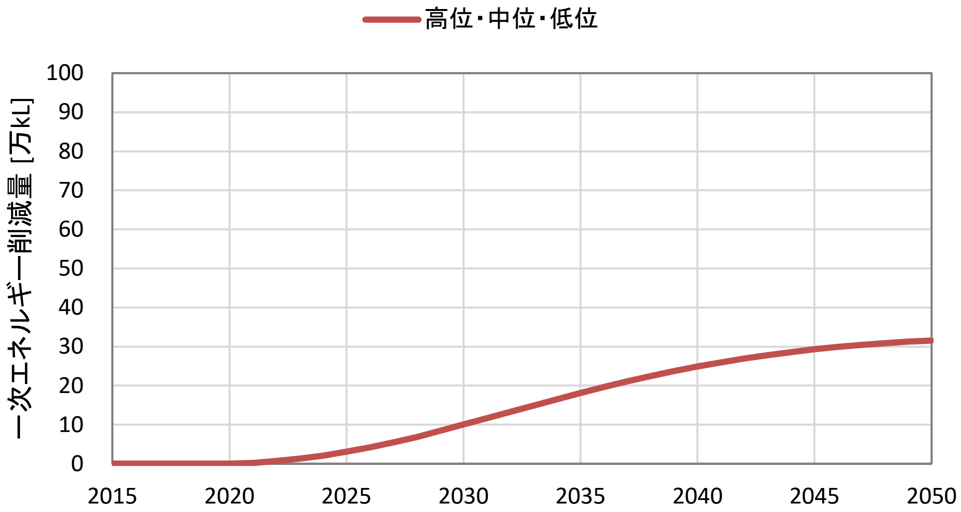


図 2-37 省エネ効果の推計結果:家庭用空調(冷房分)

表 2-12 省エネ効果の内訳：家庭用空調

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		224	403	489
		他の暖房機器からの代替効果	196	327	390
		エアコンの効率改善効果	28	76	100
	暖房		214	378	458
		他の暖房機器からの代替効果	196	327	390
		エアコンの効率改善効果	18	51	68
	冷房		10	25	32
		エアコンの効率改善効果	10	25	32
中位	合計		176	312	375
		他の暖房機器からの代替効果	148	240	282
		エアコンの効率改善効果	28	72	93
	暖房		166	287	343
		他の暖房機器からの代替効果	148	240	282
		エアコンの効率改善効果	17	47	62
	冷房		10	25	32
		エアコンの効率改善効果	10	25	32
低位	合計		129	223	262
		他の暖房機器からの代替効果	103	155	175
		エアコンの効率改善効果	27	68	87
	暖房		119	198	230
		他の暖房機器からの代替効果	103	155	175
		エアコンの効率改善効果	17	43	55
	冷房		10	25	32
		エアコンの効率改善効果	10	25	32

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-38、図 2-39、表 2-13 に示す。2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 913 万 t-CO2/年と推計される。

冷房分については、CO2 削減効果は 2030 年代後半に向けて増加した後に減少に転じる見込みとなっている。これは、他機器の代替が存在せず電力利用機器（家庭用エアコン）の効率向上のみが評価される冷房分については、電力の CO2 原単位の低減が中長期的に進展していくにつれて単位消費電力削減量あたりの CO2 削減効果が小さくなることの影響が顕著に表れるためである。

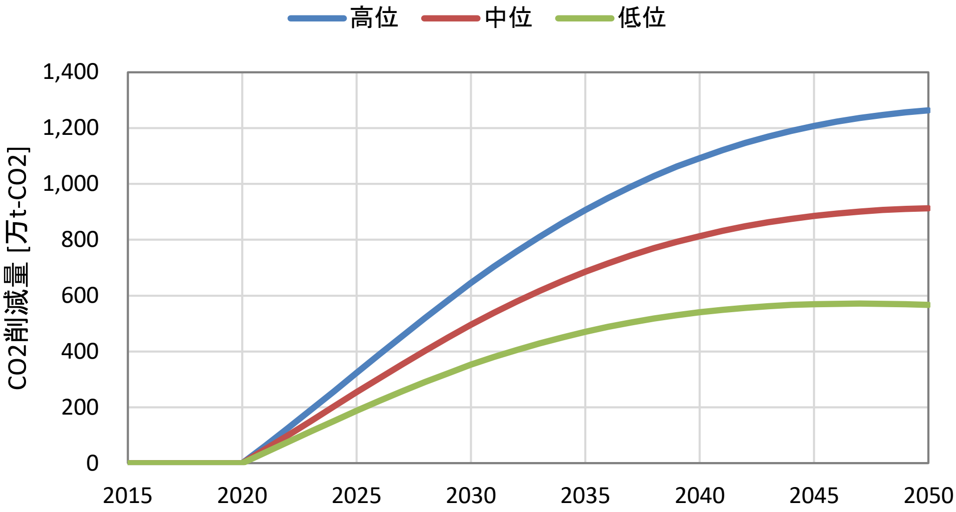


図 2-38 CO2 削減効果の推計結果：家庭用空調（暖房分）

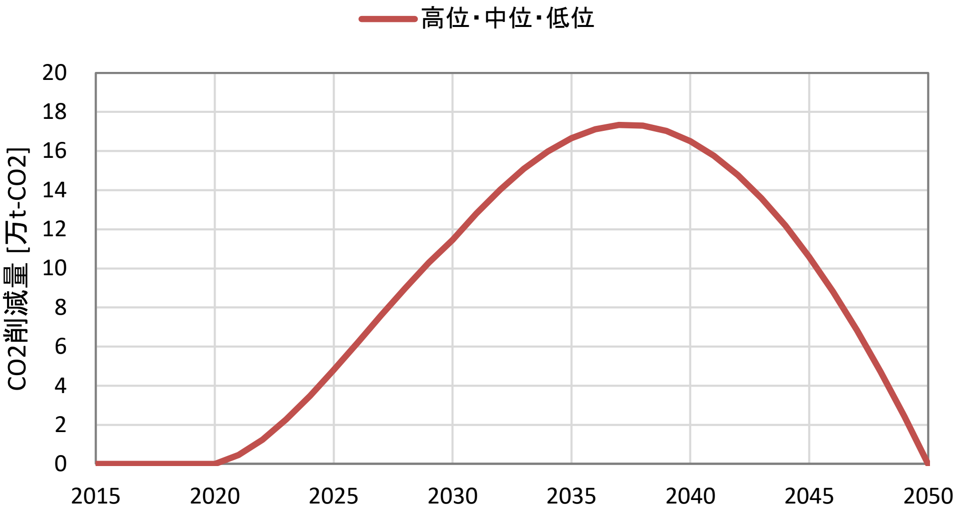


図 2-39 CO2 削減効果の推計結果：家庭用空調（冷房分）

表 2-13 CO2 削減効果の内訳：家庭用空調

シナリオ	内訳		CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		657	1,109	1,263
		他の暖房機器からの代替効果	613	1,042	1,263
		エアコンの効率改善効果	44	67	0
	暖房		645	1,093	1,263
		他の暖房機器からの代替効果	613	1,042	1,263
		エアコンの効率改善効果	32	50	0
	冷房		11	17	0
		エアコンの効率改善効果	11	17	0
中位	合計		507	830	913
		他の暖房機器からの代替効果	465	766	913
		エアコンの効率改善効果	43	64	0
	暖房		496	813	913
		他の暖房機器からの代替効果	465	766	913
		エアコンの効率改善効果	31	48	0
	冷房		11	17	0
		エアコンの効率改善効果	11	17	0
低位	合計		364	557	567
		他の暖房機器からの代替効果	322	496	567
		エアコンの効率改善効果	42	61	0
	暖房		352	541	567
		他の暖房機器からの代替効果	322	496	567
		エアコンの効率改善効果	30	45	0
	冷房		11	17	0
		エアコンの効率改善効果	11	17	0

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-40、図 2-41 に示す。

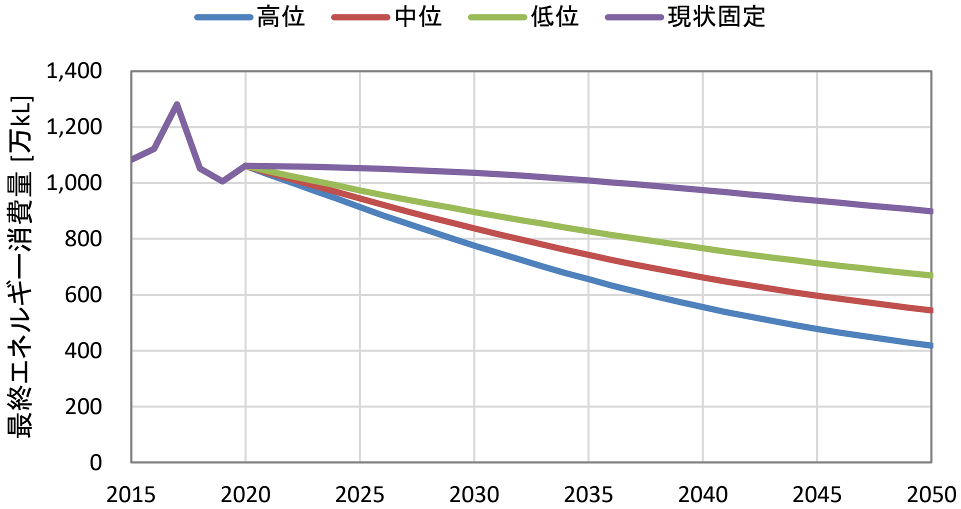


図 2-40 最終エネルギー消費量の推計結果：家庭用空調（暖房分）

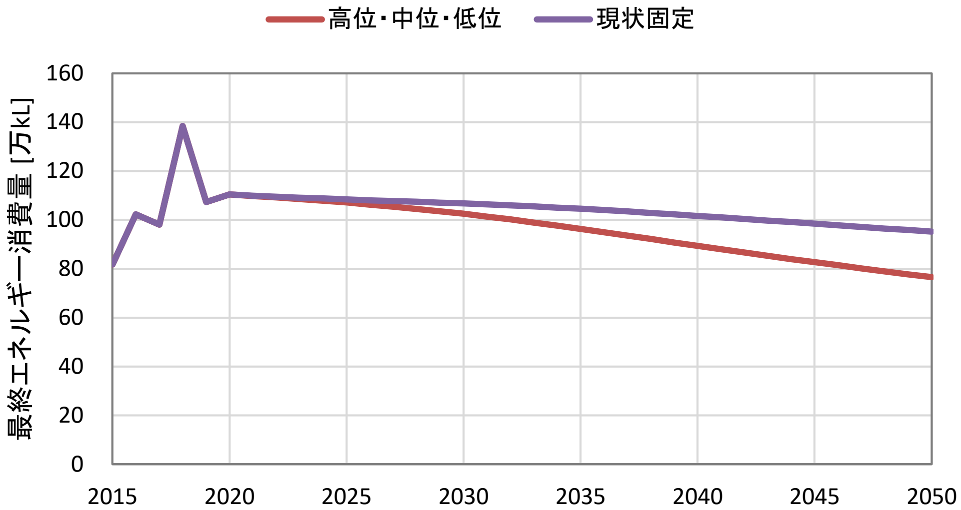


図 2-41 最終エネルギー消費量の推計結果：家庭用空調（冷房分）

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-42、図 2-43、表 2-14 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 373 万 kL/年であり、このうち、ガス暖房機器、石油暖房機器からの代替効果は 318 万 kL/年、家庭用エアコンの効率改善効果は 55 万 kL/年と推計される。

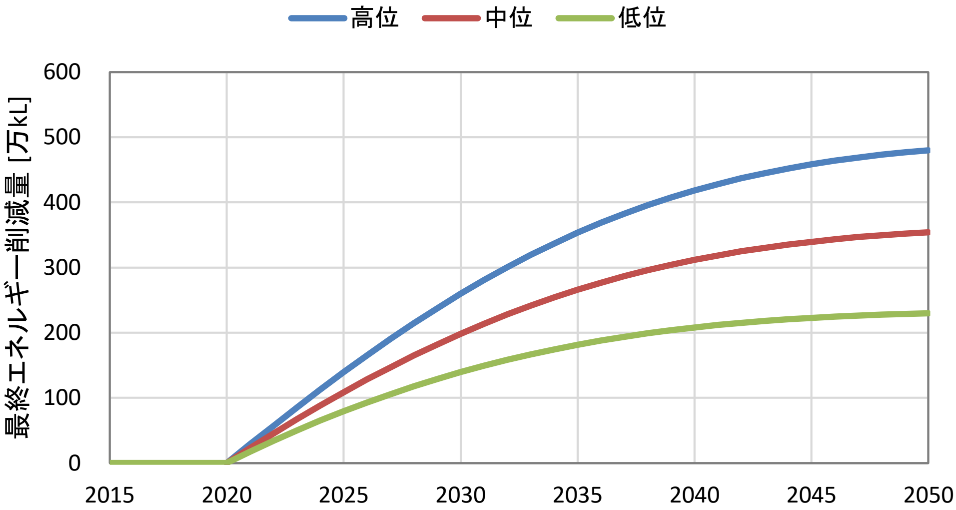


図 2-42 最終エネルギー削減量の推計結果：家庭用空調（暖房分）

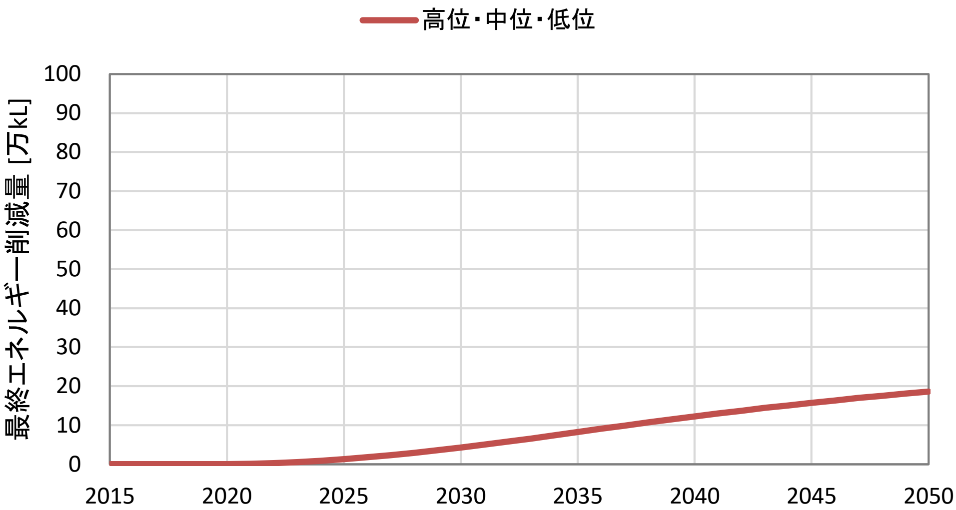


図 2-43 最終エネルギー削減量の推計結果：家庭用空調（冷房分）

表 2-14 最終エネルギー削減量の内訳：家庭用空調

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		264	430	499
		他の暖房機器からの代替効果	252	393	440
		エアコンの効率改善効果	12	37	59
	暖房		260	418	480
		他の暖房機器からの代替効果	252	393	440
		エアコンの効率改善効果	8	25	40
	冷房		4	12	19
		エアコンの効率改善効果	4	12	19
中位	合計		203	324	373
		他の暖房機器からの代替効果	191	289	318
		エアコンの効率改善効果	12	35	55
	暖房		198	312	354
		他の暖房機器からの代替効果	191	289	318
		エアコンの効率改善効果	7	23	36
	冷房		4	12	19
		エアコンの効率改善効果	4	12	19
低位	合計		144	220	249
		他の暖房機器からの代替効果	132	187	197
		エアコンの効率改善効果	11	33	51
	暖房		139	208	230
		他の暖房機器からの代替効果	132	187	197
		エアコンの効率改善効果	7	21	32
	冷房		4	12	19
		エアコンの効率改善効果	4	12	19

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（5） 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-44、図 2-45 に示す。

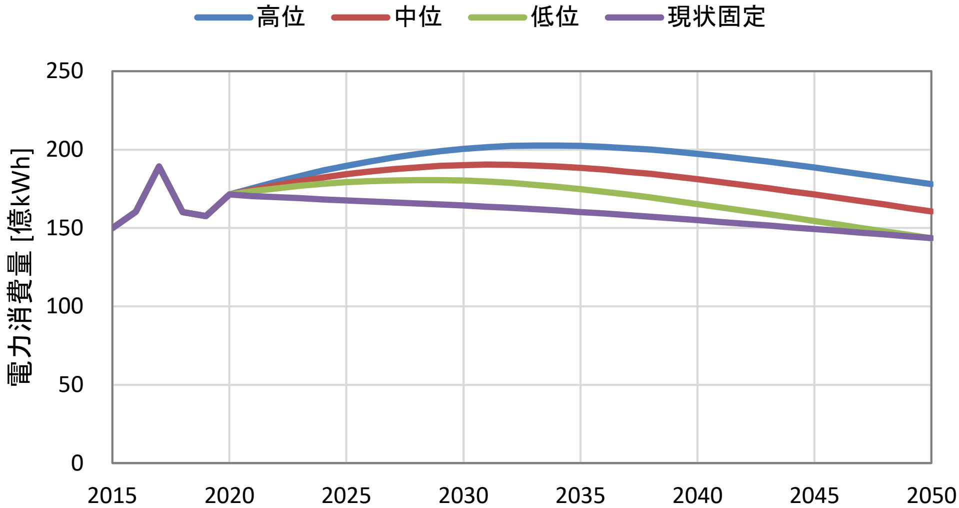


図 2-44 電力消費量の推計結果：家庭用空調（暖房分）

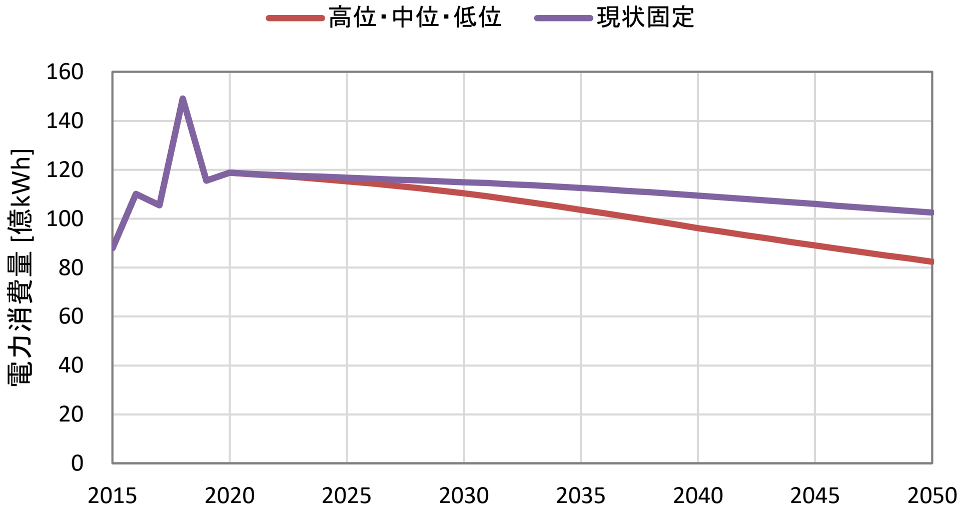


図 2-45 電力消費量の推計結果：家庭用空調（冷房分）

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-46、図 2-47、表 2-15 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 3 億 kWh/年の減少であり、このうち、ガス暖房機器、石油暖房機器からの代替効果は 56 億 kWh/年の増加、家庭用エアコンの効率改善効果は 59 億 kWh/年の減少と推計される。

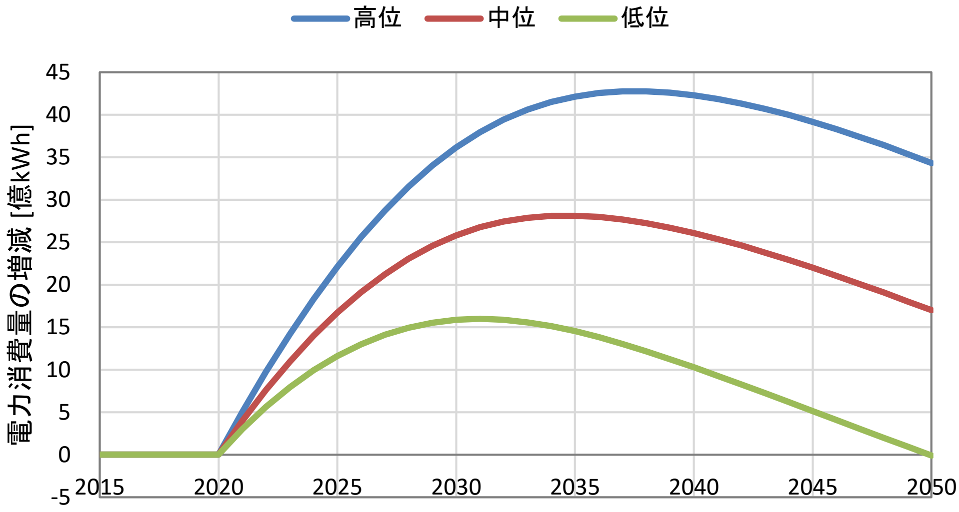


図 2-46 電力消費量の増減の推計結果:家庭用空調(暖房分)

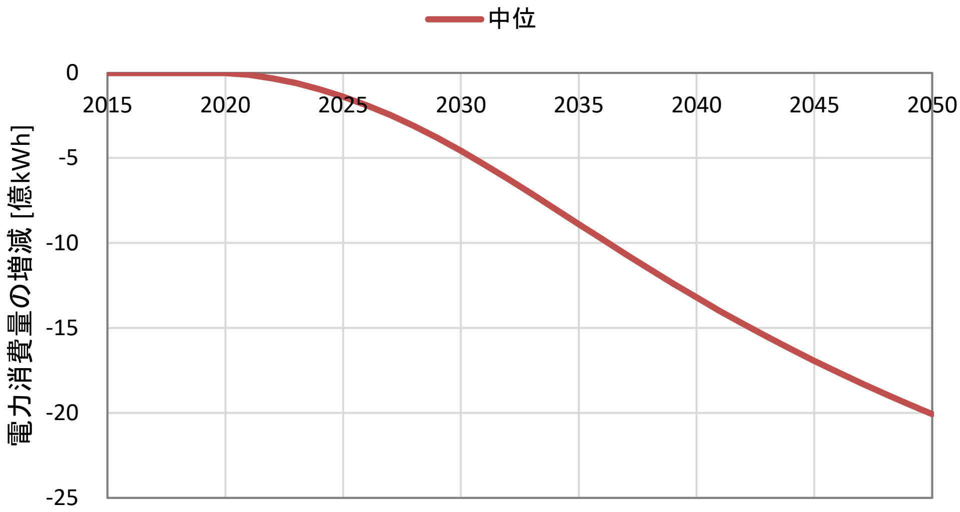


図 2-47 電力消費量の増減の推計結果:家庭用空調(冷房分)

表 2-15 電力消費量の増減の内訳：家庭用空調

シナリオ	内訳		電力消費量の増減(億 kWh/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		32	29	14
		他の暖房機器からの代替効果	45	69	78
		エアコンの効率改善効果	-13	-40	-63
	暖房		36	42	34
		他の暖房機器からの代替効果	45	69	78
		エアコンの効率改善効果	-8	-27	-43
	冷房		-5	-13	-20
		エアコンの効率改善効果	-5	-13	-20
中位	合計		21	13	-3
		他の暖房機器からの代替効果	34	51	56
		エアコンの効率改善効果	-13	-38	-59
	暖房		26	26	17
		他の暖房機器からの代替効果	34	51	56
		エアコンの効率改善効果	-8	-25	-39
	冷房		-5	-13	-20
		エアコンの効率改善効果	-5	-13	-20
低位	合計		11	-3	-20
		他の暖房機器からの代替効果	23	33	35
		エアコンの効率改善効果	-12	-36	-55
	暖房		16	10	-0
		他の暖房機器からの代替効果	23	33	35
		エアコンの効率改善効果	-8	-23	-35
	冷房		-5	-13	-20
		エアコンの効率改善効果	-5	-13	-20

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.3　業務用給湯

2.3.1　前提条件

（1）　評価対象とする機器

業務用給湯機については、燃焼式給湯器をヒートポンプ給湯機で代替する効果について評価するものとし、表 2-16 に示す業務用給湯機を対象とした。

ヒートポンプ給湯機については、日本冷凍空調工業会の自主統計において出荷実績が示されている「業務用ヒートポンプ給湯機」と定義した。燃焼式給湯器については、日本暖房機器工業会の「暖房機器年鑑」及び日本ガス石油機器工業会の自主統計において、出荷実績が示されている各機器を対象とした。

なお、小型貫流ボイラについては、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）」報告書における想定を参考に、50%を業務用給湯、残りの 50%を産業用加温と想定した。同様に、ガス貯蔵湯沸器、ガス貯湯湯沸器、石油小形給湯器についても、同文献における想定を参考に 7.5%を業務用給湯、残りの 92.5%を家庭用給湯と想定した。

また、高位シナリオにおいては、次世代電気温水器の 2040 年度以降普及を想定した。

表 2-16 評価対象とした業務用給湯機

分析上の機器	統計上の機器	
	統計名	対象機器
HP 給湯機	日本冷凍空調工業会 自主統計	業務用ヒートポンプ給湯機
燃焼式給湯器	日本暖房機器工業会 暖房機器年鑑	ガスだき温水ボイラのうち業務用
		油だき温水ボイラのうち 34.9kW 超
		小型貫流ボイラのうち 50%
		真空式・無圧式温水発生機
	日本ガス石油機器工業会自主統計	ガス瞬間湯沸器のうち先止式のうち業務用
		ガス貯蔵湯沸器のうち 7.5%
		ガス貯湯湯沸器のうち 7.5%
		石油小型給湯器のうち 7.5%
電気温水器	-	（高位シナリオのみ、2040 年度以降に次世代電気温水器を想定）

（2）　市場セグメントの設定

業務用ヒートポンプ給湯機は、必ずしも業務用建物のすべてに導入可能ではなく、建物の用途や規模によって導入の適否がある。

そこで、過年度調査と同様、表 2-17 に示すとおり、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、業務用ヒートポンプ給湯機の導入適性について判断した。

表 2-17 建物セグメント別の業務用 HP 給湯機の導入適性評価

建物セグメント		給湯システムの現状に基づく導入適性評価	
事務所	10,000m 未満	△	・湯の使用は洗面及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方法も見られたが、現在は給湯の必要な箇所に小型の給湯器や電気温水器を設置する方法が多いため、HP 給湯機の導入が難しいケースが多い。ただし、1 万 m2 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、導入可能と考えられる。
	10,000m 以上	○	
店舗	10,000m 未満	△	・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。したがって、HP 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、導入可能と考えられる。
	10,000m 以上	○	
飲食店		○	・厨房で多くの給湯需要が発生し、ガス給湯器等が用いられている。家庭用と同様、一過式の HP 給湯システムでの対応が可能と考えられる。
学校	保育所	○	・保育所には必ず厨房設備があり給湯需要は多い。小中高校も、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。
	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でこれらのすべてを賄う方法が基本で、HP 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 HP 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 HP 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 HP 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すべてのホテルに適応可能と考えられる。
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でこれらのすべてを賄う方法が多く見られる。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 HP 給湯機の導入が可能と考えられる。 ・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く、HP 給湯機の導入が可能と考えられる。
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でこれらのすべてを賄うのが基本である。厨房については別途給湯器を設置する場合も多く見られるが、いずれの場合も HP 給湯機の導入が可能と考えられる。

建物セグメント		給湯システムの現状に基づく導入適性評価	
	理美容施設	○	・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、HP 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・洗面及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が基本である。プールサイドの暖房も貯湯槽からの湯で賄う場合が多い。現状、最も HP 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でこれらすべてを賄うのが基本であり、HP 給湯機の導入が可能と考えられる。
	上記以外	△	・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。したがって、HP 給湯機の導入の難しいケースが多いと判断される。

以上の導入適性評価を踏まえ、表 2-18 に示すとおり、業務用給湯市場を①～③の 3 つのセグメントに区分した。なお、地域区分については、以下の定義とした。

- 寒冷地：北海道、東北地方（青森県、岩手県、宮城県、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）
- 温暖地：上記以外の地域

表 2-18 業務用給湯市場のセグメントの想定

市場セグメント			想定
分類	建物セグメント	地域	
①	導入適性○	寒冷地	・導入適性が「○」の建物セグメントについては、現在の業務用 HP 給湯機の普及が進むものと想定した。 ・ただし、寒冷地は温暖地よりも普及が遅れていることから、セグメントを分けて設定した。
②	導入適性○	温暖地	
③	導入適性△	－	・導入適性が「△」の建物セグメントについては、局所給湯が多く使用されるなど、現在の業務用 HP 給湯機では対応が困難な用途である。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 HP 給湯機が実用化される可能性がある。 ・ここでは、導入適性「△」の建物セグメントにも、2025 年以降はこうした機種が導入されていくものと想定した。

2.3.2　　算定フロー

業務用給湯市場におけるヒートポンプ給湯機の普及見通しの算定フローを図 2-48 に示す。

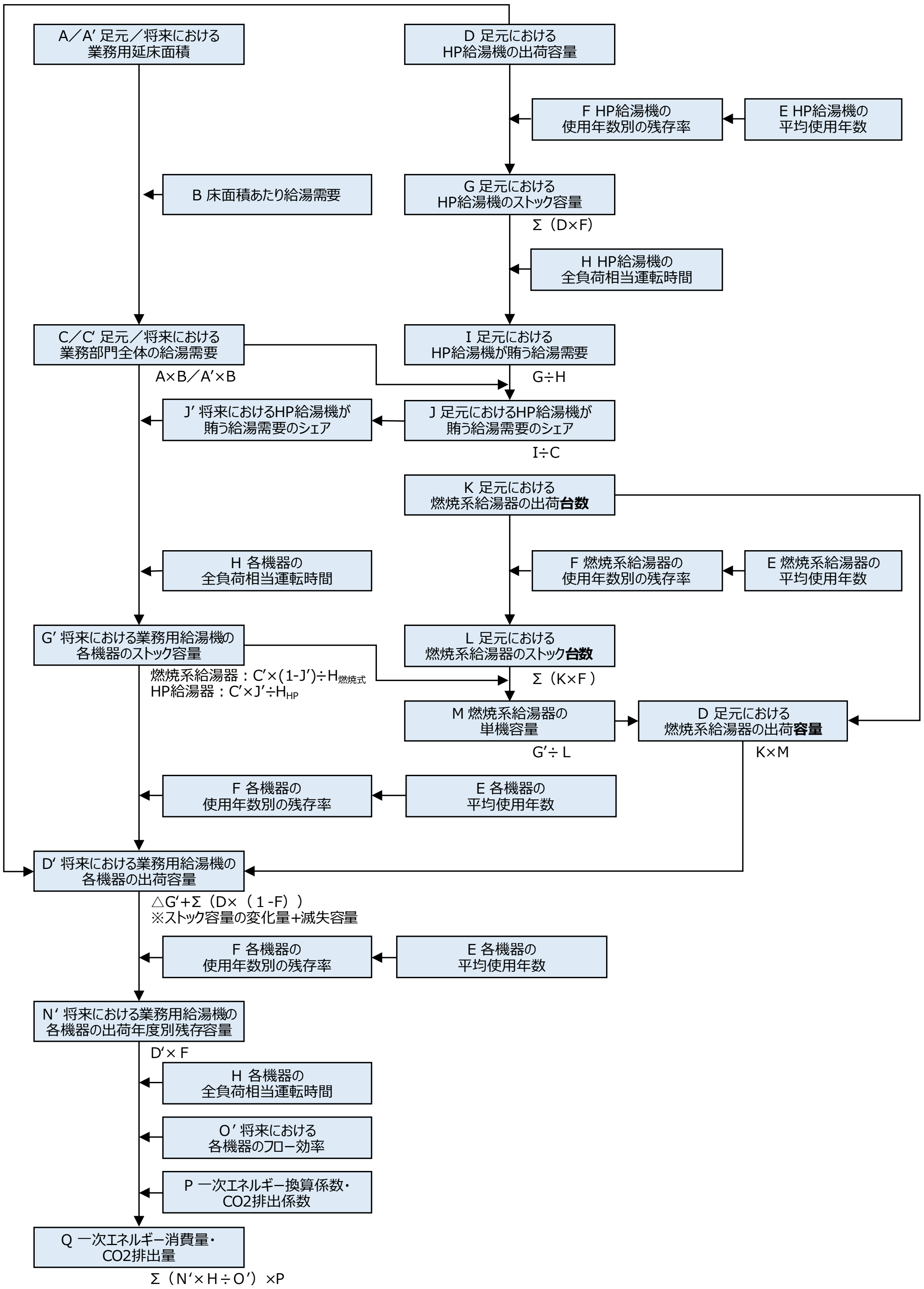


図 2-48　業務用給湯市場における HP 給湯機の普及見通しの算定フロー

2.3.3　算定に用いたデータ

(1)　業務用給湯の市場規模(業務部門における給湯需要)

現状及び将来の業務用給湯の市場規模(業務部門における給湯需要)については、業務用建築物の延床面積に、床面積あたりの給湯需要を乗じることで、業務部門全体の給湯需要を推計した。

1)　地域別・建物セグメント別の業務用延床面積

現状及び将来の業務部門の業務用給湯の市場規模(ストック容量)を推計するにあたり、まず地域別、建物セグメント別の業務用建築物の延床面積について整理した。

足元(2020 年度)の実績値に関しては、日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット編の「エネルギー・経済統計要覧」(EDMC)に記載されている建物用途別延床面積データをベースとして、次頁の表 2-20 に示すとおり、各種統計データを用いて、地域別(寒冷地、温暖地)、建物の規模別またはより細かな用途別(学校であれば幼稚園、小中高校、大学等)に分解した。

足元の地域別・建物セグメント別の業務用延床面積の推計結果を表 2-19 に示す。

表 2-19 足元の地域別・建物セグメント別の業務用延床面積の推計結果

建物セグメント		HP 給湯機の導入適性	延床面積(百万 m2)		
			全国	寒冷地	温暖地
合計			1,922	343	1,579
事務所			492	66	426
	10,000m2 未満	△	331	44	287
	10,000m2 以上	○	161	22	139
店舗			492	90	403
	10,000m2 未満	△	305	56	250
	10,000m2 以上	○	187	34	153
飲食店		○	69	11	58
学校			377	70	307
	保育所	○	26	4	22
	幼稚園	△	20	4	16
	小中高校	○	228	45	183
	大学	○	80	14	67
	その他学校	△	23	4	19
ホテル・旅館		○	89	20	70
病院		○	121	22	99
その他			283	65	217
	福祉施設	○	63	12	52
	理美容施設	○	14	3	11
	スポーツ施設	○	15	2	13
	ゴルフ場	○	8	1	6
	上記以外	△	183	47	135

表 2-20 地域別・建物セグメント別の業務用延床面積の設定方法

	建物セグメント		地域 全国	寒冷地	温暖地	備考
A	合計		EDMC の合計値	(Aの合計値)×寒冷地の床面積÷全国の床面積	(Aの合計値)×温暖地の床面積÷全国の床面積	地域別の床面積は、「建築物ストック統計」より
B	事務所		EDMC の「事務所」の値	(Bの合計値)×寒冷地の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	(Bの合計値)×温暖地の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	地域別・規模別の事務所の床面積は、「法人土地・建物基本調査」より
①		10,000m2 未満	(B の合計値)×10,000m2 未満の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	(Bの合計値)×寒冷地の 10,000m2 未満の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	(Bの合計値)×温暖地の 10,000m2 未満の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	
②		10,000m2 以上	(B の合計値)×10,000m2 以上の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	(Bの合計値)×寒冷地の 10,000m2 以上の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	(Bの合計値)×温暖地の 10,000m2 以上の事務所の床面積÷全国の事務所の床面積	
C	店舗		EDMC の「卸・小売」「デパート・スーパー」の合計値	(C の合計値)×寒冷地の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	(C の合計値)×温暖地の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	地域別・規模別の店舗の床面積は、「法人土地・建物基本調査」より
①		10,000m2 未満	(C の合計値)×10,000m2 未満の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	(C の合計値)×寒冷地の 10,000m2 未満の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	(C の合計値)×温暖地の 10,000m2 未満の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	
②		10,000m2 以上	(C の合計値)×10,000m2 以上の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	(C の合計値)×寒冷地の 10,000m2 以上の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	(C の合計値)×温暖地の 10,000m2 以上の店舗の床面積÷全国の店舗の床面積	
D	飲食店		EDMC の「飲食店」の値	(D の合計値)×寒冷地の飲食店数÷全国の飲食店数	(D の合計値)×温暖地の飲食店数÷全国の飲食店数	地域別の飲食店数は、「平成 26 年経済センサス基礎調査」より
E	学校		EDMC の「学校」の値	寒冷地の①～⑤の合計値	温暖地の①～⑤の合計値	
①		保育所	(E の合計値)-(E②～⑤の合計値)	(E① の合計値)×寒冷地の保育所数÷全国の保育所数	(E①の合計値)×温暖地の保育所数÷全国の保育所数	地域別の保育所数は、「社会福祉施設等調査」より
②		幼稚園	「文部科学統計要覧」より	(E②の合計値)×寒冷地の幼稚園数÷全国の幼稚園数	(E②の合計値)×温暖地の幼稚園数÷全国の幼稚園数	地域別の学校数は、「文部科学統計要覧」より
③		小中高校	「文部科学統計要覧」より	(E③の合計値)×寒冷地の小中高校数÷全国の小中高校数	(E③の合計値)×温暖地の小中高校数÷全国の小中高校数	
④		大学	「文部科学統計要覧」より	(E④の合計値)×寒冷地の大学数÷全国の大学数	(E④の合計値)×温暖地の大学数÷全国の大学数	

	建物セグメント	地域			備考
		全国	寒冷地	温暖地	
⑤	その他学校	「文部科学統計要覧」より	(E⑤の合計値)×寒冷地のその他学校数÷全国のその他学校数	(E⑤の合計値)×寒冷地のその他学校数÷全国のその他学校数	
F	ホテル・旅館	EDMC の「ホテル・旅館」の値	(F の合計値)×寒冷地のホテル・旅館の床面積÷全国のホテル・旅館の床面積	(F の合計値)×温暖地のホテル・旅館の床面積÷全国のホテル・旅館の床面積	地域別のホテル・旅館の床面積は、「法人土地・建物基本調査」より
G	病院	EDMC の「病院」の値	(G の合計値)×寒冷地の病院数÷全国の病院数	(G の合計値)×温暖地の病院数÷全国の病院数	地域別の病院数は、「医療施設調査」より
H	その他	EDMC の「その他」「娯楽場」の合計値	(寒冷地の A の値)-(寒冷地の B～G の合計値)	(温暖地の A の値)-(温暖地の B～G の合計値)	
①	福祉施設	全国の福祉施設の施設数×1 施設あたりの床面積	寒冷地の福祉施設の施設数×1 施設あたりの床面積	温暖地の福祉施設の施設数×1 施設あたりの床面積	各用途の地域別の施設数は「平成 26 年経済センサス基礎調査」より 各用途の 1 施設あたりの床面積は、過年度調査と同様、以下のとおり想定 福祉施設：670m² 理美容施設：50m2 スポーツ施設：3000m² ゴルフ場：3000m²
②	理美容施設	全国の理美容施設の施設数×1 施設あたりの床面積	寒冷地の理美容施設の施設数×1 施設あたりの床面積	温暖地の理美容施設の施設数×1 施設あたりの床面積	
③	スポーツ施設	全国のスポーツ施設の施設数×1 施設あたりの床面積	寒冷地のスポーツ施設の施設数×1 施設あたりの床面積	温暖地のスポーツ施設の施設数×1 施設あたりの床面積	
④	ゴルフ場	全国のゴルフ場の施設数×1 施設あたりの床面積	寒冷地のゴルフ場の施設数×1 施設あたりの床面積	温暖地のゴルフ場の施設数×1 施設あたりの床面積	
⑤	上記以外	(H の合計値)-(H①～④の合計値)	(寒冷地の H の値)-(寒冷地の H①～④の合計値)	(温暖地の H の値)-(温暖地の H①～④の合計値)	

将来の業務用延床面積に関しては、長期エネルギー需給見通しを参考に、図 2-49 に示すとおり、2030 年度までは緩やかに伸張、2030 年度以降は横這いになるものと想定し、この経年変化率を、表 2-19 で示した足元の業務用延床面積の各区分(地域、建物セグメント)に適用することで、将来における地域別・建物セグメント別に推計した。

将来の地域別・建物セグメント別の業務延床面積の推計結果を表 2-21 に示す。

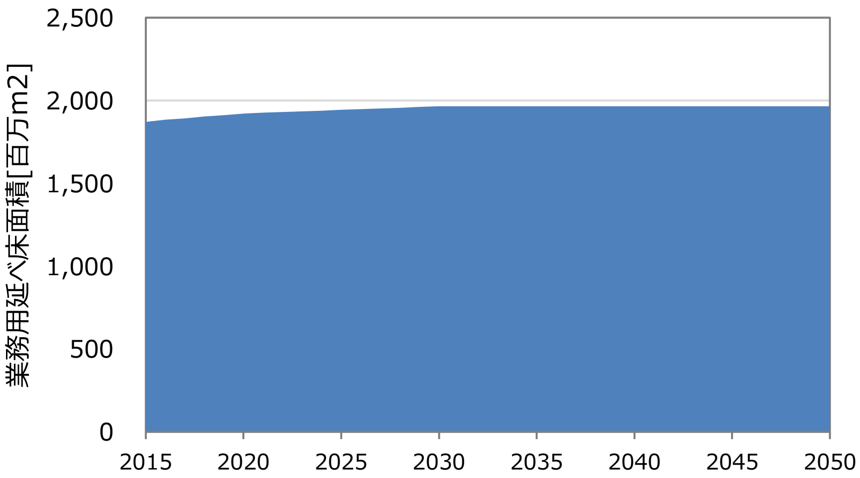


図 2-49 将来の業務用延床面積の推移

表 2-21 将来の地域別・建物セグメント別の業務用延床面積の推移

建物セグメント		延床面積(百万 m2)							
		寒冷地				温暖地			
		2020 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度	2020 年度	2030 年度	2040 年度	2050 年度
事務所	10,000m2 未満	44	45	45	45	287	294	294	294
	10,000m2 以上	22	22	22	22	139	143	143	143
店舗	10,000m2 未満	56	57	57	57	250	257	257	257
	10,000m2 以上	34	35	35	35	153	157	157	157
飲食店		11	11	11	11	58	60	60	60
学校	保育所	4	4	4	4	22	22	22	22
	幼稚園	4	3	3	3	16	14	14	14
	小中高校	45	48	48	48	183	189	189	189
	大学	14	14	14	14	67	67	67	67
	その他学校	4	4	4	4	19	19	19	19
ホテル・旅館		20	20	20	20	70	70	70	70
病院		22	23	23	23	99	101	101	101
その他	福祉施設	12	11	11	11	52	51	51	51
	理美容施設	3	3	3	3	11	11	11	11
	スポーツ施設	2	2	2	2	13	13	13	13
	ゴルフ場	1	2	2	2	6	7	7	7
	上記以外	47	47	47	47	135	138	138	138

2） 地域別・建物セグメント別の床面積あたり給湯需要

地域別・建物セグメント別の床面積あたり給湯需要については、建築物省エネ法における想定を参考に、表 2-22 に示すとおり設定した。

具体的には、基準一次エネルギー消費量の算定根拠として示されている「給湯設備の基準一次エネルギー消費量原単位」より、地域別・室用途別の給湯需要原単位を設定するとともに、建築物省エネ法のモデル建物法で用いられているモデル建物の仕様等を参考に、各建物セグメントの標準的な室用途毎の面積を想定し、算定した。なお、給湯需要原単位について、寒冷地は省エネ地域区分の 1 地域、温

暖地は 5 地域の値を用いて設定した。

表 2-22 地域別・建物セグメント別の床面積あたり給湯需要

建物セグメント		HP 給湯機の導入適性	給湯需要原単位(MJ/m²・年)	
			寒冷地	温暖地
事務所	10,000m²未満	△	13	11
	10,000m²以上	○	12	10
店舗	10,000m²未満	△	105	89
	10,000m²以上	○	61	51
飲食店		○	611	611
学校	保育所	○	86	73
	幼稚園	△	32	27
	小中高校	○	86	73
	大学	○	177	150
	その他学校	△	86	73
ホテル・旅館		○	210	210
病院		○	312	312
その他	福祉施設	○	312	265
	理美容施設	○	502	502
	スポーツ施設	○	1,221	1,221
	ゴルフ場	○	670	670
	上記以外	△	5	5

＜給湯需要の設定方法：事務所・10,000m2 未満の例＞

以下に示すとおり、室用途別の給湯需要原単位を面積で加重平均することにより算定。

モデル建物の仕様					地域別・室用途別の給湯需要原単位（MJ/m2・年）	
階	室名	室用途	給湯負荷計算対象	室面積（m2）	寒冷地（省エネ地域区分：1地域）	温暖地（省エネ地域区分：5地域）
1F	更衣室1	更衣室又は倉庫	■	9	663	563
1F	更衣室2	更衣室又は倉庫	■	9	663	563
1F	事務室1	事務室	■	319	13	11
1F	事務室2	事務室	■	135	13	11
2-5F	事務室1	事務室	■	1,080	13	11
2-5F	事務室2	事務室	■	864	13	11
6F	事務室1	事務室	■	270	13	11
6F	事務室2	事務室	■	216	13	11
1F	警備室	事務室	■	15	13	11
1F	会議室	事務室	■	25	13	11
2-5F	会議室	事務室	■	100	13	11
6F	会議室	事務室	■	25	13	11
1F	風除け室	廊下		8		
1F	ロビー	廊下		24		
1F	廊下	廊下		56		
1F	・・・	廊下		・・・		
2-5F	廊下	廊下		224		
2-5F	EVホール	廊下		50		
2-5F	・・・	廊下		・・・		
6F	便所1	便所		26		
6F	・・・	便所		・・・		

合計	室面積による加重平均値	
4,124	13	11

3） 業務部門の給湯需要

以上の想定に基づき、将来における業務部門の給湯需要を市場セグメント別に推計した結果を図 2-50 に示す。

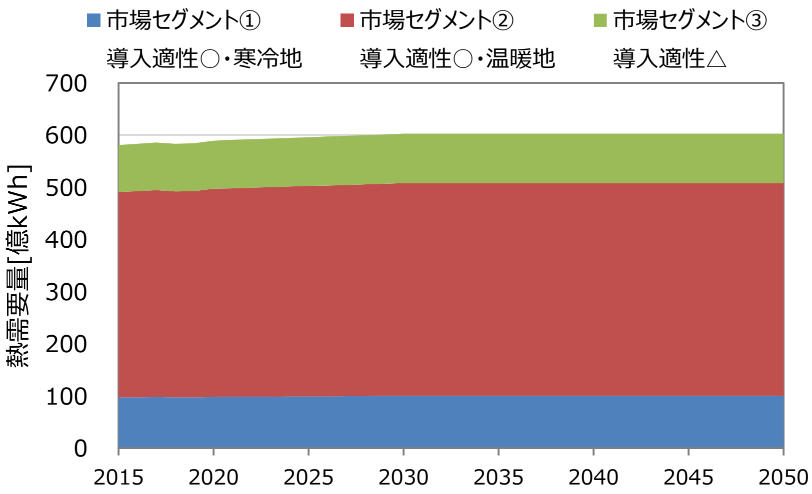


図 2-50 将来における業務部門の市場セグメント別の給湯需要の推移

（2） 業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェア

足元における、業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェアについては、出荷容量の実績値及び残存曲線、全負荷相当運転時間の想定を基に、業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要を推計し、(1)3)で示した業務部門全体の給湯需要で除することで算定した。

将来については、足元における業務用ヒートポンプ給湯機が賄う熱需要のシェアの推移状況に対して、ロジスティック回帰を適用することで設定した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、業務用ヒートポンプ給湯機のシェアの上限漸近値について、高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。

1） 足元の業務用給湯機の出荷容量

足元の業務用給湯機の出荷容量の推移を図 2-51 に示す。

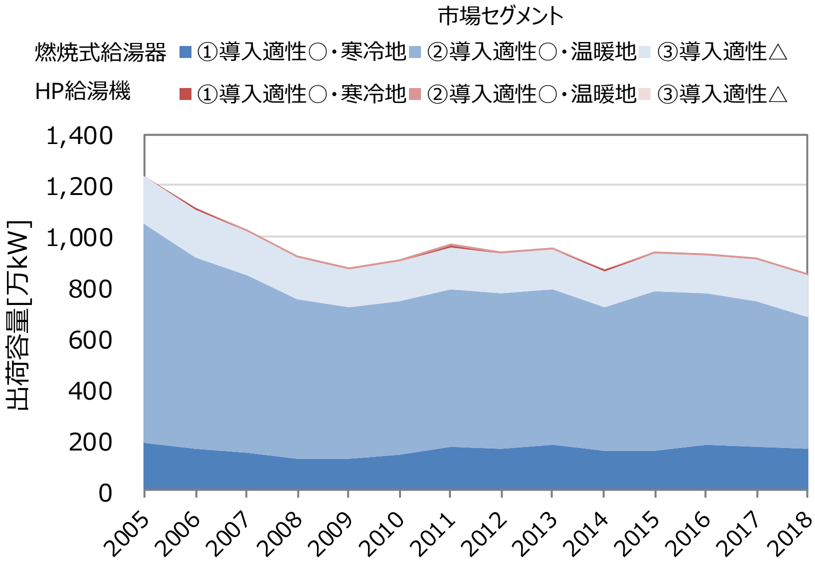


図 2-51 足元の業務用給湯機の出荷容量の推移

ヒートポンプ給湯機の出荷実績については、2.3.1(1)の表 2-16 に示したとおり、日本冷凍空調工業会の自主統計より設定した。燃焼式給湯器の出荷実績は、日本暖房機器工業会が発行している「暖房機器年鑑」及び日本ガス石油機器工業会の自主統計より設定した。

なお、上記の統計データでは、ヒートポンプ給湯機については容量ベースの出荷実績が示されているものの、燃焼式給湯器については台数ベースの出荷実績しか示されていない。そこで、燃焼式給湯器に関しては、図 2-50 に示した足元(2020 年度)の給湯需要の推計結果と、後述する残存曲線、全負荷相当運転時間を考慮して推計される給湯需要が整合するよう、 表 2-23 に示すとおり平均単機容量を設定した。

表 2-23 燃焼式給湯器の平均単機容量の想定

機器	市場セグメント	平均単機容量
燃焼式給湯器	①(建物セグメント:導入適性○、地域:寒冷地)	120kW
	②(建物セグメント:導入適性○、地域:寒冷地)	314kW
	③(建物セグメント:導入適性△)	22.4kW

2) 平均使用年数、残存曲線

平均使用年数については、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)報告書」における想定に合わせて、表 2-24 に示すとおり設定した。

表 2-24 業務用給湯機の平均使用年数の想定

機器種類	平均使用年数
業務用燃焼式給湯器	14.6 年
業務用 HP 給湯機	12.9 年

残存曲線（使用年数別の残存率）は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータであるα、βを設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される業務用給湯機の平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率＝e^(-α(〖経過年数〗^β))

以上より設定した残存曲線を図 2-52 に示す。

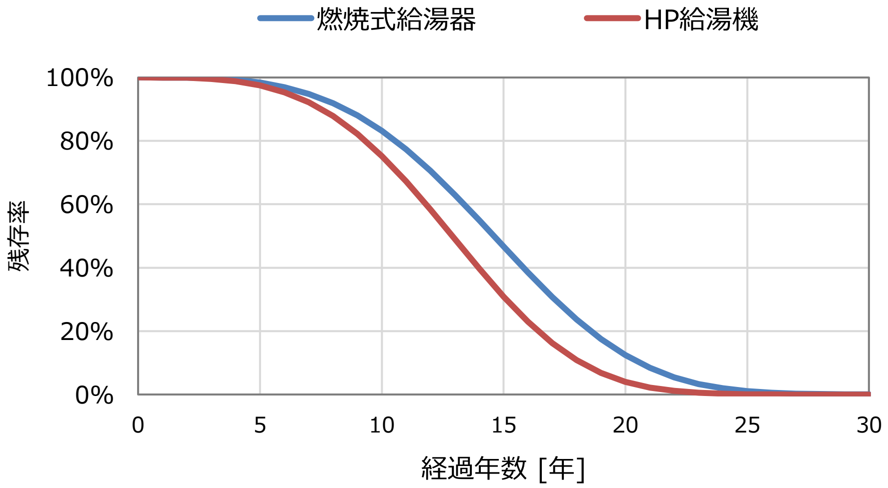


図 2-52 業務用給湯機の残存曲線

3） 業務用給湯機の全負荷相当運転時間

業務用給湯機の全負荷相当運転時間は、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）報告書」における想定に合わせ、表 2-25 に示すとおり設定した。

表 2-25 業務用給湯機の全負荷相当運転時間の想定

機器種類	全負荷相当運転時間
業務用燃焼式給湯器	363h/年
業務用 HP 給湯機	2,366h/年

4） 足元の業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェア

以上の想定に基づき、各機器が賄う給湯需要を算定し、足元における業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェアを推計した結果を図 2-53 に示す。

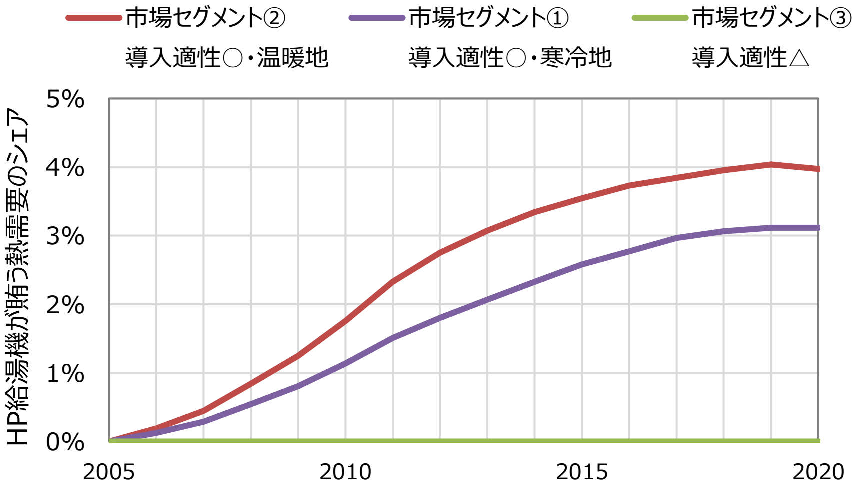


図 2-53 足元における業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェアの推移

5） 業務用ヒートポンプ給湯機の導入上限

将来の業務用ヒートポンプ給湯機が賄う給湯需要のシェアについては、足元のシェアの推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-26 に示すとおり、業務用ヒートポンプ給湯機のシェアの上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。また、製品寿命の概ね 4 サイクル分の期間を経た 2065 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

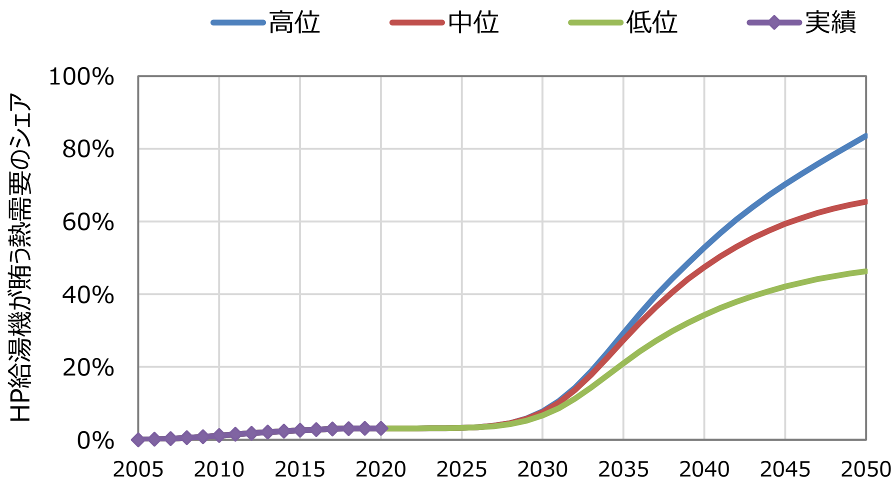
なお、高位シナリオについては、次世代電気温水器としてディマンドレスポンス対応可能である電気温水器の普及を想定した。ここで、次世代電気温水器は2040年普及開始、効率は従来の家庭用電気温水器と同等、普及速度はヒートポンプと同様と想定した。

表 2-26　HP 等電化機器の導入上限の想定（業務用給湯）

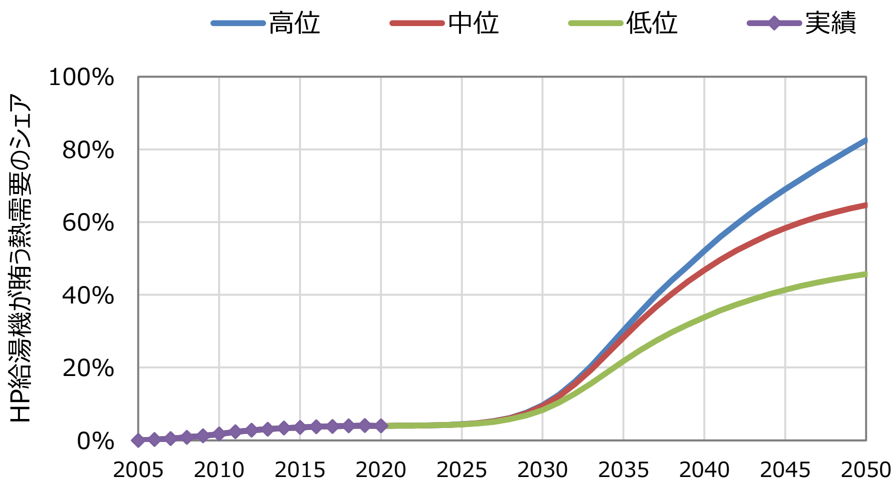
シナリオ	HP 等電化機器の導入上限（賄う給湯需要のシェアの上限）
高位	HP： 各市場セグメントの給湯需要×80% 次世代電気温水器： 各市場セグメントのストック容量×10%
中位	HP： 各市場セグメントの給湯需要×70%
低位	HP： 各市場セグメントの給湯需要×50%

以上の想定に基づき、将来における業務用ヒートポンプ給湯機が賄う熱需要のシェアについて、高位、中位、低位の各シナリオで推計した結果を図 2-54 に示す。

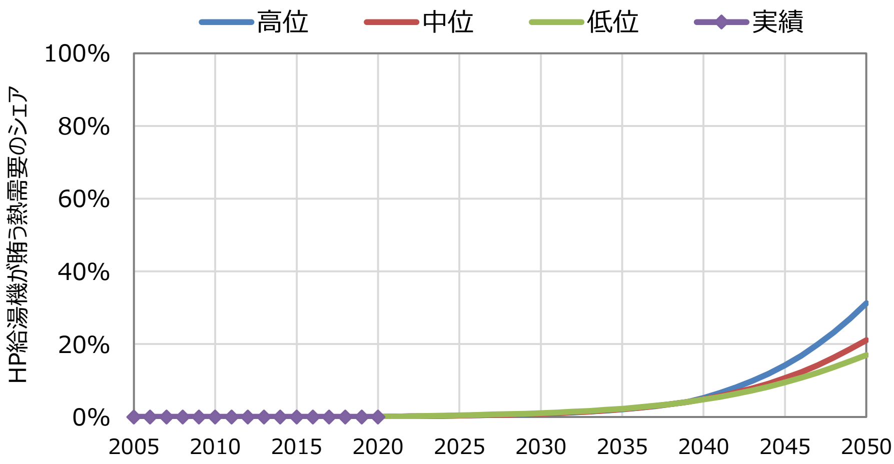
なお、市場セグメント③（建物セグメント：ヒートポンプ給湯機の導入適性△）に関しては、前述のとおり、まだ実用化されていない（将来的に実用化することが見込まれる）局所給湯対応のヒートポンプ給湯機の普及を想定していることから、普及開始を 2025 年度とし、その普及速度については市場セグメント②（建物セグメント：ヒートポンプ給湯機の導入適性〇、地域：温暖地）と同様と想定の上、推計した。



市場セグメント①(建物セグメント:HP 給湯機の導入適性○、地域:寒冷地)



市場セグメント②(建物セグメント:HP 給湯機の導入適性○、地域:温暖地)



市場セグメント③(建物セグメント:HP 給湯機の導入適性△)

図 2-54 将来の業務用 HP 給湯機が賄う熱需要のシェアの想定

（3） 業務用給湯機のフロー効率

業務用給湯機の機器別のフロー効率は、図 2-55 に示すとおり設定した。

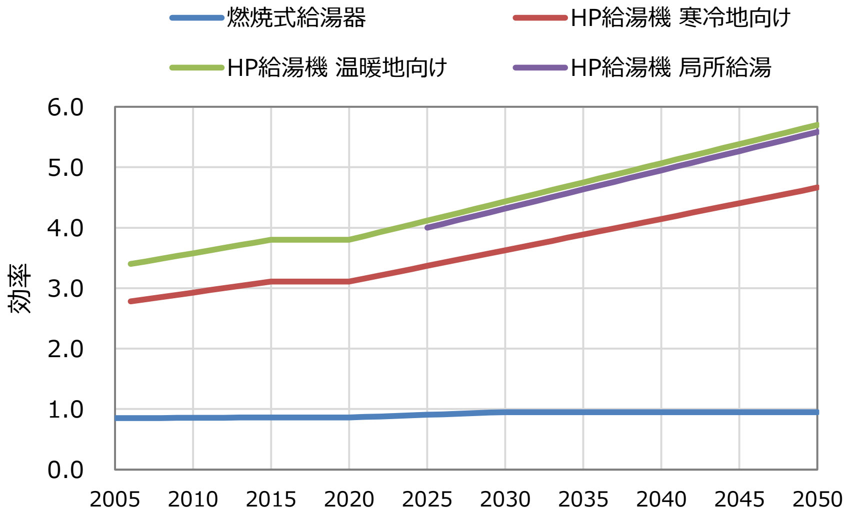


図 2-55 業務用給湯機の機器別のフロー効率の想定

温暖地向けヒートポンプ給湯機の足元の効率については、HPTCJ 調べにより、現在販売されているヒートポンプ給湯機の効率等を踏まえ設定した。将来については、2050 年度に足元（2020 年度）の効率の 1.5 倍に達するものと想定し、間は線形補間とした。

寒冷地向けヒートポンプ給湯機の効率については、現行のトップランナー制度における、一般地向けと寒冷地向けの家庭用ヒートポンプ給湯機の効率基準値の比率（貯湯容量：320～550L、保温機能：あり、貯湯缶数：一缶の効率基準値は、一般地： 3.3、寒冷地：2.7）より、温暖地向けのヒートポンプ給湯機の 0.82 倍（2.7÷3.3）と想定した。

局所給湯対応ヒートポンプ給湯機に関しては、前述のとおり、普及開始を 2025 年度とし、その時点での効率を 4.0 と想定した。将来については、温暖地向け、寒冷地向けそれぞれのヒートポンプ給湯機の効率向上の速度が同程度であると想定の上、設定した。

燃焼式給湯器の効率については、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）」報告書と同様に、燃焼式：0.85、潜熱回収型燃焼式：0.95 と想定の上、両者の出荷比率で加重平均をとることにより設定した。燃焼式と潜熱回収型燃焼式の足元の出荷比率については、日本暖房機器工業会が発行している「暖房機器年鑑」及び日本ガス石油機器工業会の自主統計で示されている両者の出荷台数を基に設定した。将来は、家庭用のガス温水機器及び石油温水機器の設定と同様に、2030 年度までには潜熱回収型燃焼式の比率が 100％に達するものと想定し、間は線形補間した。

2.3.4　算定結果

（1）　出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、業務用ヒートポンプ給湯機の出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-56、図 2-57 に示す。

業務用ヒートポンプ給湯機の出荷容量及びストック容量は、ともに大きく伸張し、中位シナリオでの 2050 年度断面における出荷容量は約 110 万 kW、ストック容量は約 1,340 万 kW に達する。また、伸長の速度は緩やかとなるものの、2050 年度以降も引き続き拡大が進むことが見込まれる。

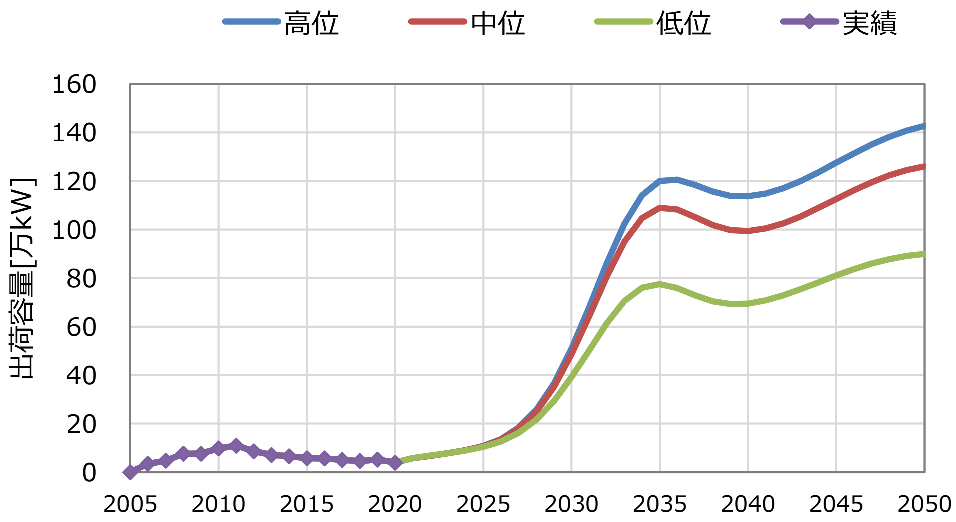


図 2-56　業務用 HP 給湯機の出荷容量の推計結果

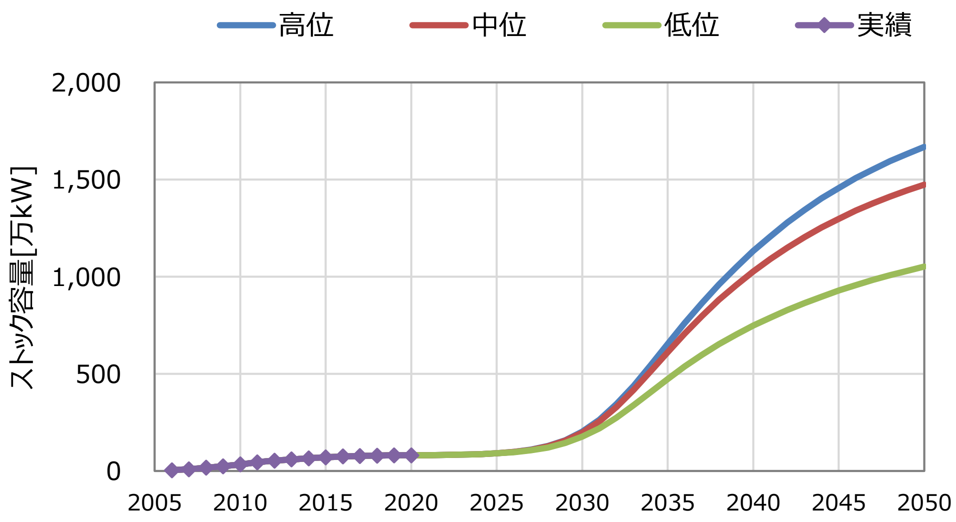
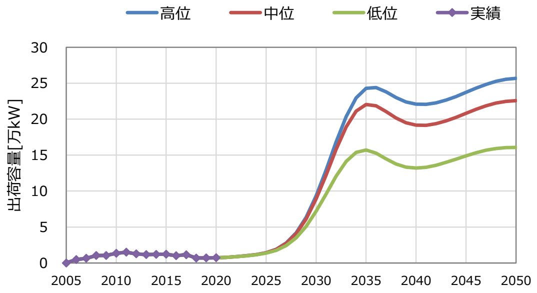
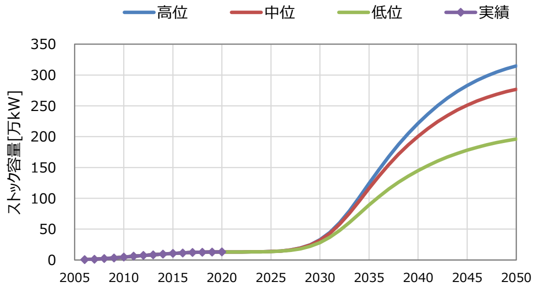


図 2-57　業務用 HP 給湯機のストック容量の推計結果

（参考）市場セグメント別の出荷容量・ストック容量

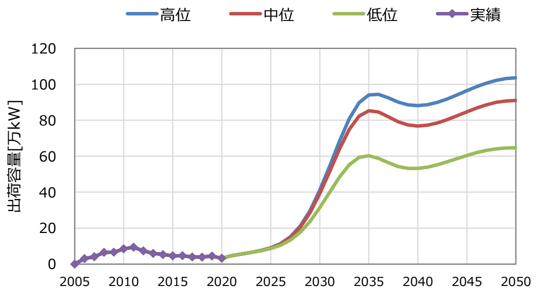
参考として、市場セグメント別の高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオそれぞれにおけるヒートポンプ給湯機の出荷容量及びストック容量の推計結果を図 2-58 に示す。

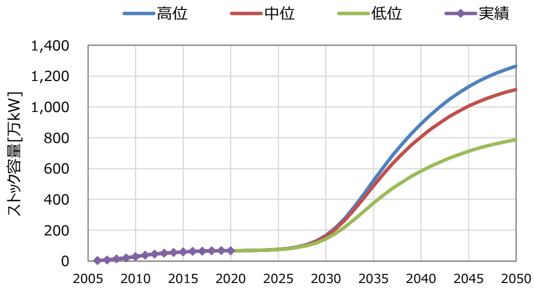




出荷容量　　　　　　　　　　　ストック容量

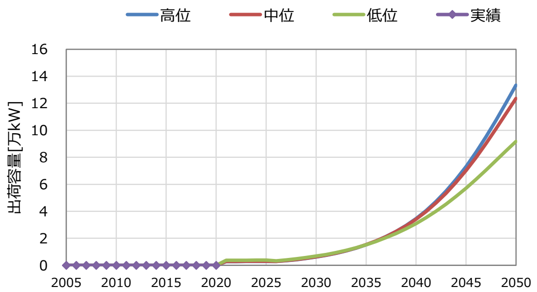
市場セグメント①（建物セグメント：HP 給湯機の導入適性○、地域：寒冷地）

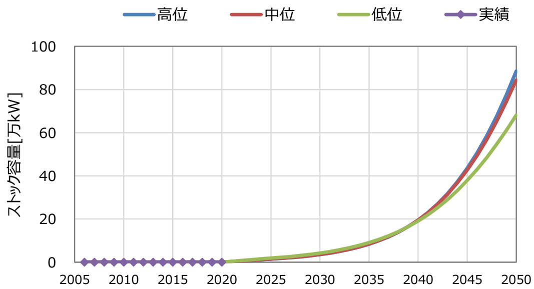




出荷容量　　　　　　　　　　　ストック容量

市場セグメント②（建物セグメント：HP 給湯機の導入適性○、地域：温暖地）





出荷容量　　　　　　　　　　　ストック容量

市場セグメント③（建物セグメント：HP 給湯機の導入適性△）

図 2-58 市場セグメント別の業務用 HP 給湯機の出荷容量及びストック容量の推計結果

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及びに図 2-55 で示したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-59 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の業務用ヒートポンプ給湯機のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

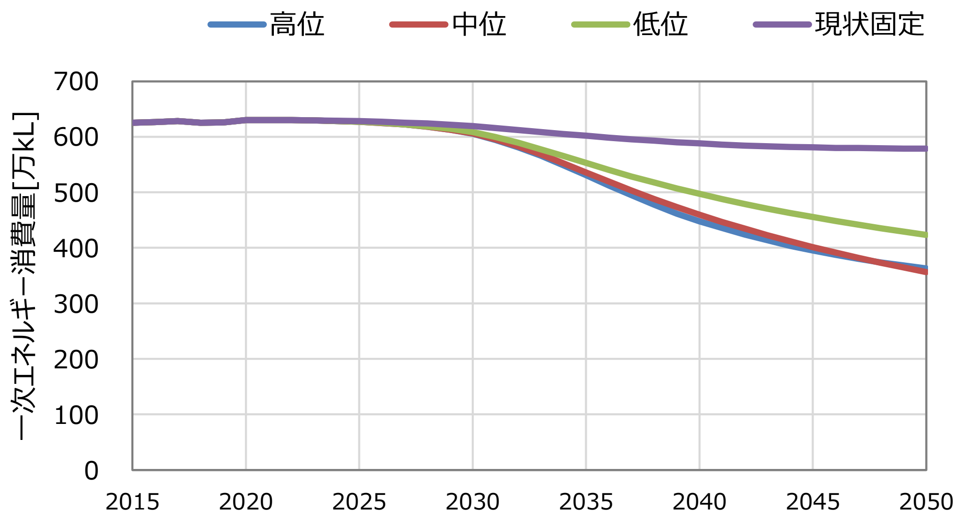


図 2-59 一次エネルギー消費量の推計結果：業務用 HP 給湯機

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-60、表 2-27 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 222 万 kL/年であり、このうち、燃焼系給湯器の代替効果は 180 万 kL/年、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 42 万 kL/年と推計される。

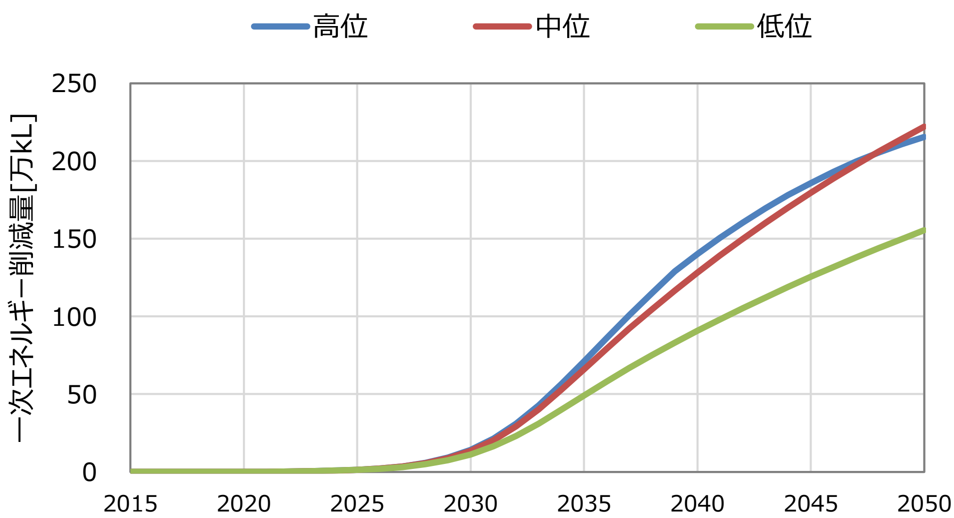


図 2-60 省エネ効果の推計結果：業務用 HP 給湯機

表 2-27 省エネ効果の内訳：業務用 HP 給湯機

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		14	140	215
		燃焼系給湯器の代替効果	11	114	205
		HP 給湯機の効率改善効果	3	28	48
		次世代電気温水器による効果	0	-2	-37
中位	合計		14	128	222
		燃焼系給湯器の代替効果	11	103	180
		HP 給湯機の効率改善効果	3	25	42
低位	合計		11	91	155
		燃焼系給湯器の代替効果	9	73	125
		HP 給湯機の効率改善効果	2	18	30

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-61、表 2-28 に示す。なお、燃焼系給湯器の燃料については、エネルギー経済統計要覧における 2020 年度の給湯用燃料消費量を参照し、都市ガスと A 重油の加重平均で排出係数を算定し、将来にわたって一定と想定した。2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 733 万 t-CO2/年と推計される。

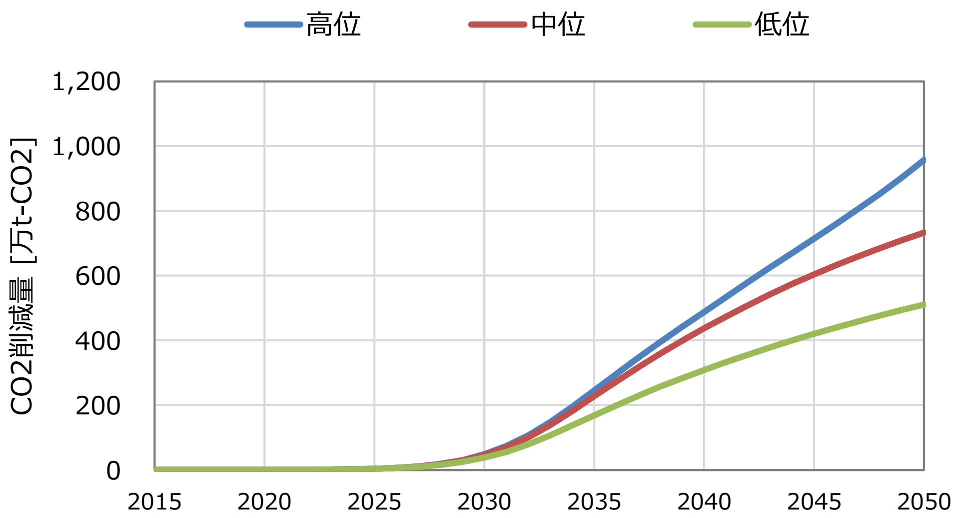


図 2-61 CO2 削減効果の推計結果：業務用 HP 給湯機

表 2-28 CO2 削減効果の内訳：業務用 HP 給湯機

シナリオ	内訳		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		48	488	957
		燃焼系給湯器の代替効果	45	468	835
		HP 給湯機の効率改善効果	3	19	0
		次世代電気温水器による効果	0	2	122
中位	合計		46	437	733
		燃焼系給湯器の代替効果	43	421	733
		HP 給湯機の効率改善効果	3	17	0
低位	合計		38	309	510
		燃焼系給湯器の代替効果	35	297	510
		HP 給湯機の効率改善効果	3	12	0

（4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-62 に示す。

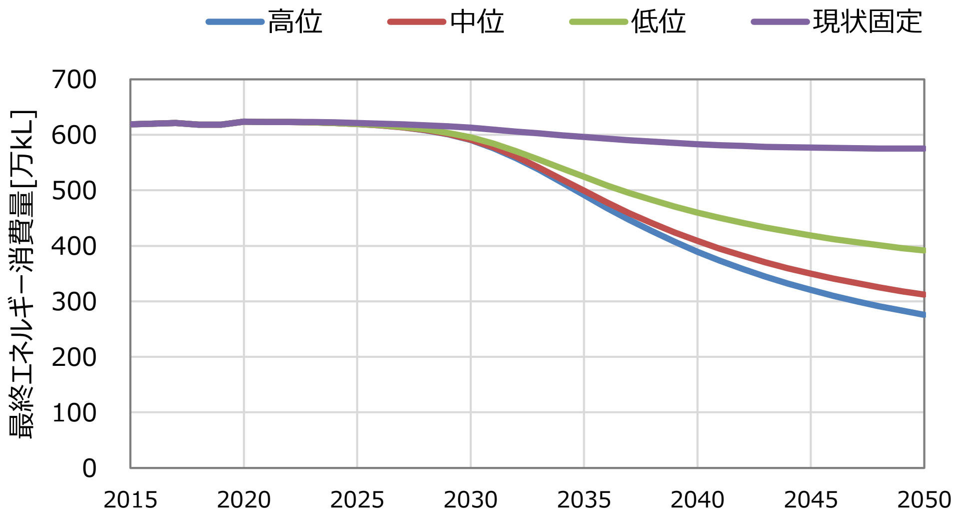


図 2-62 最終エネルギー消費量の推計結果:業務用給湯

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-63、表 2-29 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 263 万 kL/年であり、このうち、ガス温水給湯器、石油温水給湯器、電気温水器からの代替効果は 238 万 kL/年、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 25 万 kL/年と推計される。

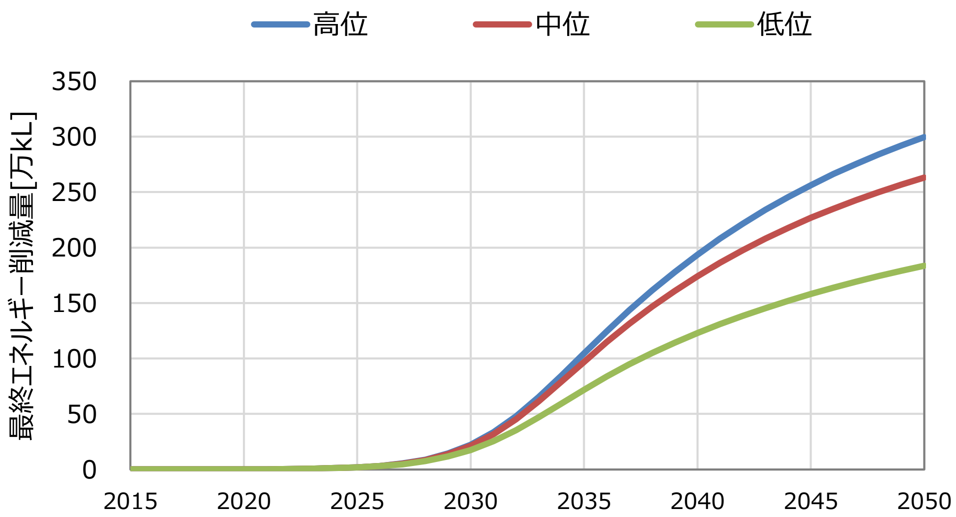


図 2-63 最終エネルギー削減量の推計結果:業務用給湯

表 2-29 最終エネルギー削減量の内訳:業務用給湯

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	22	194	300
	他の給湯器からの代替効果	21	180	271
	HP 給湯機の効率改善効果	1	14	53
	次世代電気温水器による効果	0	0	-25
中位	合計	21	174	263
	他の給湯器からの代替効果	20	162	238
	HP 給湯機の効率改善効果	1	12	25
低位	合計	18	123	184
	他の給湯器からの代替効果	17	114	166
	HP 給湯機の効率改善効果	1	9	18

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-64 に示す。

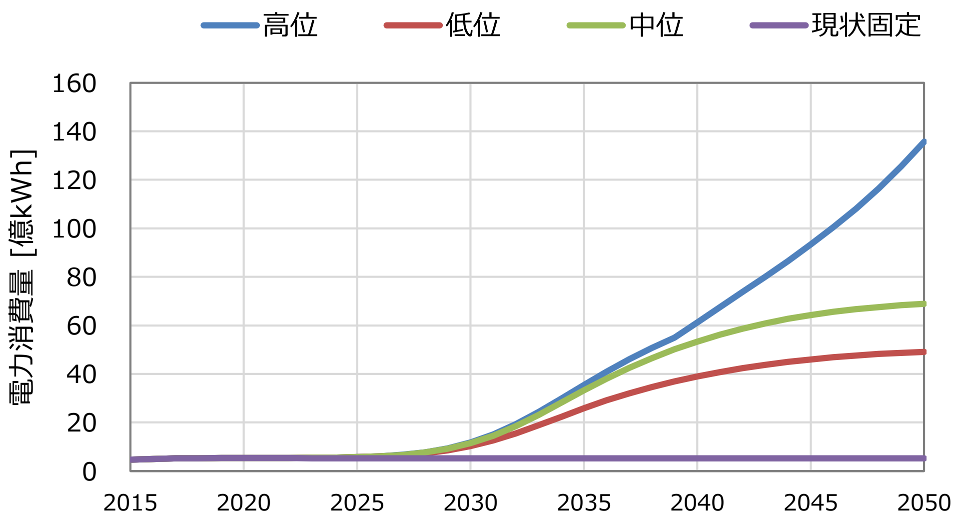


図 2-64 電力消費量の推計結果:業務用給湯

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-65、表 2-30 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 64 億 kWh/年の増加であり、このうち、ガス温水給湯器、石油温水給湯器、電気温水器からの代替効果は 90 億 kWh/年の増加、ヒートポンプ給湯機の効率改善効果は 27 億 kWh/年の減少と推計される。

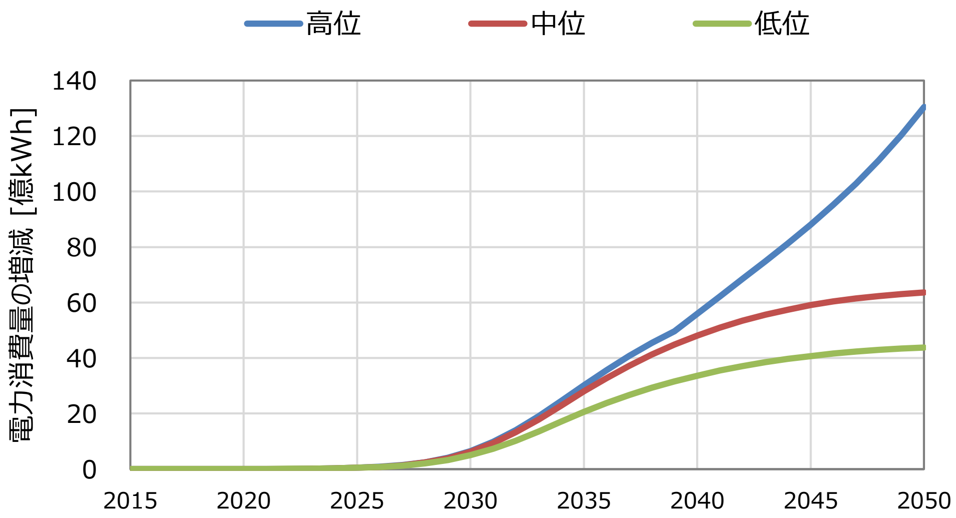


図 2-65 電力消費量の増減の推計結果：業務用給湯

表 2-30 電力消費量の増減の内訳：業務用給湯

シナリオ	内訳	電力消費量の増減（億 kWh/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	6	56	130
	他の給湯器からの代替効果	8	68	103
	HP 給湯機の効率改善効果	-1	-15	-30
	次世代電気温水器による効果	0	3	58
中位	合計	6	48	64
	他の給湯器からの代替効果	7	61	90
	HP 給湯機の効率改善効果	-1	-13	-27
低位	合計	5	34	44
	他の給湯器からの代替効果	6	43	63
	HP 給湯機の効率改善効果	-1	-10	-19

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.4 業務用空調

2.4.1 前提条件

業務用空調については、セントラル空調と個別空調に分けて検討を行うものとする。

セントラル空調については、吸収式冷凍機をチリングユニット、ターボ冷凍機で代替する効果について評価し、個別空調についてはパッケージエアコンの効率向上が進む効果について評価することとした。ここで、ガスヒートポンプ空調（GHP）の代替については対象から外した。

ターボ冷凍機、吸収式冷凍機は日本冷凍空調工業会自主統計における「空調用」の分類を業務用空調と想定し、チリングユニットについては 30 馬力以上の 5%以外を業務用空調と想定した（30 馬力以上の 5%については産業用空調と想定した）。パッケージエアコン（PAC）については、日本冷凍空調工業会自主統計における店舗用エアコン、ビル用マルチエアコンの分類を業務用空調と想定した。

表 2-31 評価対象とした業務用空調機器

区分	分析上の機器	統計上または文献上の機器	
		統計名	対象機器
セントラル	業務用 HP 空調	日本冷凍空調工業会自主統計	ターボ冷凍機のうち空調用
			チリングユニットのうち、30 馬力以上の 5%以外
	吸収式冷凍機	日本冷凍空調工業会自主統計	吸収式冷凍機のうち空調用
個別	パッケージエアコン	日本冷凍空調工業会自主統計	店舗用エアコン、ビル用マルチエアコン

2.4.2　算定フロー

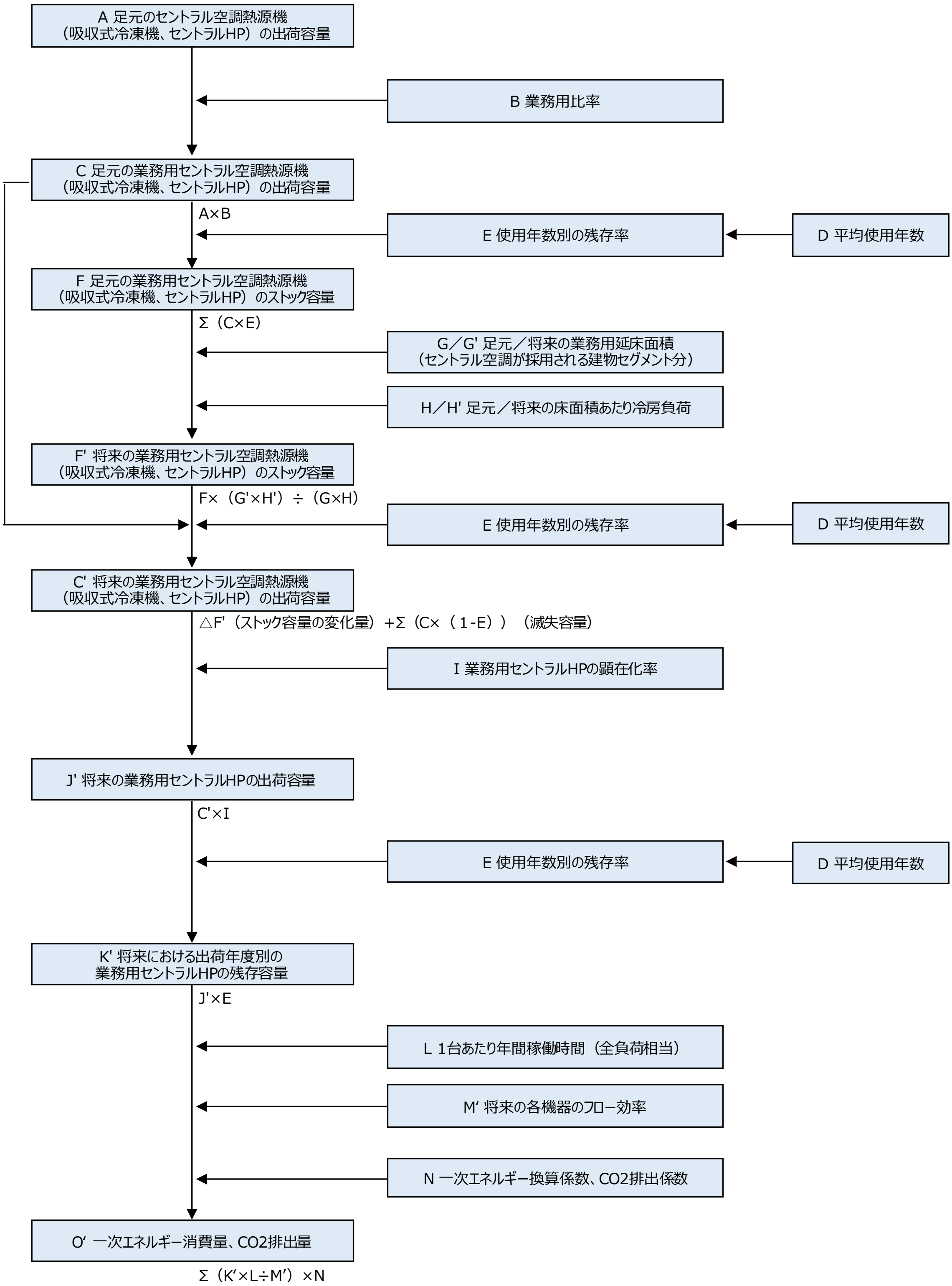


図 2-66　業務用空調（セントラル）の普及見通しの算定フロー

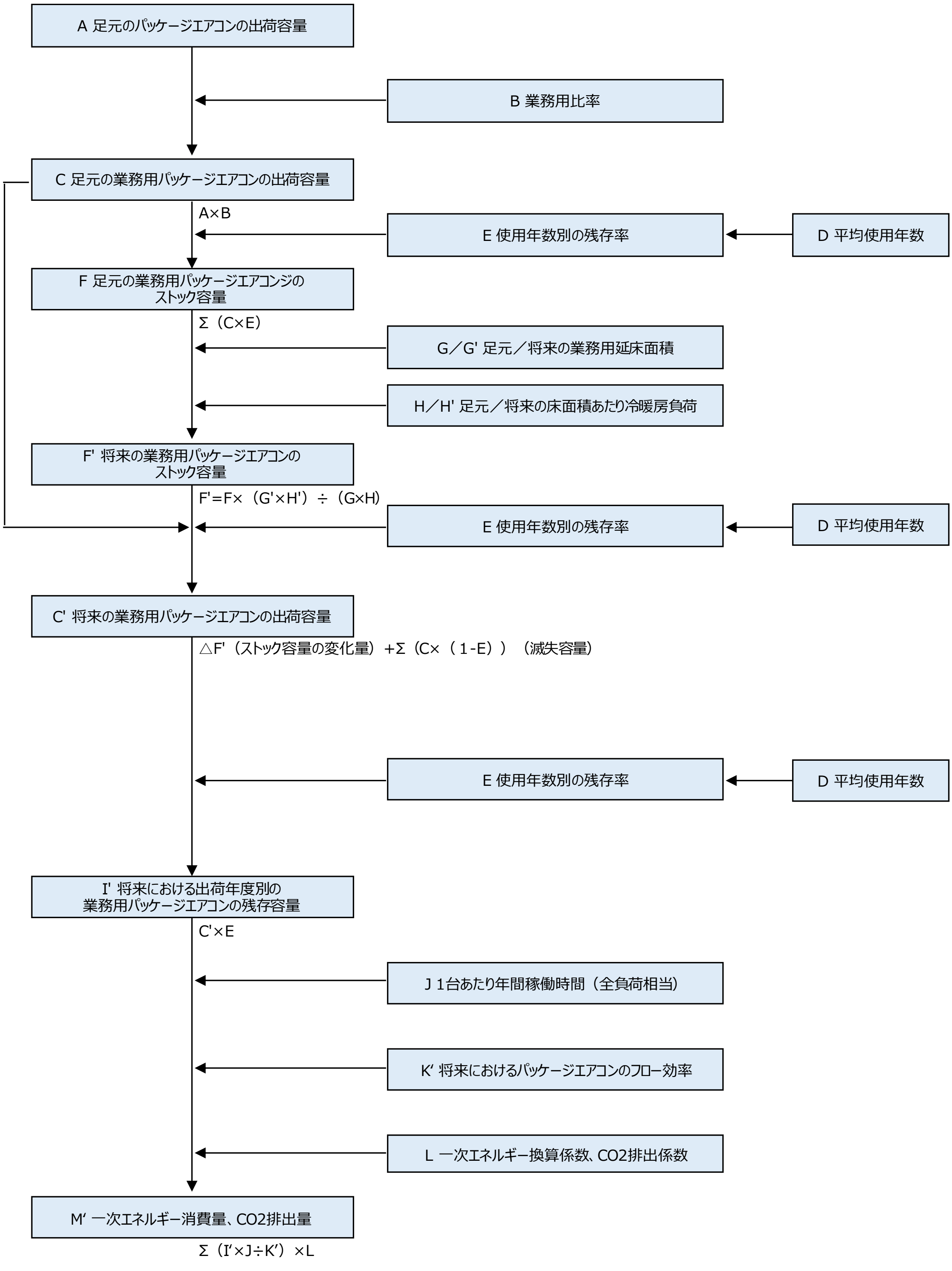


図 2-67 業務用空調（個別）の普及見通しの算定フロー

2.4.3 算定に用いたデータ

(1) 業務用空調の市場規模

1) 業務用空調機器の出荷容量

各業務用空調機器の出荷容量の推移を図 2-68 に示す。機器別の出荷容量を見ると、パッケージエアコン(個別空調(なお、GHP は除く))の比率が高く、全体の 7~8 割程度を占める。セントラル空調の内訳としては、2000 年代前半までは吸収式冷凍機のシェアが高かったが、近年はチリングユニットの比率が高まっている。

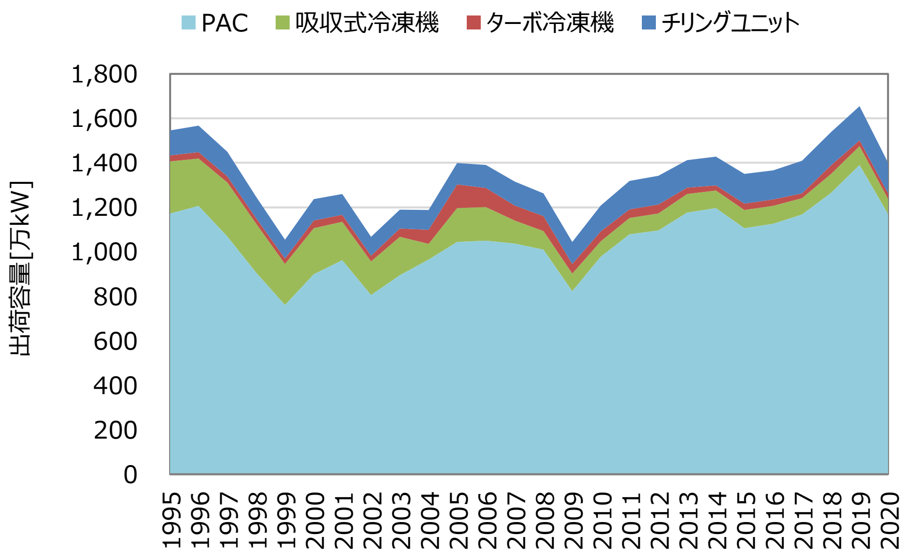


図 2-68 業務用空調機器の出荷容量推移

2) 平均使用年数、残存曲線

各空調機器の平均使用年数については、長期エネルギー需給見通しにおける想定を踏襲し、表 2-32 に示すとおり設定した。

表 2-32 業務用空調機器の平均使用年数の想定

機器種類	平均使用年数
チリングユニット	15 年
ターボ冷凍機	20 年
吸収式冷凍機	17 年
パッケージエアコン	15 年

残存曲線(使用年数別の残存率)は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータである α、β を設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される業務用空調機器の平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率=e^(-α(〚経過年数〛^β))

設定した残存曲線は図 2-69 のとおりである。

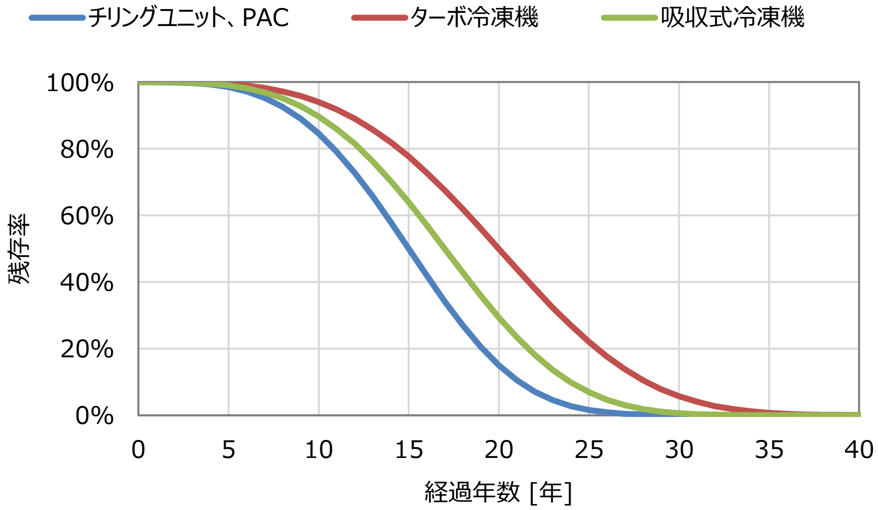


図 2-69 業務用空調機器の残存曲線

3) 業務用空調の市場規模(ストック容量)

前述の年度別出荷容量に残存率を乗じて毎年の残存容量を推計し、積み上げた結果を足元の業務用空調機器のストック容量と見なす。

また、将来の業務用空調のストック容量の推計にあたり、経済成長等に伴う業務用床面積の増加と、建築物省エネ法等の施行に伴う床面積あたり冷暖房負荷の減少を考慮する。業務用床面積の推移については長期エネルギー需給見通しを参考に想定し、床面積あたり冷暖房負荷の減少については、今後省エネ基準や ZEB 基準を満たす建築物の比率が高まることを踏まえ、図 2-70 のとおり想定した。

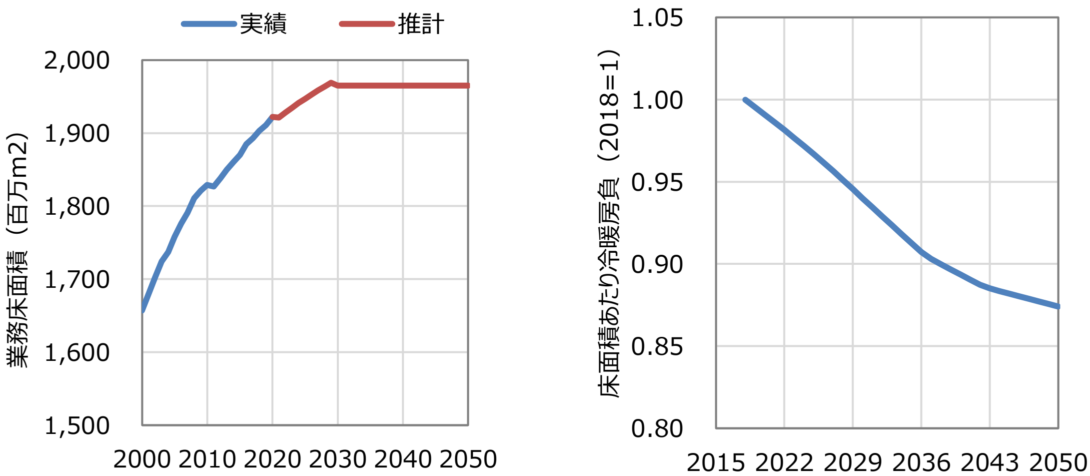


図 2-70 業務用床面積及び床面積あたり冷暖房負荷の推移

上記を踏まえた、将来の業務用空調のストック容量の推計結果を図 2-71 に示す。セントラルと個別(パッケージエアコン(なお、GHP は除く))の比率は将来にわたり変わらないと想定している。

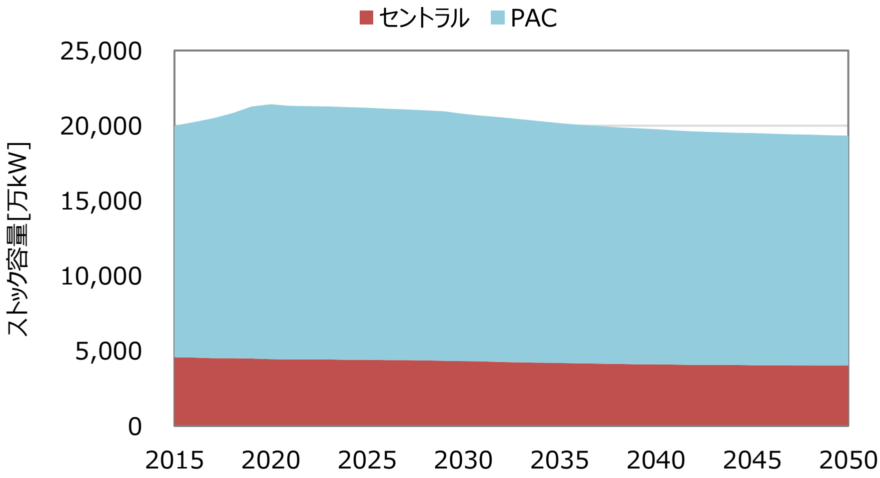


図 2-71 将来の業務用空調のストック容量

(2) 業務用空調機器の諸元

1) 業務用空調機器のフロー効率

業務用空調機器のフロー効率は、足元については HPTCJ 調べにより、現在販売されている機器の効率等を踏まえ設定した。将来については、2050 年度の APF をチリングユニットは 5.0、ターボ冷凍機は 8.0(いずれも足元の 1.4 倍程度)に達するものと想定し、間は線形補間とした。パッケージエアコンについては、効率進展度合いに応じて 3 つのシナリオを設定し、2050 年度の APF を 6.5(足元の 1.4 倍程度)とした中位シナリオに対して、高位シナリオ、低位シナリオでは、2030 年度時点における効率がそれぞれ+5%／-5%変化すると想定した。吸収式冷凍機については、2030 年度の APF について長期エネルギー需給見通しを参照した上で、2030 年度までの改善率を外挿して 2050 年度の APF を設定した。

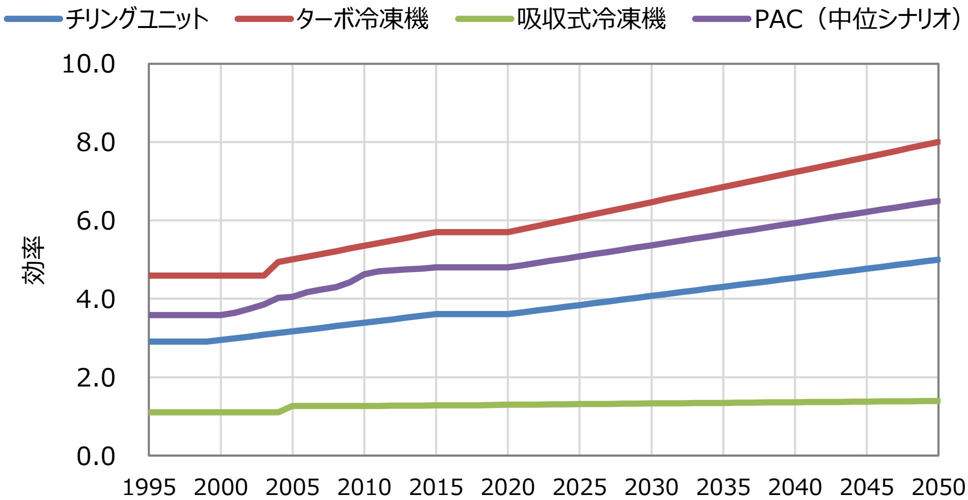


図 2-72 業務用空調機器の機器別のフロー効率の想定

表 2-33 業務用 HP 空調(個別)の効率の想定

シナリオ	業務用 HP 空調(個別)の効率
高位	2030 年度時点において中位シナリオ比+5%
中位	2050 年度時点において APF6.5 へと進展
低位	2030 年度時点において中位シナリオ比-5%

2) 全負荷相当運転時間

業務用空調機器の全負荷相当運転時間は、東京都の「省エネ改修効果診断ツール操作マニュアル」を参照し、1,200h/年と想定した。

表 2-34 業務部門における業種別全負荷相当運転時間

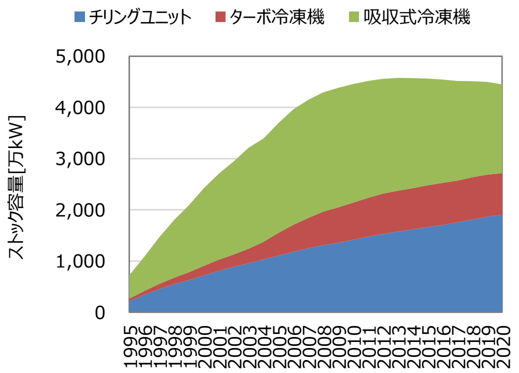
ベンチマーク区分名		平均原単位 [kg-CO_2/㎡]	全負荷相当運転時間 [h/年]				
			熱源機器 冷房	熱源機器 暖房	熱源補機、搬送冷房	熱源補機、搬送暖房	空調機
オフィス	(テナント専用部)	81.3	800	400	2,100	450	2,850
	自社ビル	65.4					
物販店	(コンビニ)	585.4	900	400	2,200	550	2,844
	(ドラッグストア)	295.4					
	(総合スーパー・百貨店)	259.7					
	(生鮮食品等)	387					
	(食料品の製造小売)	765.3					
	(服飾品)	124.8					
	(自動車(新車)小売)	63.4					
飲食店	(食堂・レストラン)	596.6	1,000	500	2,300	750	3,861
	(居酒屋・バー)	365.1					
	(ハンバーガー)	733.4					
	(喫茶)	414.1					
	(焼肉)	561.9					
	(中華料理・ラーメン)	985.1					
	(その他)	718.7					
その他	(旅館・ホテル)	125.2	1,000	1,200	3,000	5,000	5,110
	(学校・教育施設)	23.4	400	500	1,350	550	2,000
	(保育所)	57.1					
	(病院・診療所)	106	1,000	900	3,400	1,600	5,110
	(保健・介護施設)	72.6					
	(フィットネス施設)	203.5	1,000	500	2,300	1,100	3,861
	(パチンコ店舗)	287.1					
	(カラオケボックス店舗)	252.1					
	(ゲームセンター)	333.9					
	(図書館)	64.3					
	(博物館・美術館)	69.3					
	(区市町村庁舎等)	54.6	800	400	2,100	450	2,850
ベンチマーク区分以外			800	400	2,100	450	2,850

出所)東京都「省エネ改修効果診断ツール操作マニュアル」[15]

[15] https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/businesses/enquete2013/index.files/syoene-tool_manual_ver1.0.pdf、2022 年 7 月 5 日取得

(3) 業務用ヒートポンプ空調(チリングユニット、ターボ冷凍機)のストックシェア

チリングユニット、ターボ冷凍機、吸収式冷凍機のストックを、統計データが得られた 1994 年度以降の導入実績の積算により推計した結果を以下に示す。2000 年代半ば以降吸収式冷凍機のシェアが減り、チリングユニット、ターボ冷凍機のシェアが増加している。2010 年度以降はチリングユニットのシェアの増加傾向が強まっている。2018 年度においては、チリングユニット、ターボ冷凍機併せて約 58%のシェアを占めている。



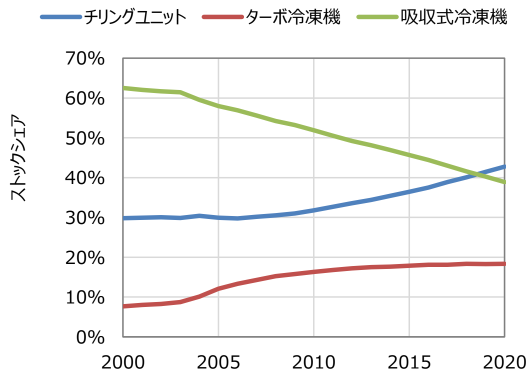


図 2-73 業務用空調(セントラル)の導入状況
(左:ストック容量、右:ストックシェア)

将来のチリングユニット、ターボ冷凍機のストックシェアについては、チリングユニット、ターボ冷凍機毎に、2006 年度以降のシェアの推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-35 に示すとおり、ヒートポンプのシェアの上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定し、チリングユニット、ターボ冷凍機の比率は足元と同程度と想定した。また、製品寿命の概ね 3 サイクル分の期間を経た 2050 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

表 2-35 業務用 HP 空調(セントラル)の導入上限の想定

シナリオ	業務用 HP 空調(セントラル)の導入上限
高位	ストック容量×90%
中位	ストック容量×80%
低位	ストック容量×70%

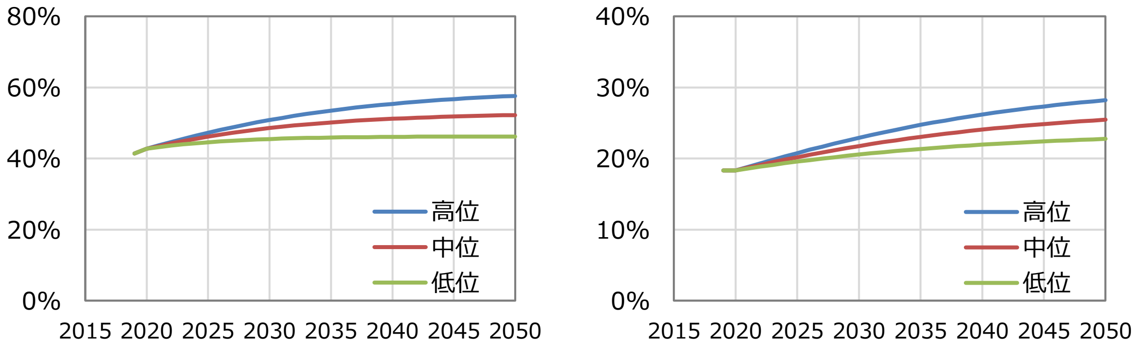


図 2-74 業務用空調(セントラル)のストックシェア想定
(左:チリングユニット、右:ターボ冷凍機)

2.4.4 算定結果

(1) セントラル

1) 出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、チリングユニット及びターボ冷凍機の出荷容量、ストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-75~図 2-78 に示す。

中位シナリオでの 2050 年度断面において、チリングユニットの出荷容量は 134 万 kW、ストック容量は 2,096 万 kW に達し、ターボ冷凍機の出荷容量は 53 万 kW、ストック容量は 1,022 万 kW に達する。

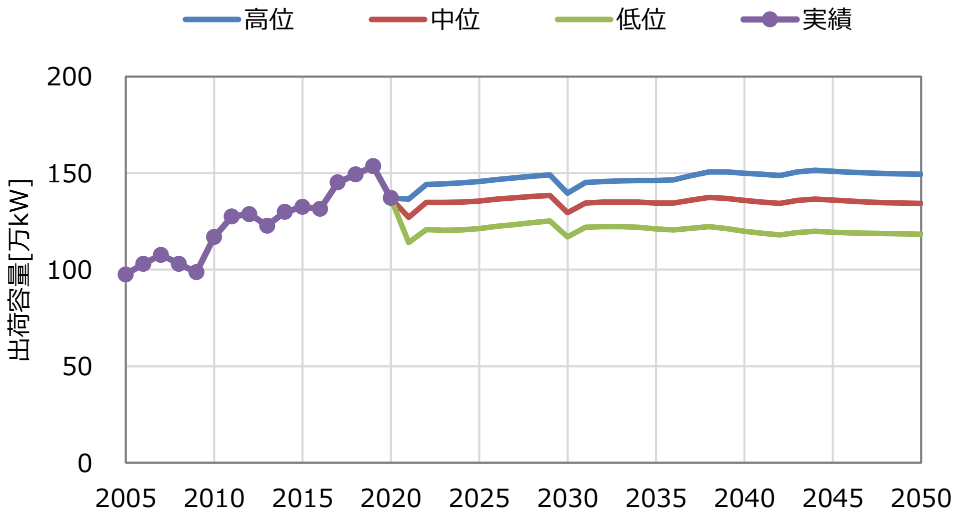


図 2-75 業務用チリングユニットの出荷容量推計

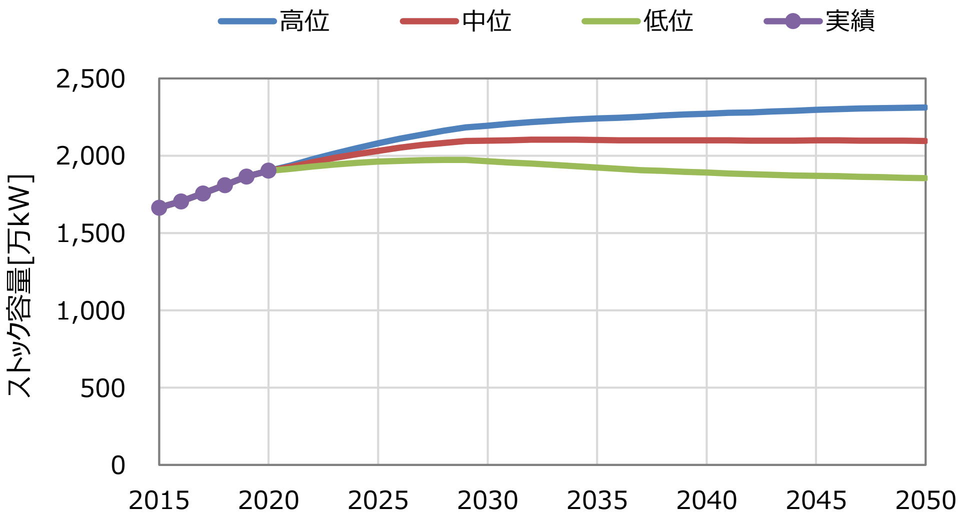


図 2-76 業務用チリングユニットのストック容量推計

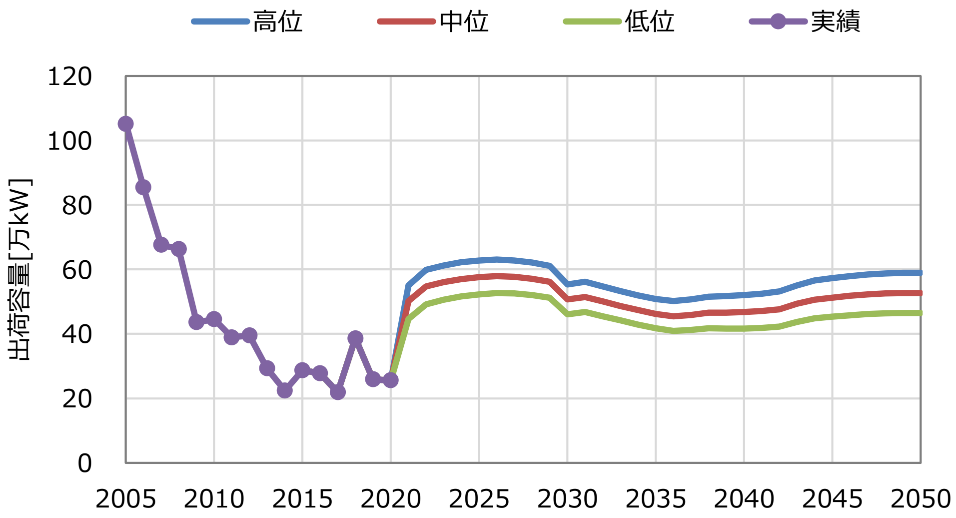


図 2-77 業務用ターボ冷凍機の出荷容量推計

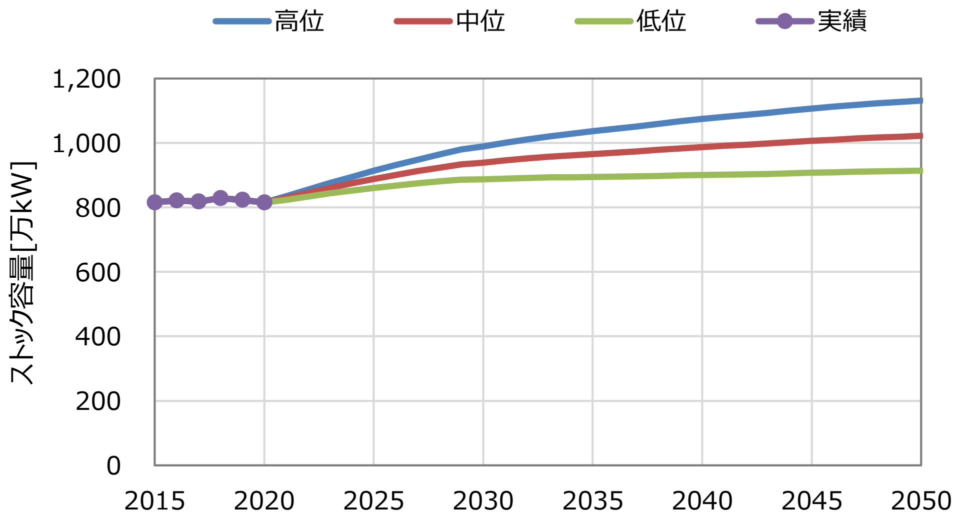


図 2-78 業務用ターボ冷凍機のストック容量推計

2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び、想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-79 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の業務用ヒートポンプ空調のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

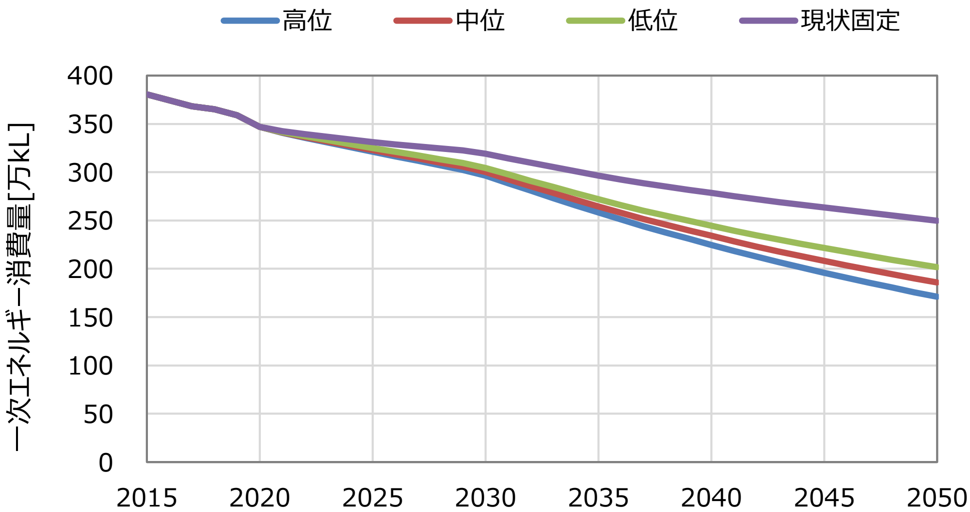


図 2-79 一次エネルギー消費量の推計結果：業務用空調（セントラル）

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-80、表 2-36 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 64 万 kL/年であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 29 万 kL/年、ヒートポンプ空調の効率改善効果は 35 万 kL/年と推計される。

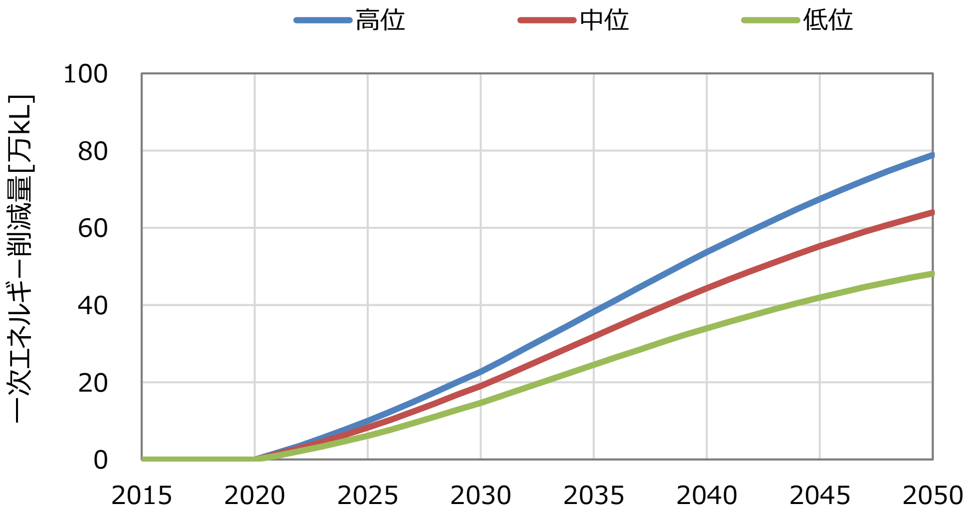


図 2-80 省エネ効果の推計結果:業務用空調(セントラル)

表 2-36 省エネ効果の内訳:業務用空調(セントラル)

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	23	54	79
	吸収式冷凍機の代替効果	13	28	42
	HP 空調の効率改善効果	10	26	37
中位	合計	19	44	64
	吸収式冷凍機の代替効果	10	20	29
	HP 空調の効率改善効果	10	25	35
低位	合計	15	34	48
	吸収式冷凍機の代替効果	6	10	14
	HP 空調の効率改善効果	9	24	34

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-81、表 2-37 に示す。なお、吸収式冷凍機の燃料については、エネルギー経済統計要覧における 2015 年度の空調用燃料消費量を参照し、都市ガスと A 重油の加重平均で排出係数を算定した（将来にわたり一定と想定）。

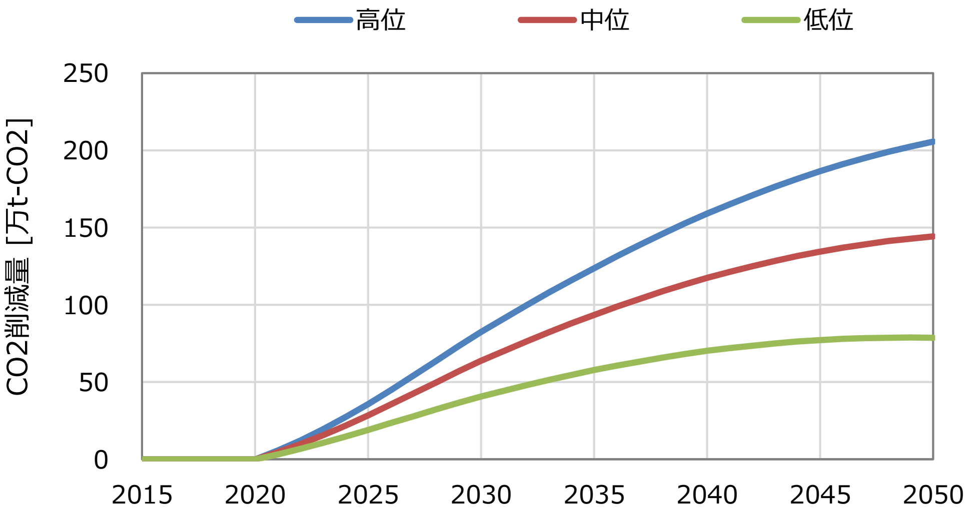


図 2-81 CO2 削減効果の推計結果：業務用空調（セントラル）

表 2-37 CO2 削減効果：業務用空調（セントラル）

シナリオ	内訳	CO2 削減効果（万 tCO2/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	83	159	206
	吸収式冷凍機の代替効果	70	138	199
	HP 空調の効率改善効果	13	21	7
中位	合計	64	118	144
	吸収式冷凍機の代替効果	51	96	134
	HP 空調の効率改善効果	13	22	11
低位	合計	41	70	79
	吸収式冷凍機の代替効果	28	48	64
	HP 空調の効率改善効果	13	23	15

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-82 に示す。

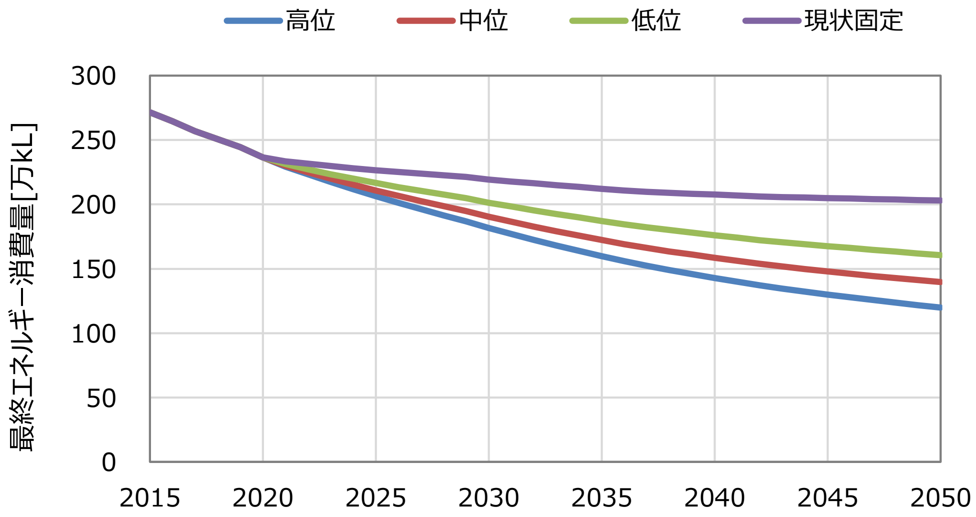


図 2-82 最終エネルギー消費量の推計結果：業務用空調（セントラル）

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-83、表 2-38 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 63 万 kL/年であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 41 万 kL/年、セントラル空調への効率改善効果は 23 万 kL/年と推計される。

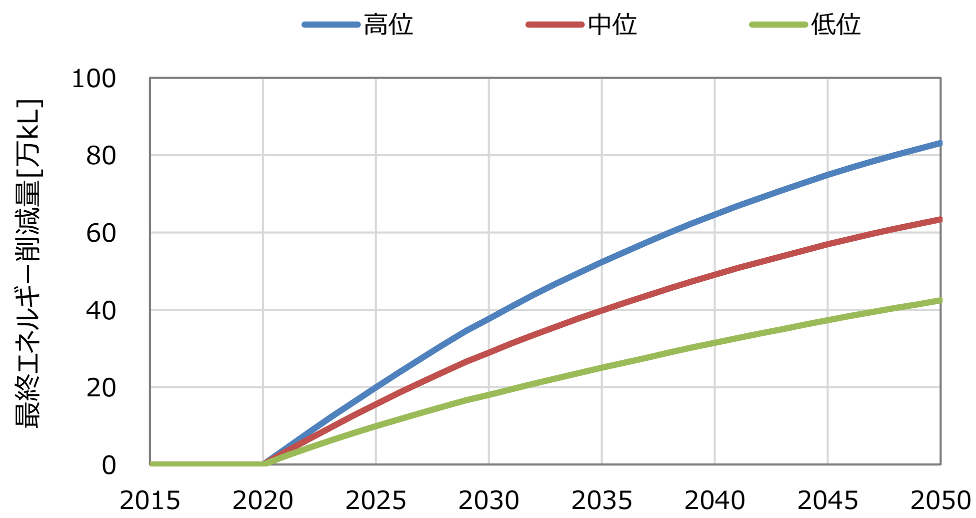


図 2-83 最終エネルギー削減量の推計結果：業務用空調（セントラル）

表 2-38 最終エネルギー削減量の内訳：業務用空調（セントラル）

シナリオ	内訳		CO2 削減効果（万 tCO2/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		38	65	83
		吸収式冷凍機の代替効果	33	51	60
		HP 空調の効率改善効果	5	14	23
中位	合計		29	49	63
		吸収式冷凍機の代替効果	24	35	41
		HP 空調の効率改善効果	5	14	23
低位	合計		18	31	42
		吸収式冷凍機の代替効果	13	18	20
		HP 空調の効率改善効果	5	14	23

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5） 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-84 に示す。

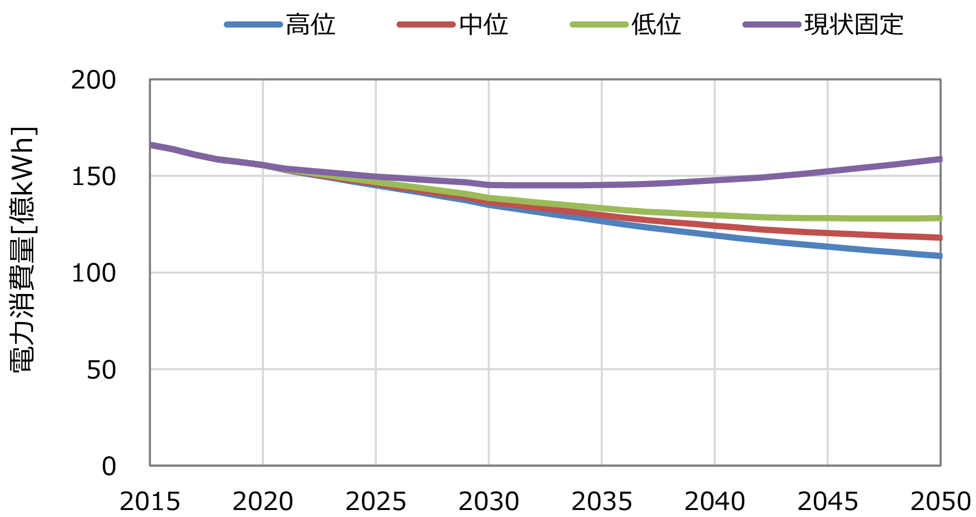


図 2-84 電力消費量の推計結果：業務用空調（セントラル）

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-85、表 2-39 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 41 億 kWh/年の減少であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 18 億 kWh/年の減少、セントラル空調の効率改善効果は 22 億 kWh/年の減少と推計される。

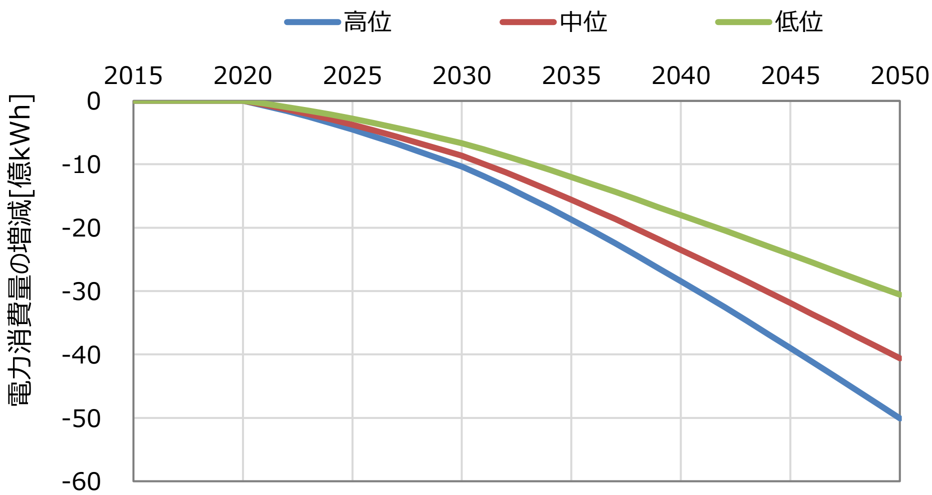


図 2-85 電力消費量の増減の推計結果：業務用空調（セントラル）

表 2-39 電力消費量の増減の内訳：業務用空調（セントラル）

シナリオ	内訳	電力消費量の増減（億 kWh/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	-10	-28	-50
	吸収式冷凍機の代替効果	-6	-15	-27
	HP 空調の効率改善効果	-4	-14	-23
中位	合計	-9	-24	-41
	吸収式冷凍機の代替効果	-4	-10	-18
	HP 空調の効率改善効果	-4	-13	-22
低位	合計	-7	-18	-31
	吸収式冷凍機の代替効果	-3	-6	-9
	HP 空調の効率改善効果	-4	-13	-21

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(2) 個別(パッケージエアコン)

1) 出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、パッケージエアコンの出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-86、図 2-87 に示す。

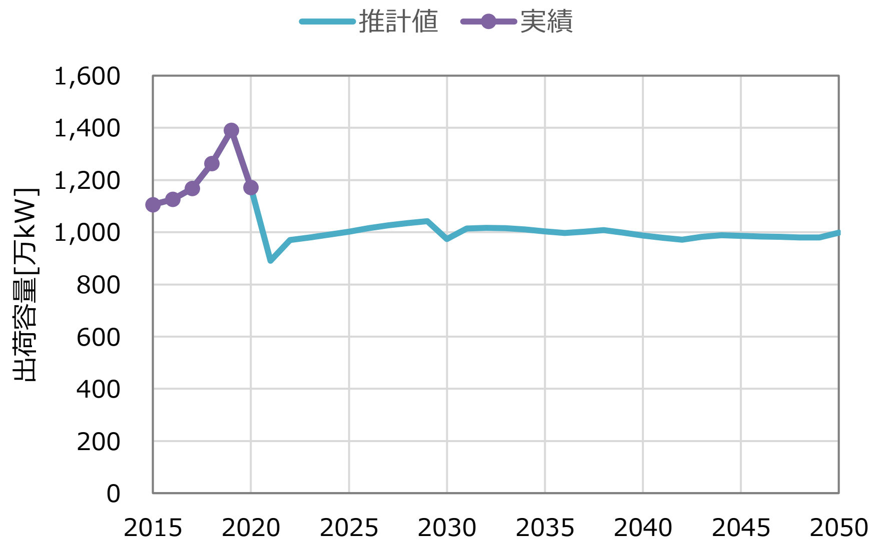


図 2-86 業務用パッケージエアコンの出荷容量推計

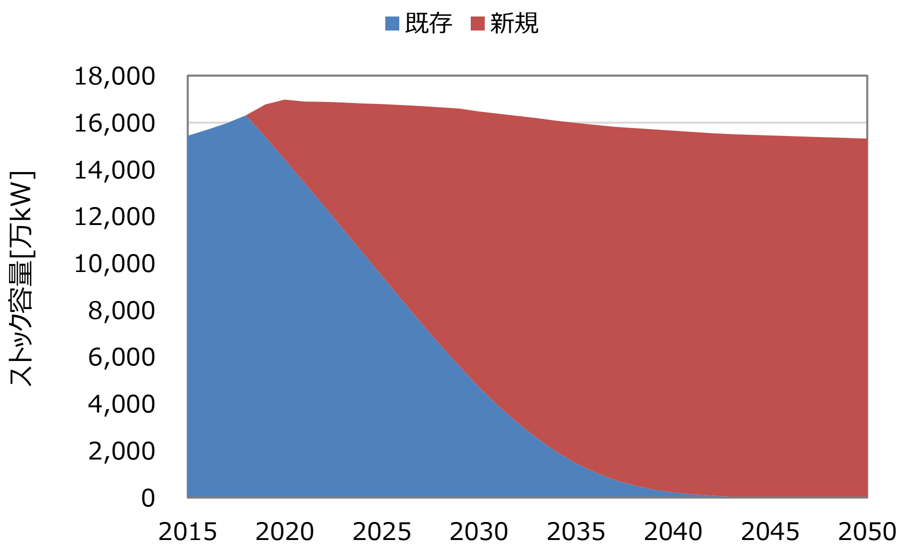


図 2-87 業務用パッケージエアコンのストック容量推計

2) 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-88 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元(2020 年度)のパッケージエアコンのフロー効率が将来にわたって一定と仮定

したものである。

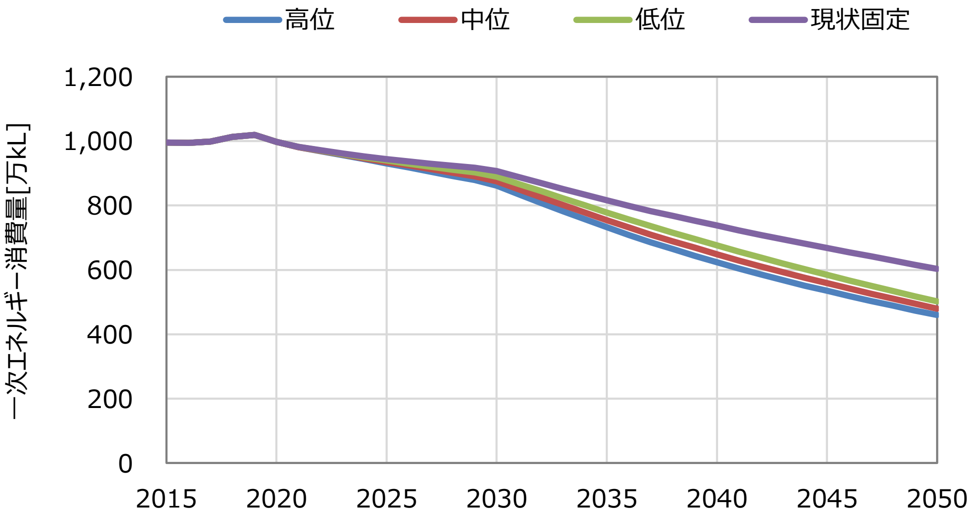


図 2-88　一次エネルギー消費量の推計結果：業務用空調（個別）

　また、上記の結果を踏まえ、効率進展度合いに応じて設定した各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-89 に示す。

　2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 123 万 kL/年と推計される。

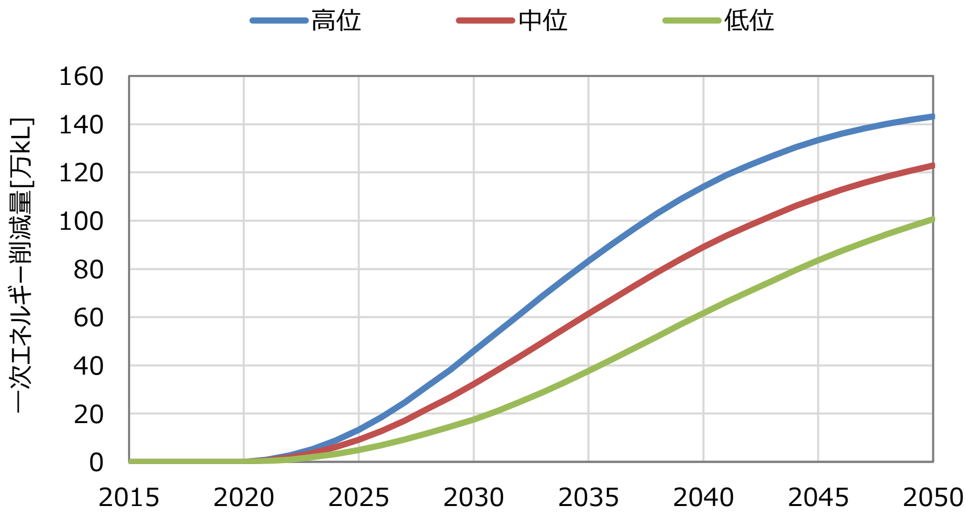


図 2-89　省エネ効果の推計結果：業務用空調（個別）

表 2-40　省エネ効果：業務用空調（個別）

シナリオ	省エネ効果（万 kL/年）		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	46	114	143
中位	32	89	123
低位	18	62	101

3) CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を表 2-41 に示す。CO2 削減効果は2030 年代後半に向けて増加した後に減少に転じる見込みとなっている。これは、他機器の代替が存在せず電力利用機器の効率向上のみが評価されるパッケージエアコンについては、電力の CO2 原単位の低減が中長期的に進展していくにつれて単位消費電力削減量あたりの CO2 削減効果が小さくなることの影響が顕著に表れるためである。

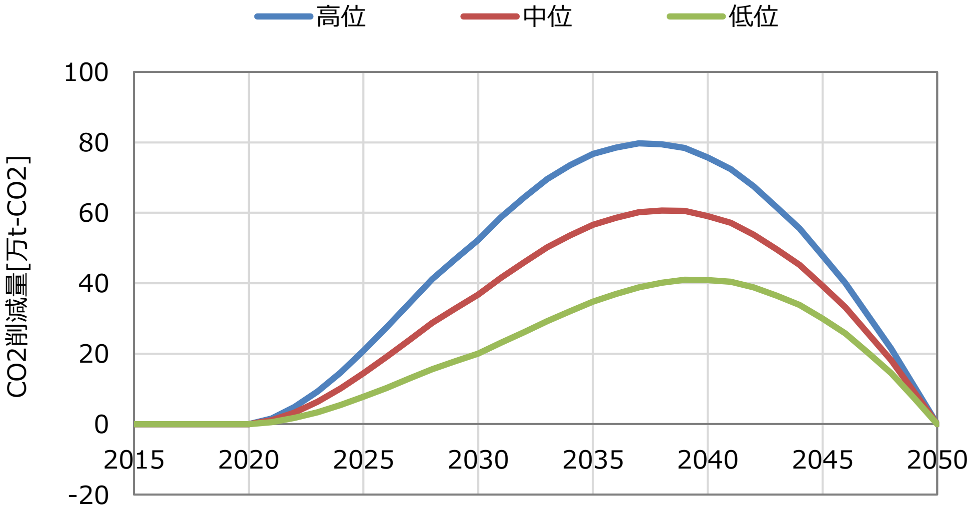


図 2-90 CO2 削減効果の推計結果:業務用空調(個別)

表 2-41 CO2 削減効果:業務用空調(個別)

シナリオ	CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	52	76	0
中位	37	59	0
低位	20	41	0

4) 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-91 に示す。

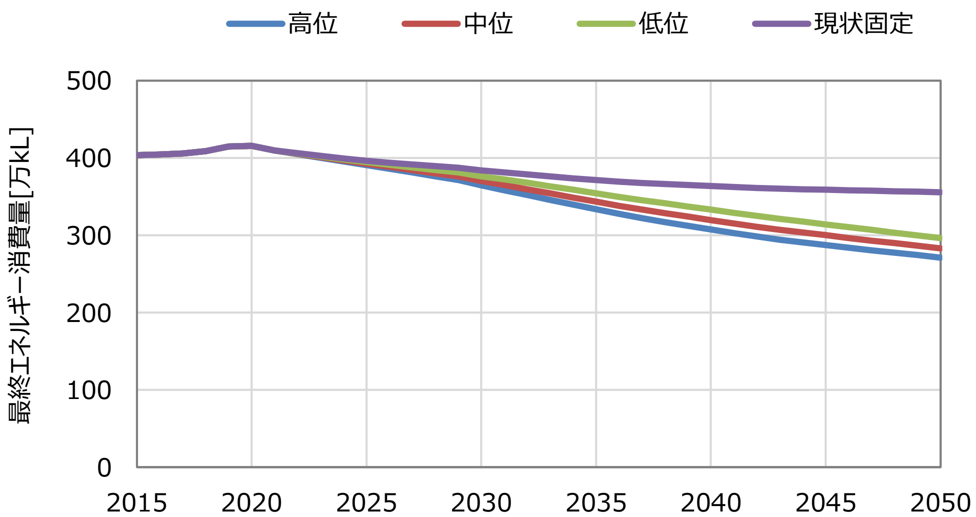


図 2-91 最終エネルギー消費量の推計結果：業務用空調（個別）

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-92、表 2-42 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 72 万 kL/年と推計される。

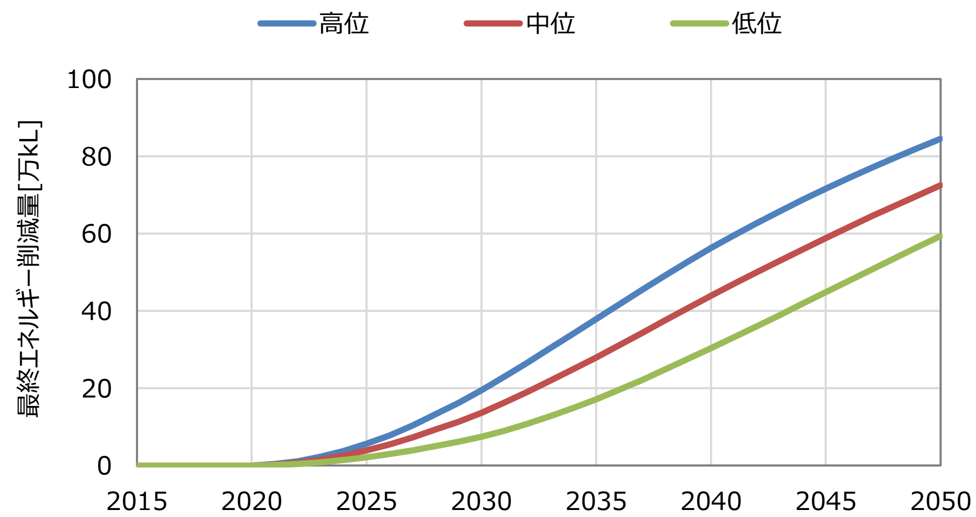


図 2-92 最終エネルギー削減量の推計結果：業務用空調（個別）

表 2-42　最終エネルギー削減量の内訳：業務用空調（個別）

シナリオ	省エネ効果（万 kL/年）		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	19	56	85
中位	14	44	72
低位	7	30	59

5）　電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-93 に示す。

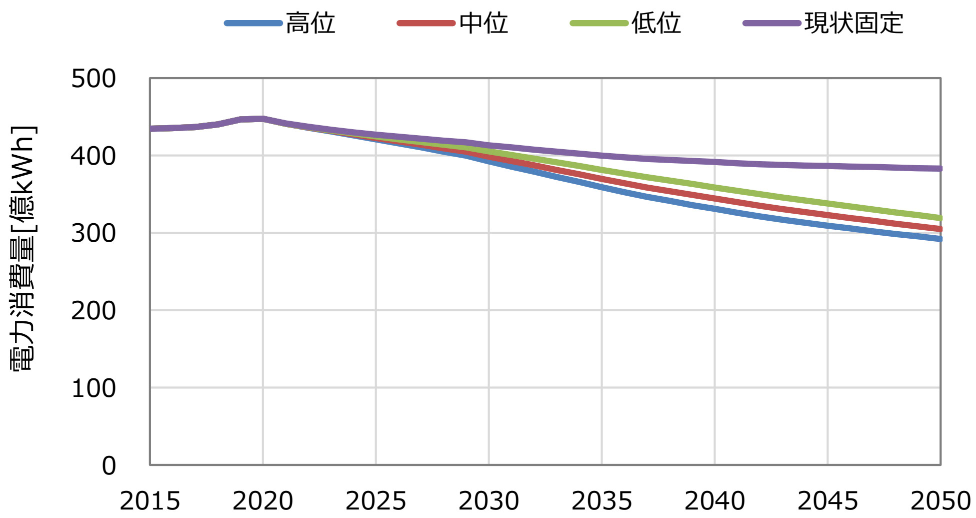


図 2-93　電力消費量の推計結果：業務用空調（個別）

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-94、表 2-43 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 78 億 kWh/年の減少と推計される。

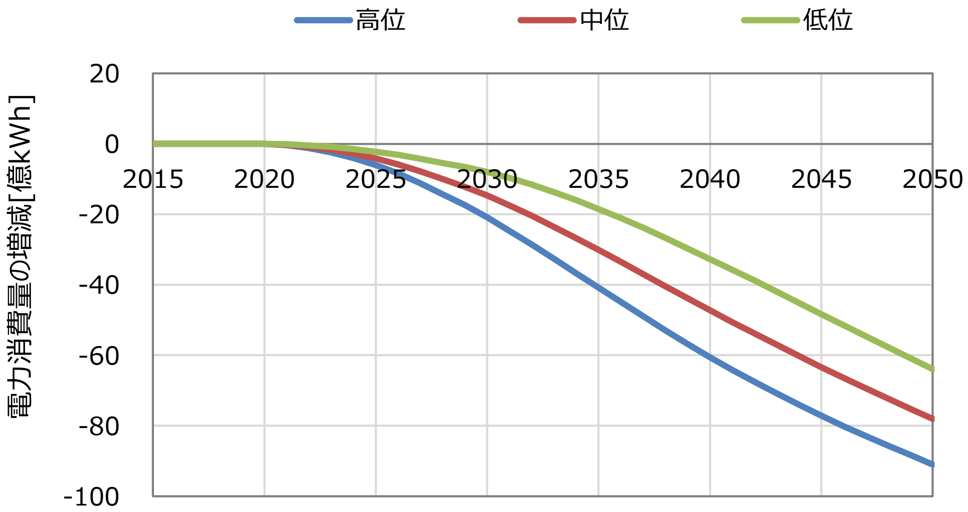


図 2-94 電力消費量の増減の推計結果:業務用空調(個別)

表 2-43 電力消費量の増減の内訳:業務用空調(個別)

シナリオ	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	-21	-61	-91
中位	-15	-47	-78
低位	-8	-33	-64

2.5　産業用空調

2.5.1　前提条件

産業用空調については、業務用空調と同様にセントラル空調と個別空調に分けて検討を行うものとする。

セントラル空調については、吸収式冷凍機をチリングユニット、ターボ冷凍機で代替する効果について評価し、個別空調についてはパッケージエアコンの効率向上が進む効果について評価することとした。ここで、ガスヒートポンプ空調（GHP）の代替については対象から外した。

ターボ冷凍機、吸収式冷凍機は日本冷凍空調工業会自主統計における「工場空調用」の分類を産業用空調と想定し、チリングユニットについては 30 馬力以上の 5%を産業用空調と想定した（30 馬力以上の 5%以外については、業務用空調と想定した）。パッケージエアコン（PAC）については、日本冷凍空調工業会自主統計における設備用エアコンの分類を産業用空調と想定した。

表 2-44 評価対象とした産業用空調機器

区分	分析上の機器	統計上または文献上の機器	
		統計名	対象機器
セントラル	産業用 HP 空調	日本冷凍空調工業会自主統計	ターボ冷凍機のうち工場空調用
			チリングユニットのうち、30 馬力以上の 5%
	吸収式冷凍機	日本冷凍空調工業会自主統計	吸収式冷凍機のうち工場空調用
個別	パッケージエアコン	日本冷凍空調工業会自主統計	設備用エアコン

2.5.2 算定フロー

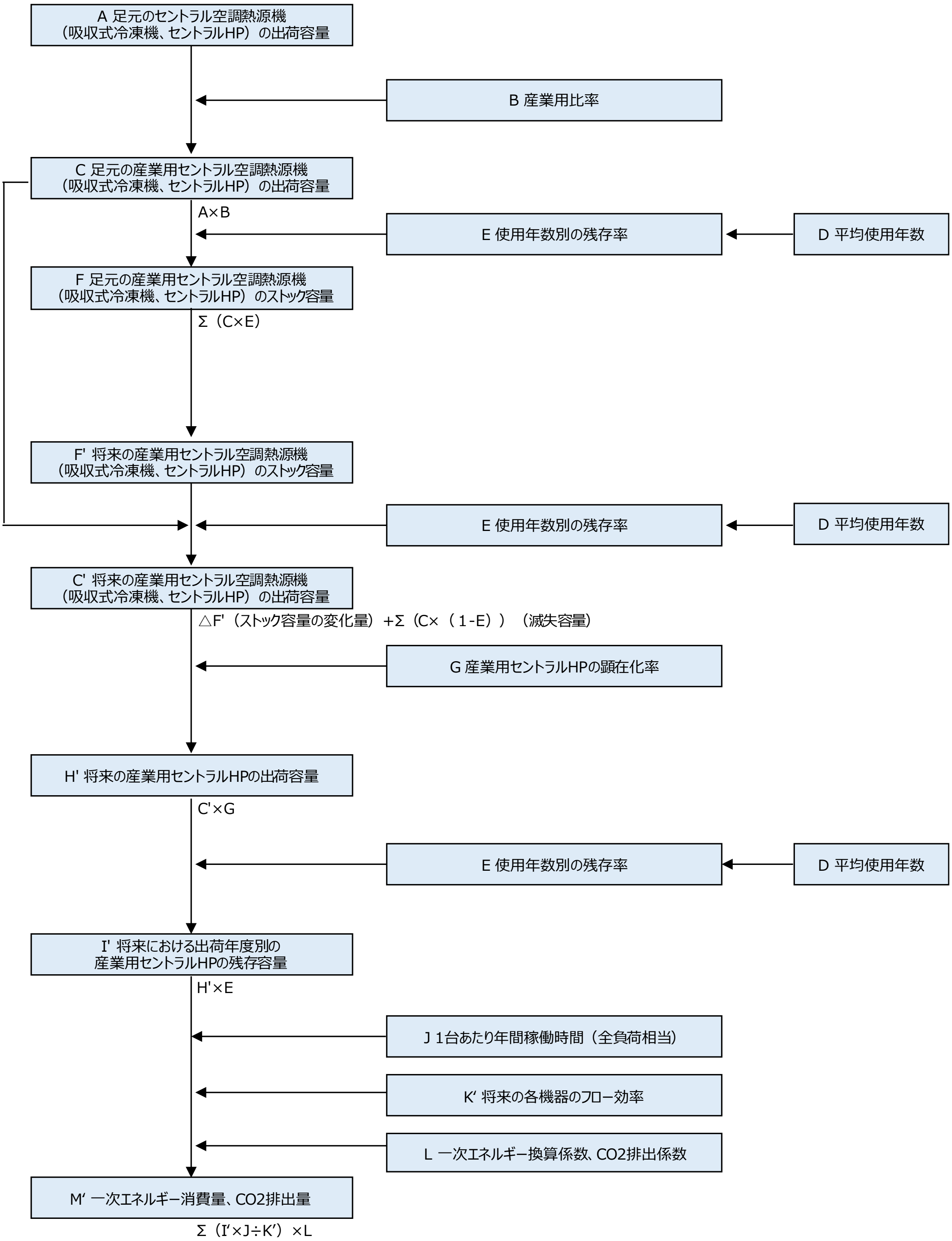


図 2-95 産業用空調（セントラル）の算定フロー

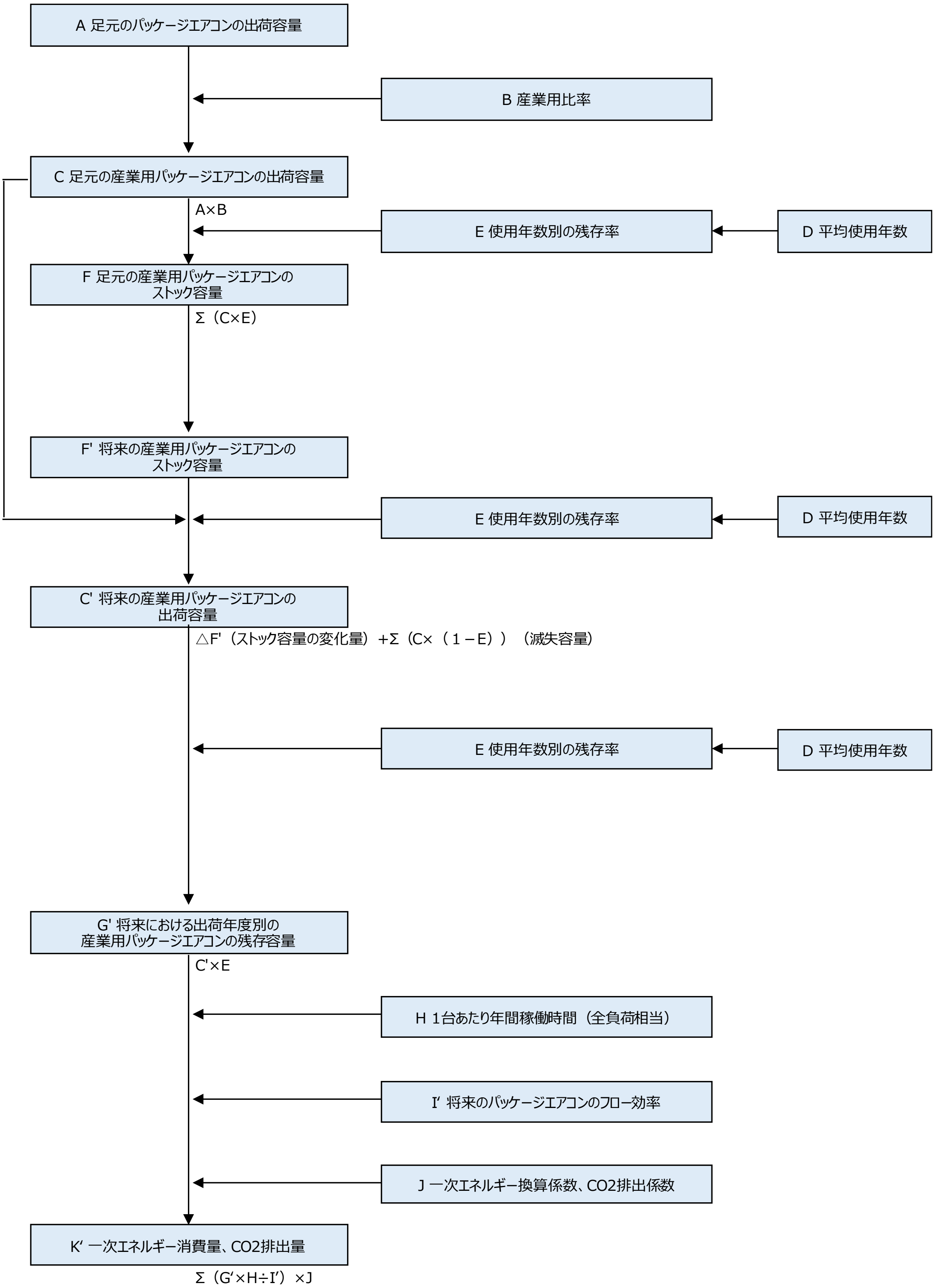


図 2-96 産業用空調（個別）の算定フロー

2.5.3　算定に用いたデータ

(1)　産業用空調の市場規模

1)　産業用空調機器の出荷容量

各産業用空調機器の出荷容量の推移を図 2-97 に示す。機器別の出荷容量を見ると、業務用空調と同様にパッケージエアコン(なお、GHP は除く)が全体の 7～8 割程度を占める。セントラル空調の内訳としては、1990 年代はターボ冷凍機と吸収式冷凍機が同程度のシェアを占めていたが、2000 年度以降はターボ冷凍機の比率が高まっている。

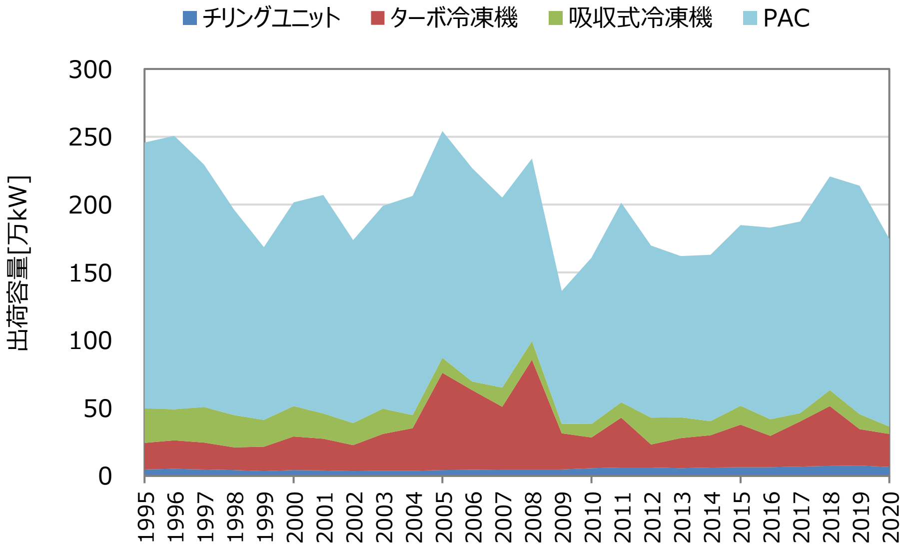


図 2-97　産業用空調機器の出荷容量推移

2)　平均使用年数、残存曲線

各空調機器の平均使用年数、残存曲線については、業務用空調と同様と想定した。

3)　産業用空調の市場規模(ストック容量)

前述の年度別出荷容量に残存率を乗じて毎年の残存容量を推計し、積み上げた結果を足元の産業用空調機器のストック容量と見なす。

将来の産業用空調機器のストック容量は足元横這い、セントラルと個別(パッケージエアコン(なお、GHP は除く))の比率も将来にわたり変わらないと想定し、将来の産業用空調のストック容量を推計した結果を図 2-98 に示す。

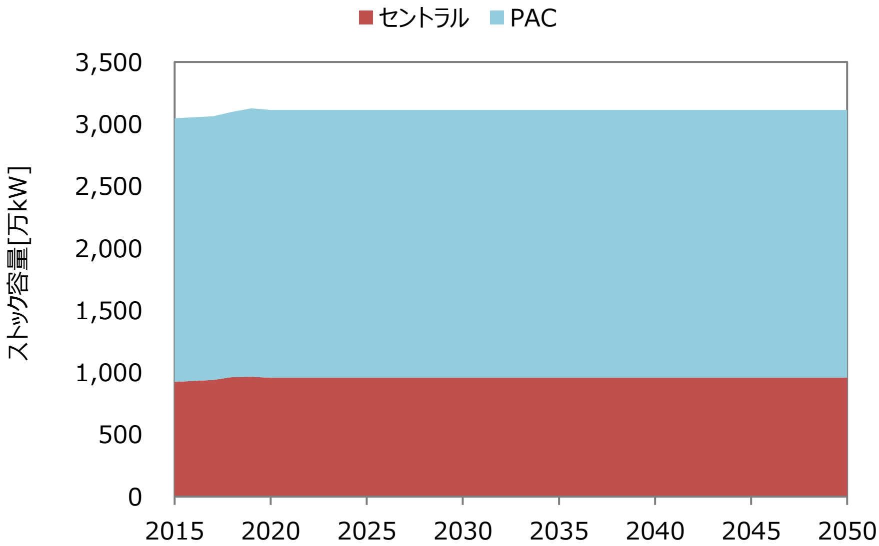


図 2-98 将来の産業用空調のストック容量

(2) 産業用空調機器の諸元

1) 産業用空調機器のフロー効率

産業用空調機器のフロー効率は、業務用空調と同様と想定した。すなわち、ターボ冷凍機、チリングユニット、パッケージエアコン、吸収式冷凍機のいずれについても、将来の効率進展を勘案して設定したが、パッケージエアコンについては、効率進展度合いに応じて 3 つのシナリオを設定した。

2) 全負荷相当運転時間

産業用空調機器の全負荷相当運転時間は、長期エネルギー需給見通しにおける想定を参照し、1,100h/年と想定した。

(3) 産業用ヒートポンプ空調(チリングユニット、ターボ冷凍機)のストックシェア

チリングユニット、ターボ冷凍機、吸収式冷凍機のストックを、統計データが得られた 1994 年度以降の導入実績の積算により推計した結果を以下に示す。2000 年代に入り吸収式冷凍機のシェアが減り、ターボ冷凍機のシェアが増加している。2020 年度においては、チリングユニット、ターボ冷凍機併せて約 78%のシェアを占めている。

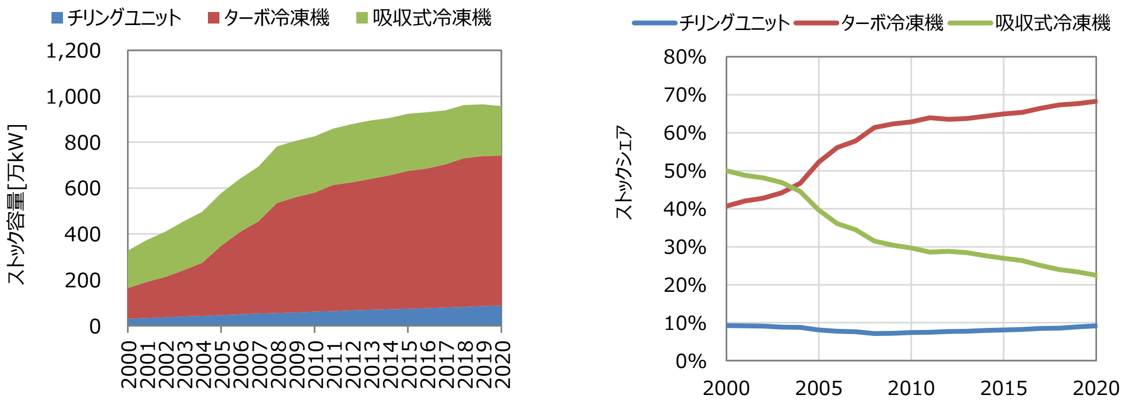


図 2-99 将来の産業用空調のストック容量
（左：ストック容量、右：ストックシェア）

将来のチリングユニット、ターボ冷凍機のストックシェアについては、チリングユニット、ターボ冷凍機毎に、2006 度以降のシェアの推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-45 に示すとおり、ヒートポンプのシェアの上限漸近値として高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオの 3 つのシナリオを想定し、チリングユニット、ターボ冷凍機の比率は足元と同程度と想定した。また、製品寿命の概ね 3 サイクル分の期間を経た 2050 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

表 2-45 産業用 HP 空調（セントラル）の導入上限の想定

シナリオ	産業用 HP 空調（セントラル）の導入上限
高位	ストック容量×95%
中位	ストック容量×90%
低位	ストック容量×85%

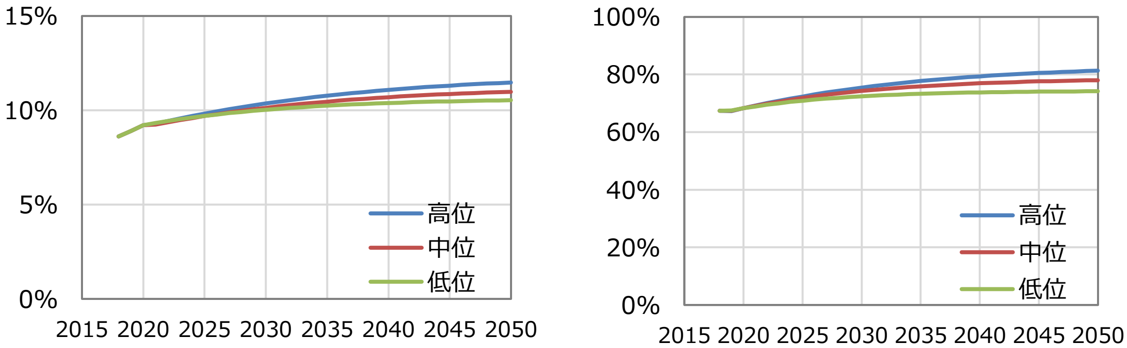


図 2-100 図 2 76 産業用空調（セントラル）のストックシェア想定
（左：チリングユニット、右：ターボ冷凍機）

2.5.4　算定結果

(1)　セントラル

1)　出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、チリングユニット及びターボ冷凍機の出荷容量、ストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-101～図 2-104 に示す。

中位シナリオでの 2050 年度断面において、チリングユニットの出荷容量は 7 万 kW、ストック容量は 105 万 kW に達し、ターボ冷凍機の出荷容量は 37 万 kW、ストック容量は 747 万 kW に達する。

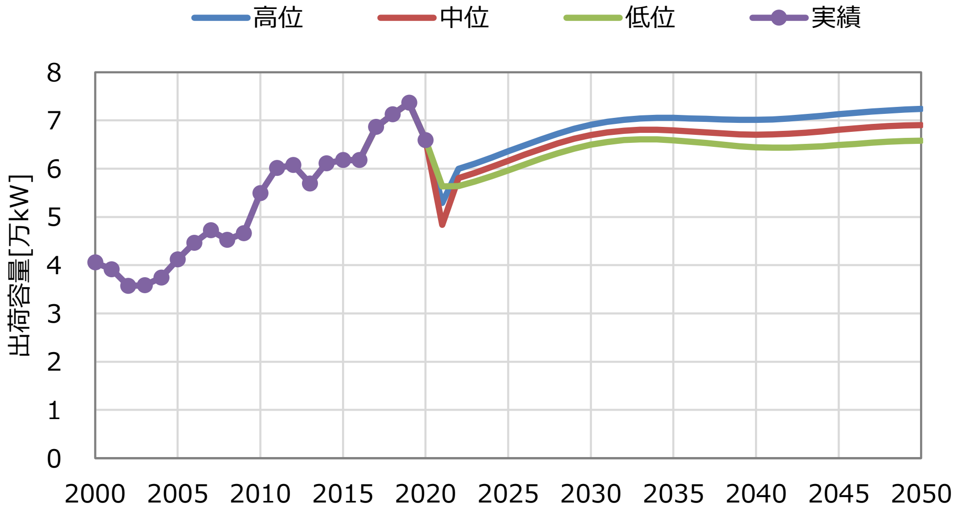


図 2-101　産業用チリングユニットの出荷容量推計

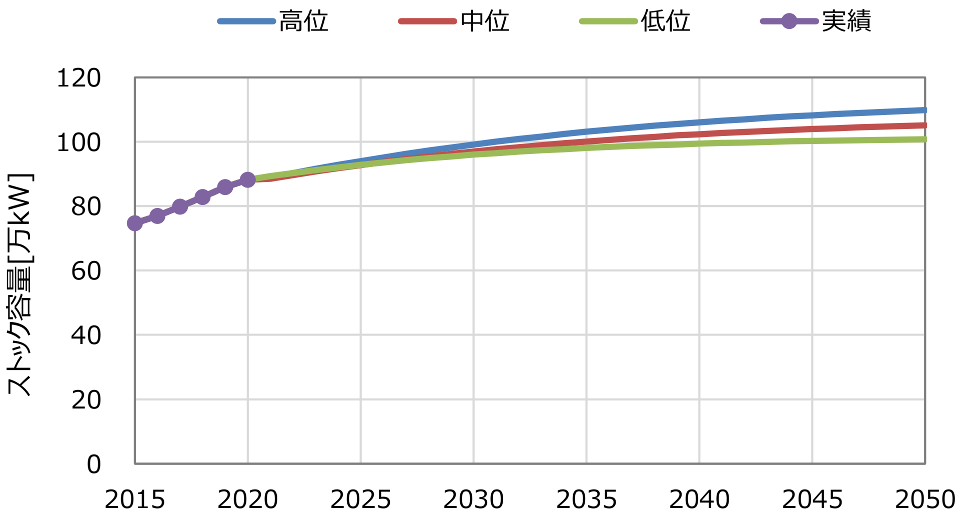


図 2-102　産業用チリングユニットのストック容量推計

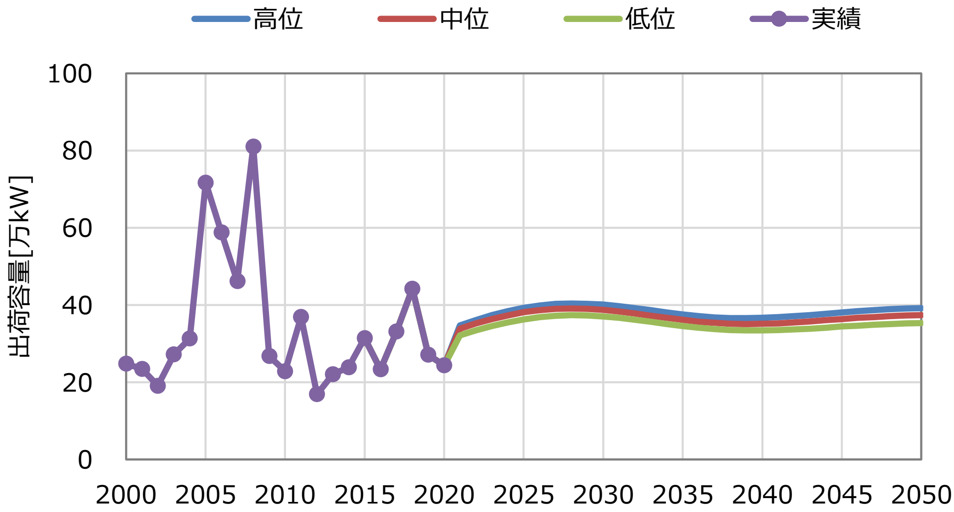


図 2-103 産業用ターボ冷凍機の出荷容量推計

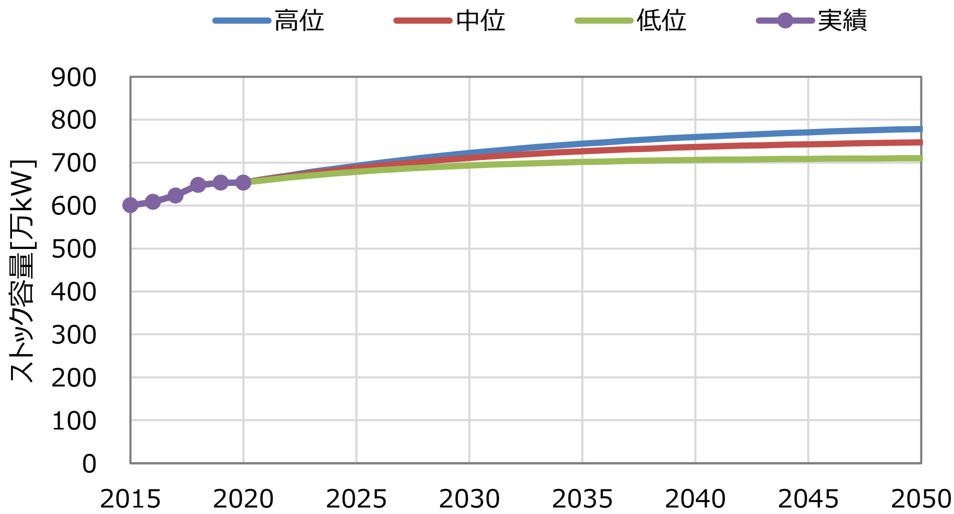


図 2-104 産業用ターボ冷凍機のストック容量推計

2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-105 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の産業用ヒートポンプ空調のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

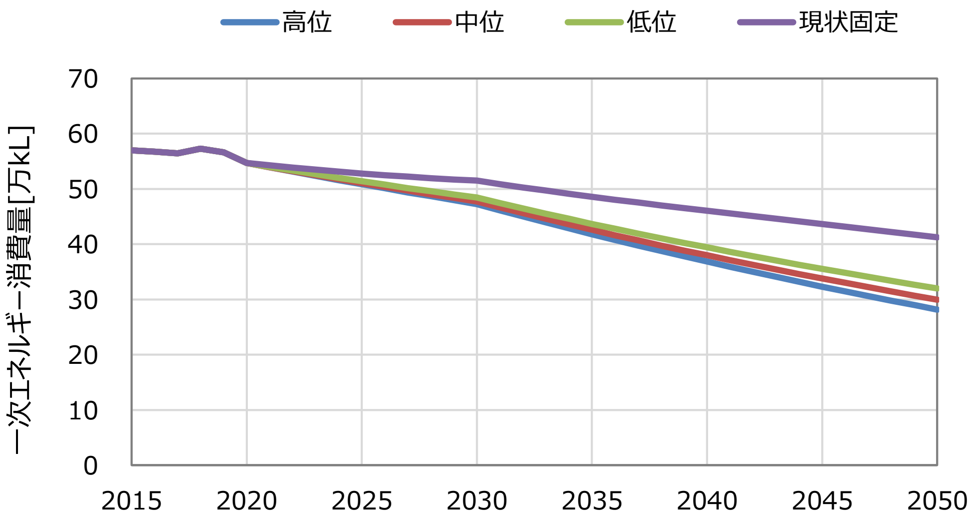


図 2-105 一次エネルギー消費量の推計結果：産業用空調（セントラル）

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-106 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 11.3 万 kL/年であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 5.1 万 kL/年、ヒートポンプ空調の効率改善効果は 6.2 万 kL/年と推計される。

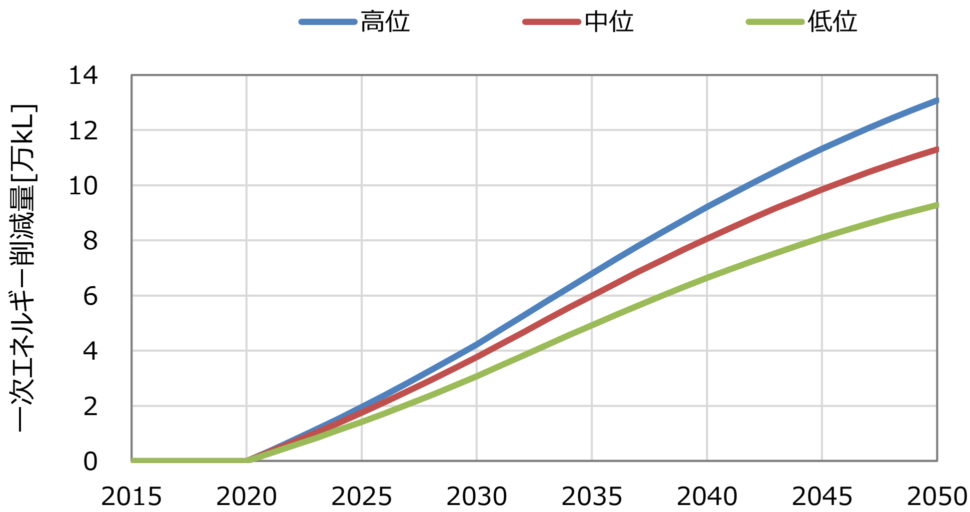


図 2-106 省エネ効果の推計結果：産業用空調（セントラル）

表 2-46 省エネ効果の内訳：産業用空調（セントラル）

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		4.2	9.2	13.1
		吸収式冷凍機の代替効果	2.7	5.0	6.9
		HP 空調の効率改善効果	1.5	4.2	6.2
中位	合計		3.8	8.1	11.3
		吸収式冷凍機の代替効果	2.3	3.9	5.1
		HP 空調の効率改善効果	1.5	4.1	6.2
低位	合計		3.1	6.6	9.3
		吸収式冷凍機の代替効果	1.6	2.5	3.2
		HP 空調の効率改善効果	1.5	4.1	6.1

3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-107、表 2-47 に示す。なお、吸収式冷凍機の燃料については、便宜上、総合エネルギー統計における産業ボイラ用燃料の燃料種別内訳を参照し、都市ガスと A 重油、LPG の加重平均で排出係数を算定した（将来にわたり一定と想定）。

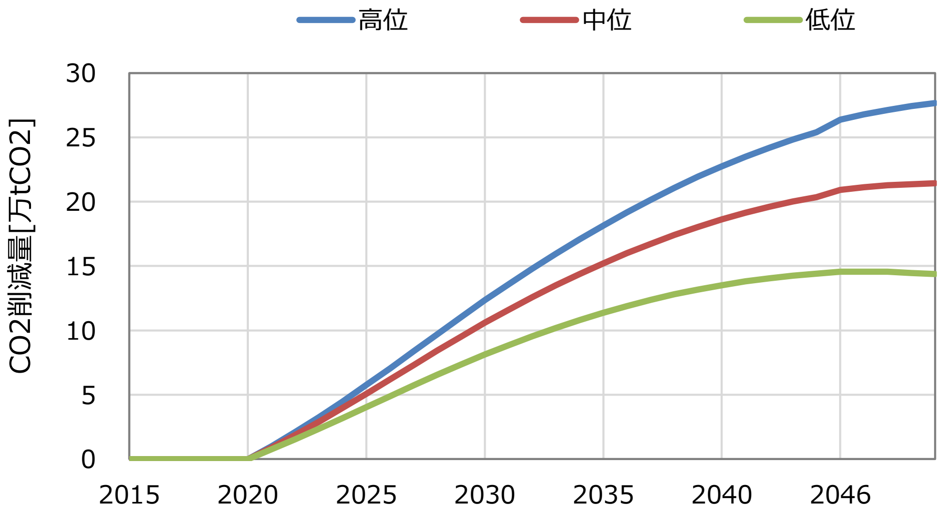


図 2-107 CO2 削減効果の推計結果：産業用空調（セントラル）

表 2-47 CO2 削減効果の内訳：産業用空調（セントラル）

シナリオ	内訳		CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		12.4	22.8	27.7
		吸収式冷凍機の代替効果	10.5	19.5	26.9
		HP 空調の効率改善効果	1.8	3.2	0.7
中位	合計		10.6	18.6	21.4
		吸収式冷凍機の代替効果	8.7	15.3	20.3
		HP 空調の効率改善効果	1.9	3.3	1.2
低位	合計		8.1	13.5	14.4
		吸収式冷凍機の代替効果	6.2	10.1	12.7
		HP 空調の効率改善効果	1.9	3.5	1.6

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-108 に示す。

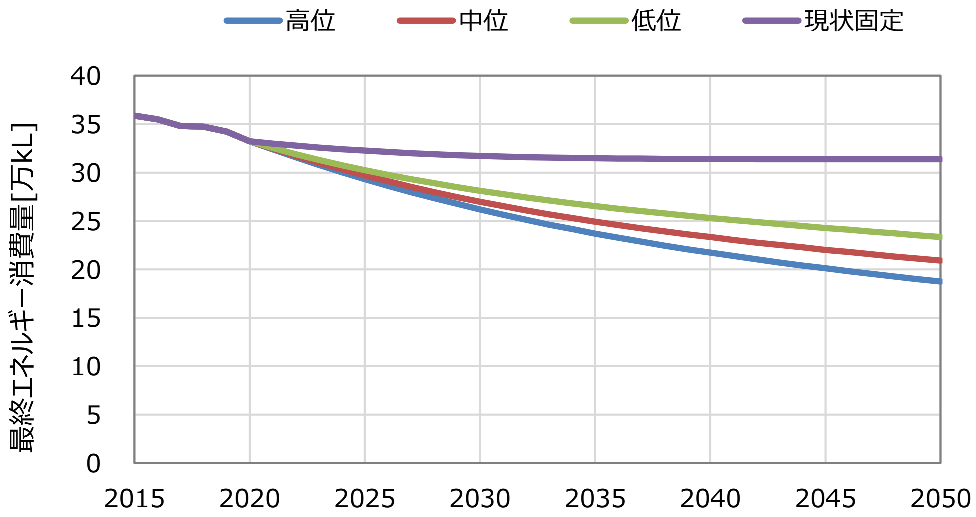


図 2-108 最終エネルギー消費量の推計結果：産業用空調（セントラル）

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-109、表 2-48 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 10.5 万 kL/年であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 6.6 万 kL/年、セントラル空調への効率改善効果は 3.8 万 kL/年と推計される。

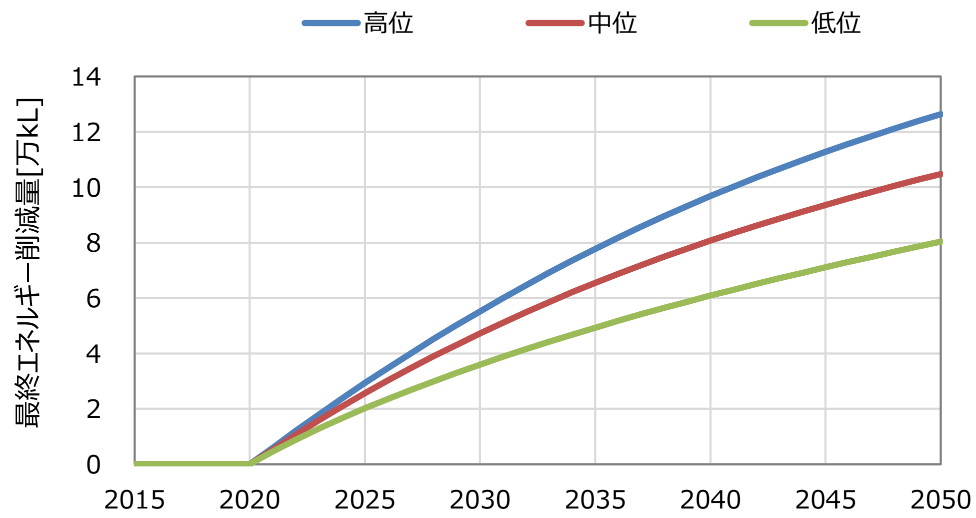


図 2-109 最終エネルギー削減量の推計結果：産業用空調（セントラル）

表 2-48 最終エネルギー削減量の内訳:産業用空調(セントラル)

シナリオ	内訳		CO2 削減効果(万 tCO2/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		5.5	9.7	12.6
		吸収式冷凍機の代替効果	4.8	7.5	8.8
		HP 空調の効率改善効果	0.7	2.2	3.8
中位	合計		4.7	8.1	10.5
		吸収式冷凍機の代替効果	4.0	5.9	6.6
		HP 空調の効率改善効果	0.7	2.2	3.8
低位	合計		3.6	6.1	8.0
		吸収式冷凍機の代替効果	2.9	3.8	4.2
		HP 空調の効率改善効果	0.7	2.2	3.9

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-110 に示す。

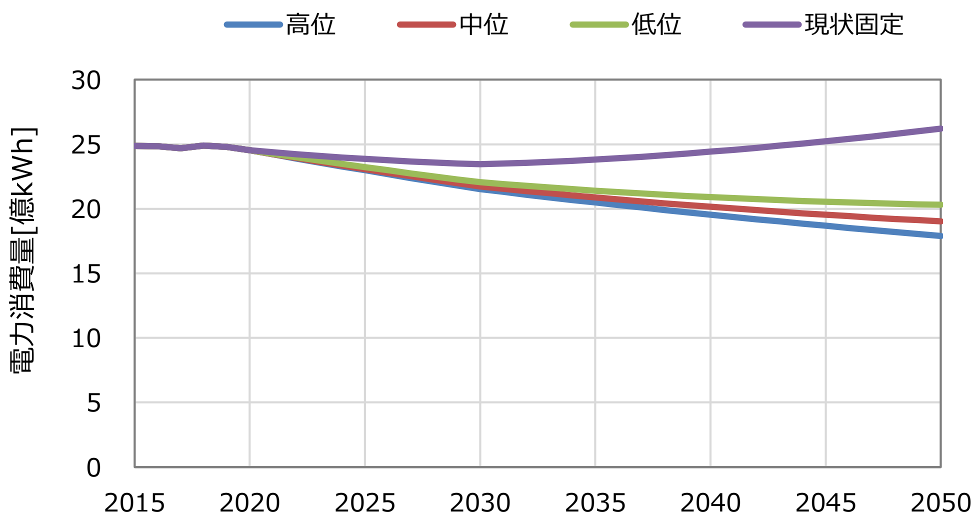


図 2-110 電力消費量の推計結果:産業用空調(セントラル)

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-111、表 2-49 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 7.2 億 kWh/年の減少であり、このうち、吸収式冷凍機からの代替効果は 3.3 億 kWh/年の減少、セントラル空調の効率改善効果は 3.9 億 kWh/年の減少と推計される。

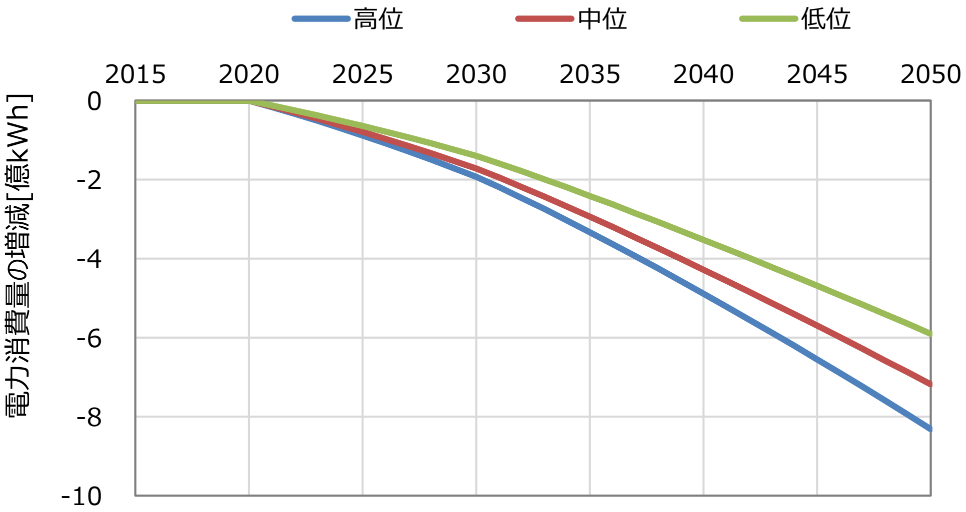


図 2-111 電力消費量の増減の推計結果：産業用空調（セントラル）

表 2-49 電力消費量の増減の内訳：産業用空調（セントラル）

シナリオ	内訳	電力消費量の増減（億 kWh/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	-1.9	-4.9	-8.3
	吸収式冷凍機の代替効果	-1.2	-2.7	-4.4
	HP 空調の効率改善効果	-0.7	-2.2	-4.0
中位	合計	-1.7	-4.3	-7.2
	吸収式冷凍機の代替効果	-1.0	-2.1	-3.3
	HP 空調の効率改善効果	-0.7	-2.2	-3.9
低位	合計	-1.4	-3.5	-5.9
	吸収式冷凍機の代替効果	-0.7	-1.3	-2.0
	HP 空調の効率改善効果	-0.7	-2.2	-3.9

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(2) 個別(パッケージエアコン)

1) 出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、パッケージエアコンの出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-112、図 2-113 に示す。

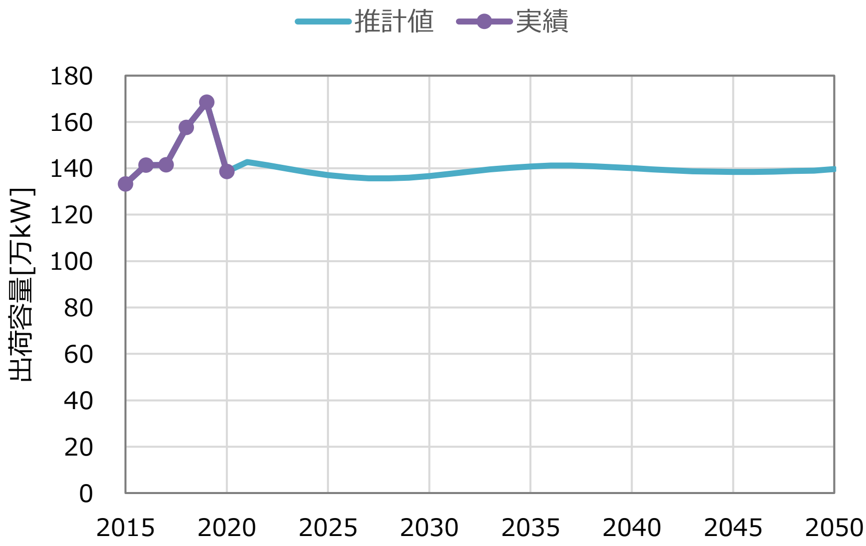


図 2-112 産業用パッケージエアコンの出荷容量推計

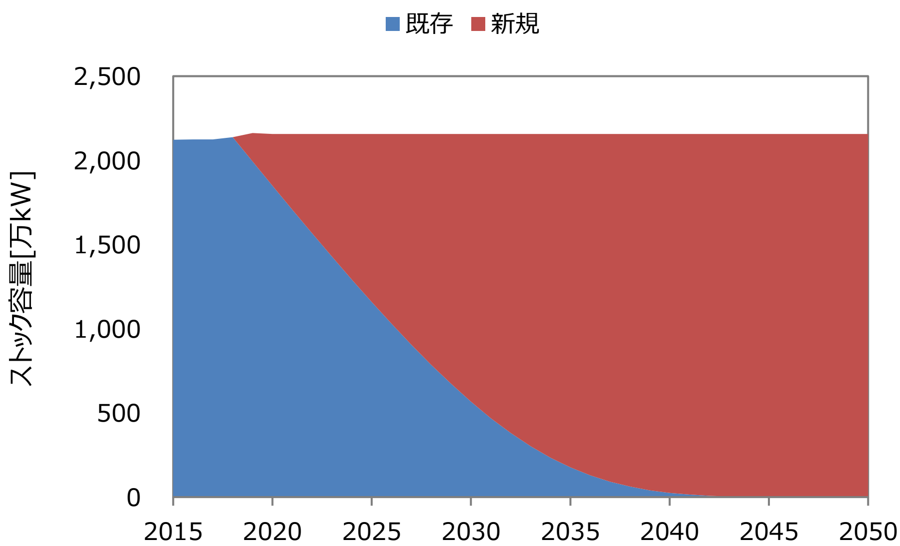


図 2-113 産業用パッケージエアコンのストック容量推計

2) 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-114 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元(2020 年度)のパッケージエアコンのフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

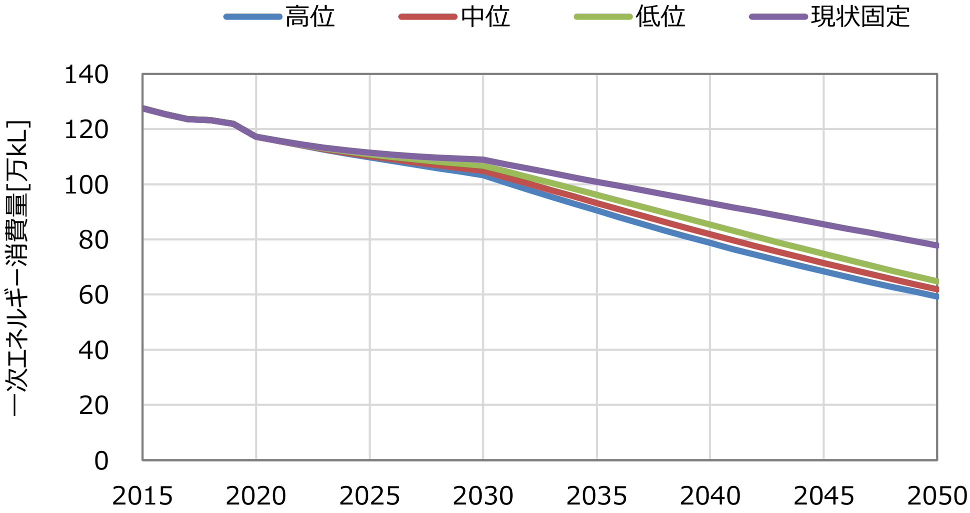


図 2-114 一次エネルギー消費量の推計結果：産業用空調（個別）

また、上記の結果を踏まえ、効率進展度合いに応じて設定した各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-115 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 15.9 万 kL/年と推計される。

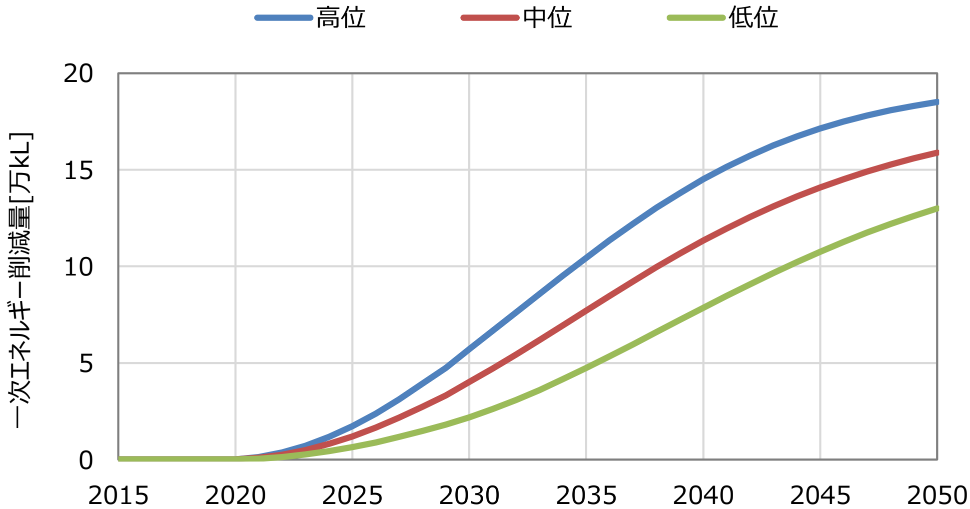


図 2-115 省エネ効果の推計結果：産業用空調（個別）

表 2-50 省エネ効果：産業用空調（個別）

シナリオ	省エネ効果（万 kL/年）		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	5.7	14.5	18.5
中位	4.0	11.3	15.9
低位	2.2	7.9	13.0

3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-116、表 2-51 に示す。CO2 削減効果は 2030 年代後半に向けて増加した後に減少に転じる見込みとなっている。これは、他機器の代替が存在せず電力利用機器の効率向上のみが評価されるパッケージエアコンについては、電力のCO2原単位の低減が中長期的に進展していくにつれて単位消費電力削減量あたりのCO2削減効果が小さくなることの影響が顕著に表れるためである。

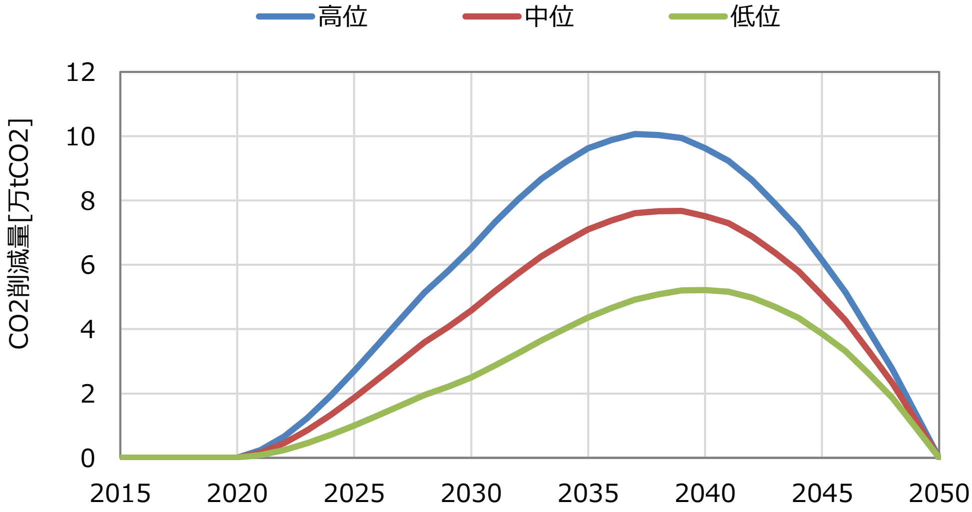


図 2-116 CO2 削減効果の推計結果：産業用空調（個別）

表 2-51 CO2 削減効果：産業用空調（個別）

シナリオ	CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	6.5	9.6	0.0
中位	4.6	7.5	0.0
低位	2.5	5.2	0.0

4) 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-117 に示す。

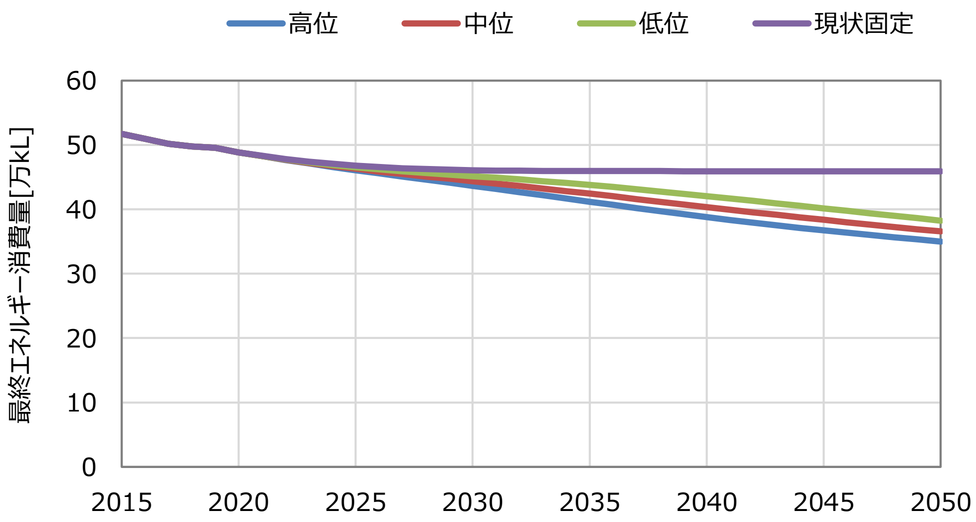


図 2-117 最終エネルギー消費量の推計結果:産業用空調(個別)

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果(最終エネルギー消費量の削減効果)を図 2-118、表 2-52 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 9.4 万 kL/年と推計される。

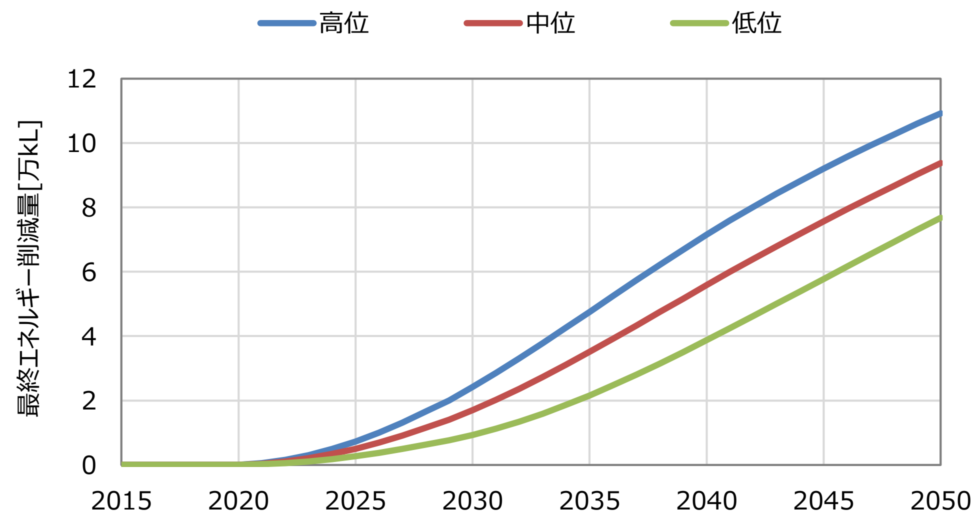


図 2-118 最終エネルギー削減量の推計結果:産業用空調(個別)

表 2-52 最終エネルギー削減量の内訳:産業用空調(個別)

シナリオ	省エネ効果(万 kL/年)		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	2.4	7.1	10.9
中位	1.7	5.6	9.4
低位	0.9	3.9	7.7

5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-119 に示す。

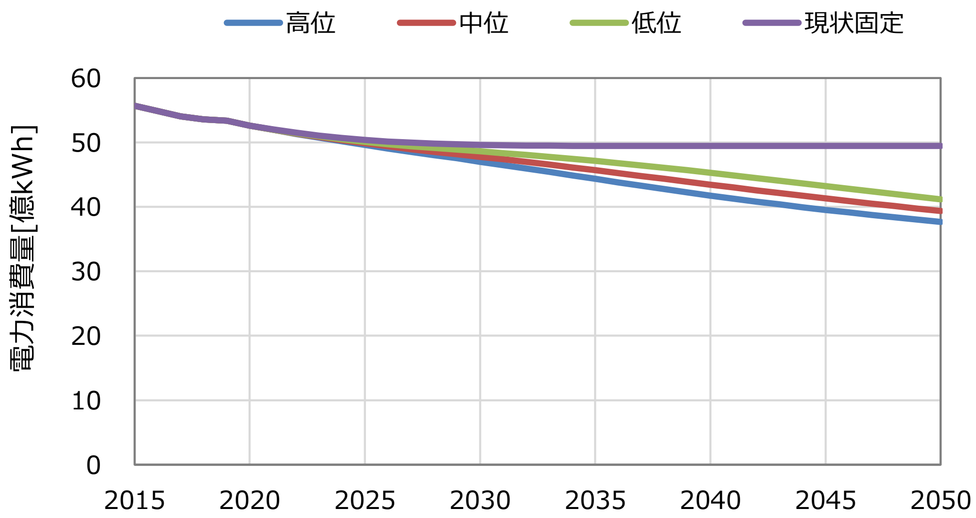


図 2-119 電力消費量の推計結果:産業用空調(個別)

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-120、表 2-53 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 10.1 億 kWh/年の減少と推計される。

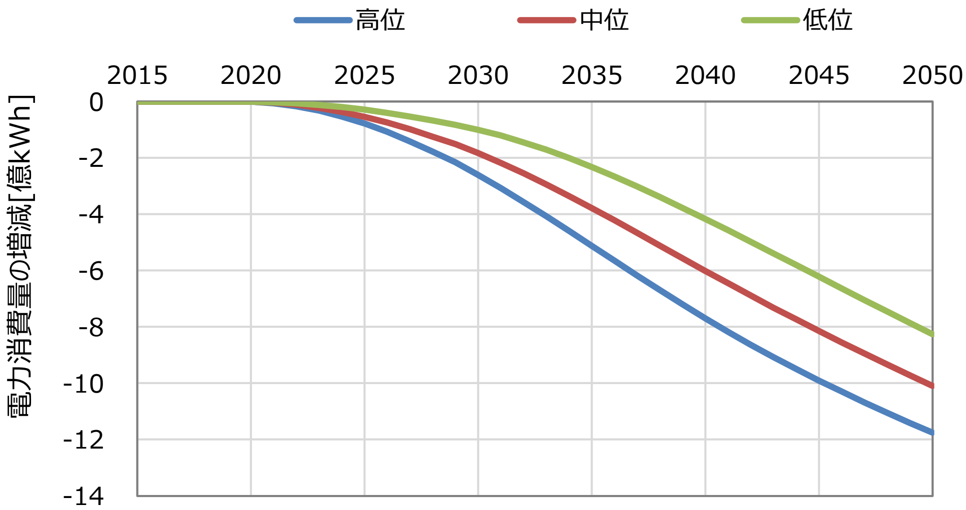


図 2-120　電力消費量の増減の推計結果：産業用空調（個別）

表 2-53　電力消費量の増減の内訳：産業用空調（個別）

シナリオ	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
	2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	-2.6	-7.7	-11.8
中位	-1.8	-6.0	-10.1
低位	-1.0	-4.2	-8.3

2.6 産業用加温

2.6.1 前提条件

(1) 評価対象とする機器

産業用加温については、産業用ボイラを産業用ヒートポンプで代替する効果について評価するものとし、表 2-54 に示す産業用加温機器を対象とした。

産業用ヒートポンプについては、中央環境審議会地球環境部会・産業構造審議会産業技術環境分科会地球環境小委員会合同会合資料で出荷実績が示された「産業ヒートポンプ」と定義した。

産業用ボイラについては、生産動態統計における一般用ボイラと、日本暖房機器工業会の「暖房機器年鑑」で出荷実績が示されている「小型貫流ボイラ」と想定した。なお、「小型貫流ボイラ」については、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)」報告書における想定を参考に、50%を産業用加温とし、残りの 50%を業務用給湯と想定した。

表 2-54 評価対象とした産業用加温機器

分析上の機器	統計上または文献上の機器	
	統計名または文献名	対象機器
産業用 HP	日本冷凍空調工業会自主統計、2020 年度における地球温暖化対策計画の進捗状況(経済産業省)(詳細版)	産業用 HP
産業用ボイラ	生産動態統計	一般用ボイラ
	日本暖房機器工業会暖房機器年鑑	小型貫流ボイラのうち 50%
水素ボイラ	-	(高位シナリオのみ、2040 年度以降に水素ボイラを想定)

（2） 市場セグメントの設定

産業部門におけ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、空調についても、業種によってより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、ここでは、産業部門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及び給湯・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。

2.6.2 算定フロー

産業用加温市場における産業用ヒートポンプの普及見通しの算定フローを図 2-121 に示す。

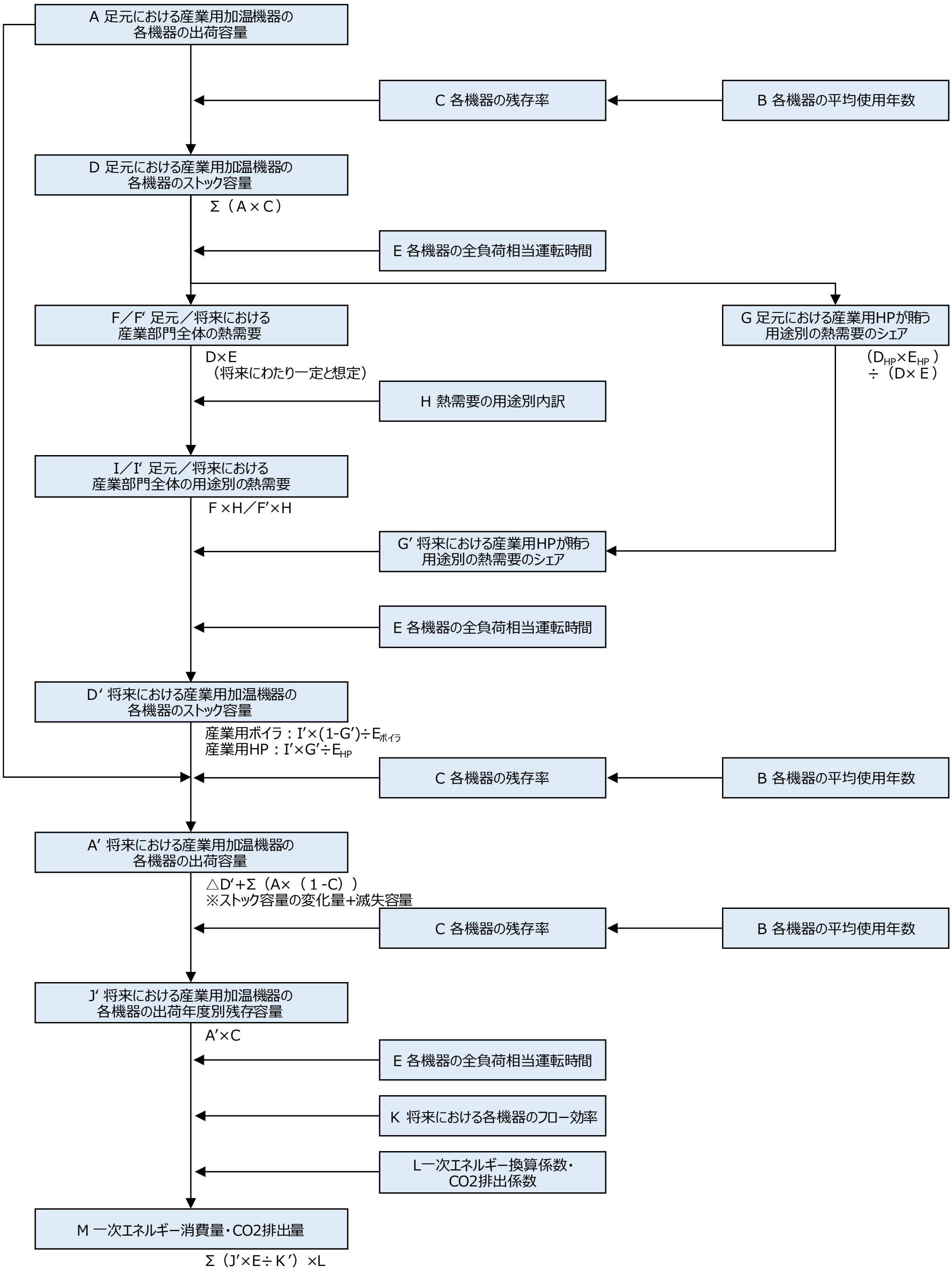


図 2-121 産業用加温市場における産業用 HP の普及見通しの算定フロー

2.6.3　算定に用いたデータ

(1)　産業用加温の市場規模(産業部門における熱需要)

現状の産業用加温の市場規模(産業部門における熱需要)については、足元の産業用加温機器の出荷容量に使用年数毎の残存分を考慮してストック容量を算定し、これに全負荷相当運転時間を乗じることで推計した。推計した熱需要について、既存統計等を用いて用途別(工場空調、加温、低温乾燥、高温)に按分することで、用途別の市場規模を算定した。

また、将来の市場規模については、足元(2020 年度)横這いと想定した。

1)　足元の産業用加温機器の出荷容量

足元の産業用加温機器の出荷容量の推移を図 2-122 に示す。

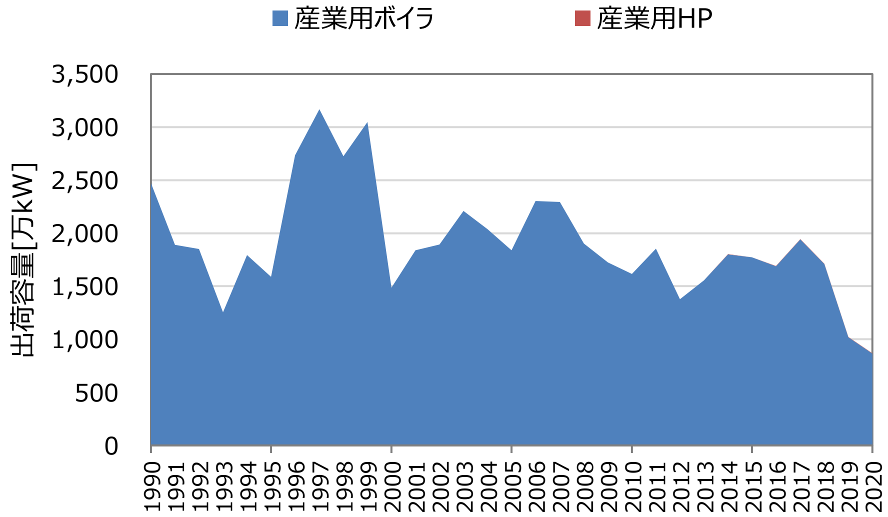


図 2-122　足元の産業用加温機器の出荷容量の推移

産業用ヒートポンプの出荷実績については、表 2-54 に示したとおり、日本冷凍空調工業会の自主統計及び 2020 年度における地球温暖化対策計画の進捗状況(経済産業省)(詳細版)より設定した。産業用ボイラについては、生産動態統計及び日本暖房機器工業会の「暖房機器年鑑」より設定した。

なお、上記のデータでは、産業用ヒートポンプ、及び産業用ボイラのうち一般用ボイラについては、容量ベースの出荷実績が示されているものの、小型貫流ボイラについては台数ベースの出荷実績しか示されていない。

そこで、小型貫流ボイラについては、表 2-55 に示すとおり平均単機容量を設定した。

表 2-55　小型貫流ボイラの平均単機容量の想定

機器	分類	平均単機容量*	
小型貫流ボイラ	小型ボイラ	2t/h	1,250kW
	簡易ボイラ	0.35t/h	220kW

注釈)水の蒸発潜熱を 2,257kJ/kg と想定し、2,257kJ/kg×1,000kg/t÷3,600kJ/kWh＝627kW/(t/h)として換算。

2） 平均使用年数、残存曲線

平均使用年数については、HPTCJ 調べにより、表 2-56 に示すとおり想定した。

表 2-56 産業用加温機器の平均使用年数の想定

用途	平均使用年数
産業用ボイラ	15 年
産業用 HP	12 年

残存曲線（使用年数別の残存率）は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータであるα、βを設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される産業用加温の平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率＝eˆ(-α(〚経過年数〛 ˆβ))

以上より設定した残存曲線を図 2-123 に示す。

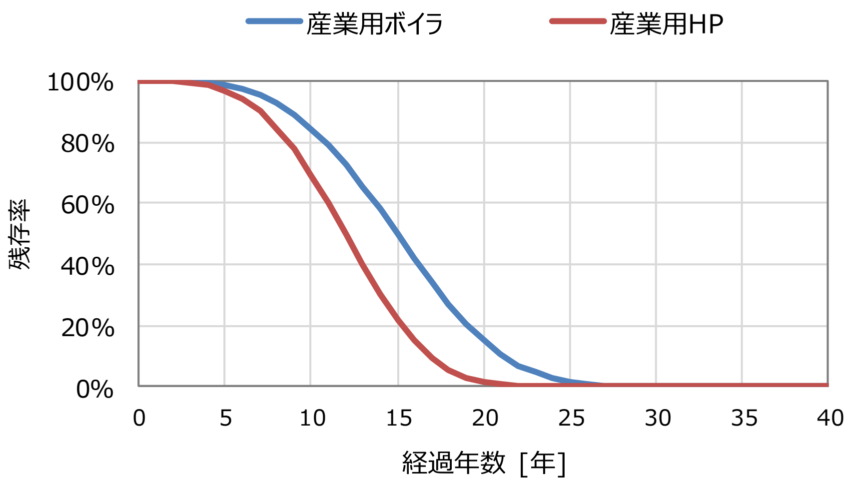


図 2-123 産業用加温機器の残存曲線

3） 産業用加温機器の全負荷相当運転時間

産業用加温機器の全負荷相当運転時間については、「ヒートポンプ・蓄熱白書」を参考に、表 2-57 に示すとおり、1,700h/年と想定した。

表 2-57 産業用加温機器の全負荷相当運転時間

使用データ		設定方法
① 一日の稼働時間	16h/年	稼働時間は工場の稼働状況によって異なるが、24 時間稼動または昼間のみの 8 時間稼動のどちらかが多いと考えられることから、その中間値に設定
② 年間稼働日数	300 日/年	平均的に日曜定休の工場を想定し、設定
③ 稼働率	35%	想定値
④ 全負荷相当運転時間	約 1,700h/年	①×②×③として設定

4） 産業部門の熱需要の用途別内訳

産業部門における熱需要の用途別（工場空調／加温／低温乾燥／高温）の内訳について、「ヒートポンプ・蓄熱白書」で示されている各業種の熱需要の用途別構成比を、「令和 2 年度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）」から把握される業種別の熱需要（蒸気自家発生量）で加重平均を取ることにより、推計した。

これより、表 2-58 に示すとおり、工場空調：15%、加温：11%、低温乾燥：12%、高温：62%と推計された。

表 2-58 産業部門における熱需要の用途別内訳

業種	熱需要（百万 kWh）	熱需要の用途別構成比			
		工場空調	加温	低温乾燥	高温
食料品製造業	79,481	15%	15%	30%	40%
飲料・たばこ・飼料製造業	29,267	30%	30%	20%	20%
繊維業	49,802	20%	60%	0%	20%
木材・木製品製造業（家具を除く）	30,314	22%	16%	9%	53%
家具・装備品製造業	740	22%	16%	9%	53%
パルプ・紙・紙加工品製造業	377,259	10%	10%	25%	55%
印刷・同関連業	2,321	22%	16%	9%	53%
化学工業	460,181	20%	10%	10%	60%
石油製品・石炭製品製造業	211,470	10%	10%	0%	80%
プラスチック製品製造業（別掲を除く）	116,998	30%	5%	10%	55%
ゴム製品製造業	6,587	20%	5%	0%	75%
なめし革・同製品・毛皮製造業	89	22%	16%	9%	53%
窯業・土石製品製造業	69,923	10%	5%	5%	80%
鉄鋼業	177,650	7%	3%	0%	90%
非鉄金属製造業	10,956	10%	5%	0%	85%
金属製品製造業	8,004	22%	16%	9%	53%
はん用機械器具製造業	1,196	40%	10%	10%	40%
生産用機械器具製造業	1,031	40%	10%	10%	40%
業務用機械器具製造業	3,602	40%	10%	10%	40%
電子部品・デバイス・電子回路製造業	5,883	60%	20%	5%	15%
電気機械器具製造業	2,487	60%	20%	5%	15%
情報通信機械器具製造業	152	60%	20%	5%	15%
輸送用機械器具製造業	5,968	30%	30%	10%	30%
その他の製造業	2,141	22%	16%	9%	53%
熱需要による加重平均		15%	11%	12%	62%

5） 産業部門における熱需要

以上の想定に基づき、将来の産業部門における用途別の熱需要を推計した結果を図 2-124 に示す。なお、この合計値はエネルギー消費統計から推計される産業部門の熱需要と概ね一致する。

また、前述のとおり、将来については足元（2020 年度）横這いと想定した。

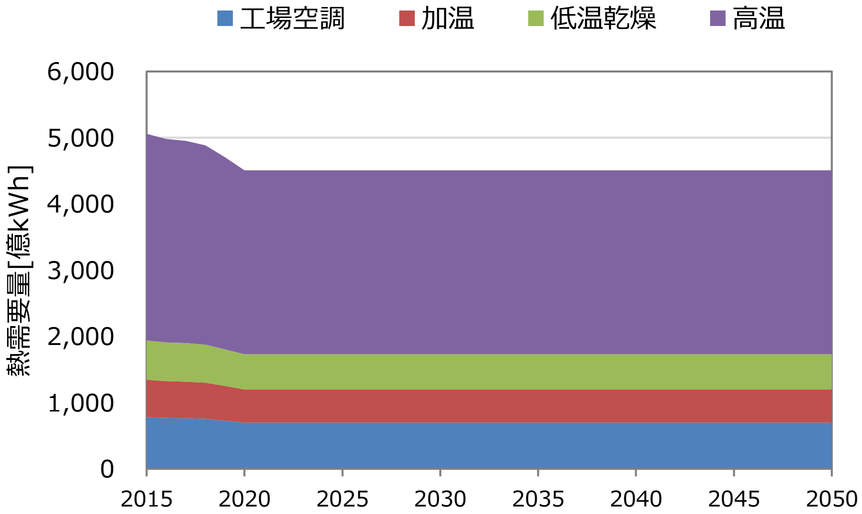


図 2-124 将来の産業部門における用途別の熱需要の推移

（2） 産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェア

足元における産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアについては、（1）で示した、産業用加温機器の出荷実績及び残存曲線、全負荷相当運転時間の想定を基に、各機器が賄う熱需要を算定することにより、推計した。

将来については、足元における産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアの推移状況に対してロジスティック曲線を適用することで設定した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、産業用ヒートポンプのシェアの上限漸近値について、高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。

1) 足元の産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェア

(1)で示した想定を基に、足元における産業用ヒートポンプが賄うシェアを推計した結果を図 2-125に示す。

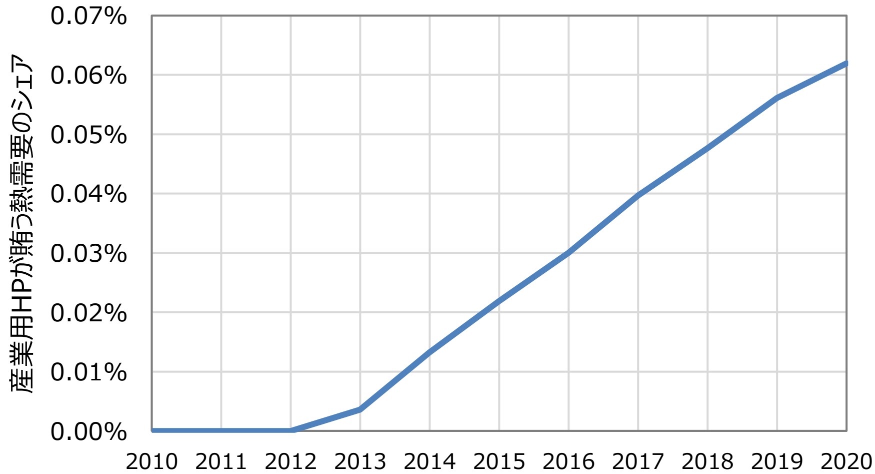


図 2-125 足元における産業用 HP が賄う熱需要のシェアの推移

2) 業種別・用途別の産業用ヒートポンプの導入上限

将来の産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアを推計するにあたり、用途別の産業用ヒートポンプの導入上限漸近値(産業用 HP が賄う熱需要のシェア)について、高位、中位、低位の3つのシナリオを想定した。工場空調用、加温用、低温乾燥用の想定を表 2-59 に、高温用の想定を表 2-60 に示す。

なお、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、産業用ヒートポンプのシェアを 0%と想定した。また、これら以外の業種についても、産業用ヒートポンプのシェアは異なるものと想定し、各業種の熱需要に占める高温用の比率に応じて、導入上限を設定した。

表 2-59 産業用 HP の導入上限の想定(高温用以外)

シナリオ	工場空調	加温	低温乾燥
高位	工場空調用熱需要×80%	加温用熱需要×70%	低温乾燥用熱需要×70%
中位	工場空調用熱需要×70%	加温用熱需要×50%	低温乾燥用熱需要×50%
低位	工場空調用熱需要×60%	加温用熱需要×30%	低温乾燥用熱需要×30%

表 2-60 産業用 HP の導入上限の想定(高温用)

業種	熱需要に占める高温比率	産業用 HP の導入上限(高温用)		
		高位	中位	低位
食料品製造業	40%	80%	70%	60%
飲料・たばこ・飼料製造業	20%	80%	70%	60%
繊維業	20%	80%	70%	60%
木材・木製品製造業(家具を除く)	53%	70%	60%	50%
家具・装備品製造業	53%	70%	60%	50%
パルプ・紙・紙加工品製造業	55%	0%	0%	0%
印刷・同関連業	53%	70%	60%	50%
化学工業	60%	0%	0%	0%
石油製品・石炭製品製造業	80%	0%	0%	0%
プラスチック製品製造業(別掲を除く)	55%	70%	60%	50%
ゴム製品製造業	75%	60%	50%	40%
なめし革・同製品・毛皮製造業	53%	70%	60%	50%
窯業・土石製品製造業	80%	60%	50%	40%
鉄鋼業	90%	0%	0%	0%
非鉄金属製造業	85%	60%	50%	40%
金属製品製造業	53%	70%	60%	50%
はん用機械器具製造業	40%	80%	70%	60%
生産用機械器具製造業	40%	80%	70%	60%
業務用機械器具製造業	40%	80%	70%	60%
電子部品・デバイス・電子回路製造業	15%	80%	70%	60%
電気機械器具製造業	15%	80%	70%	60%
情報通信機械器具製造業	15%	80%	70%	60%
輸送用機械器具製造業	30%	80%	70%	60%
その他の製造業	53%	70%	60%	50%

上記の想定に対して、表 2-58 で示した業種別の熱需要量で加重平均を取ることで、各シナリオの用途別の産業用ヒートポンプの導入上限を整理すると、表 2-61 に示すとおりとなる。

なお、高位シナリオについては、水素ボイラの普及開始を想定した。ここで、水素はオンサイト型水電解を想定し水電解効率(顧客敷地内設置、IEA The Future of Hydrogen より 64%)を加味、水素ボイラは2040年普及開始、効率は従来のボイラと同等、普及速度はヒートポンプと同様と想定した。

表 2-61 HP 等電化機器の導入上限の想定(産業用加温、用途別)

シナリオ		工場空調	加温	低温乾燥	高温
高位	HP	80%	70%	70%	19%
	水素ボイラ	10%			
中位	HP	70%	50%	50%	16%
低位	HP	60%	30%	30%	13%

産業用加温市場における産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアの導入上限に向けた将来の推移見通しについては、足元のシェアの推移状況に対してロジスティック回帰を適用することで設定した。産業用ヒートポンプは、他の用途と比較して既存設備の置き換えのハードルが高いと考えられるため、製品寿命の概ね 4 サイクル分の期間を経た 2065 年度頃には上述の導入上限に近づくと想定した。将来

の産業用加温市場における産業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアについて、高位、中位、低位のそれぞれのシナリオで推計した結果を図 2-126 に示す。

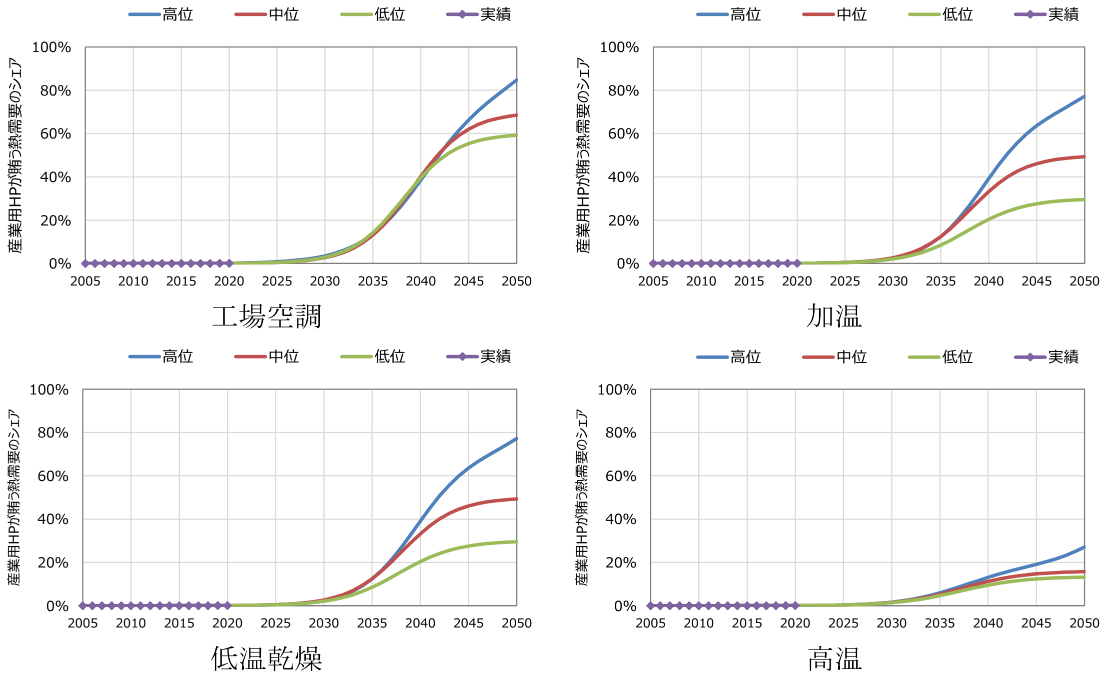


図 2-126 将来の産業用加温市場における産業用 HP が賄う熱需要のシェアの想定

（3） 産業用加温機器のフロー効率

産業用加温機器の機器別のフロー効率は、図 2-127 に示すとおり設定した。

産業用ヒートポンプの効率については、HPTCJ 調べによる現在販売されている産業用ヒートポンプの効率や技術開発動向等を踏まえて設定した。

産業用ボイラについては、工場空調用、給湯、乾燥用については、ボイラ効率を 0.9 で一定と想定した。高温用については、更に蒸気配管ロス 20%を見込み、ボイラの総合効率は 0.72(=0.9×0.8)で一定と想定した。

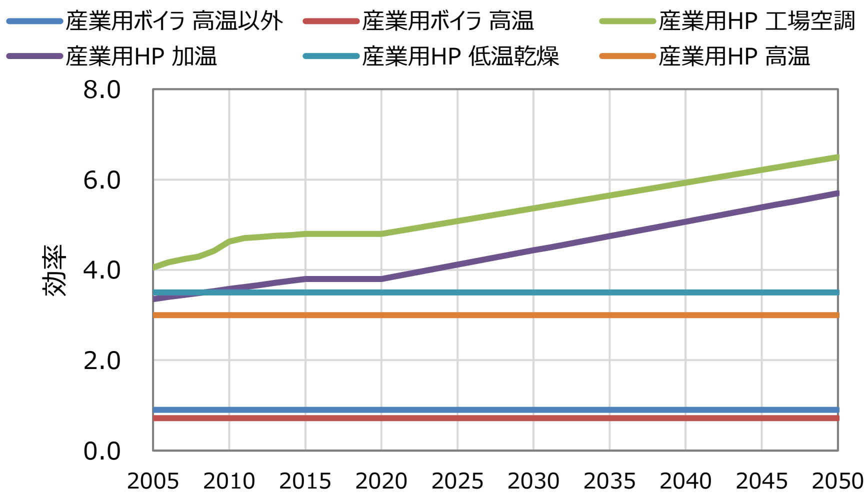


図 2-127 産業用加温機器の機器別のフロー効率の想定

2.6.4 算定結果

（1） 出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、産業用ヒートポンプの出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-128、図 2-129 に示す。

出荷容量については、2035 年度過ぎまで急伸した後、2045 年度頃までにかけて一度落ち込み、その後再び拡大した後、縮小する見込みとなっている。これは、産業用ボイラに対する経済優位性が働く市場に、加速度的に導入が進んだ後、当該市場が飽和した段階で一度落ち込んでいるためである。2045 年度以降は、一度導入された産業用ヒートポンプの更新需要等に応じて、増減を繰り返すと想定している。

ストック容量については、いずれのシナリオでも 2045 年度頃までにほぼ導入上限に達する見込みである。

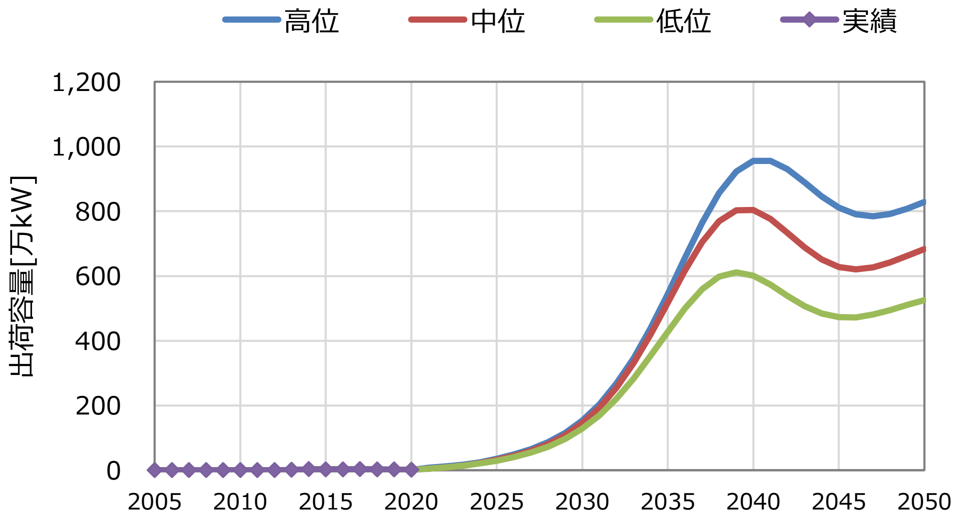


図 2-128 産業用 HP の出荷容量の推計結果

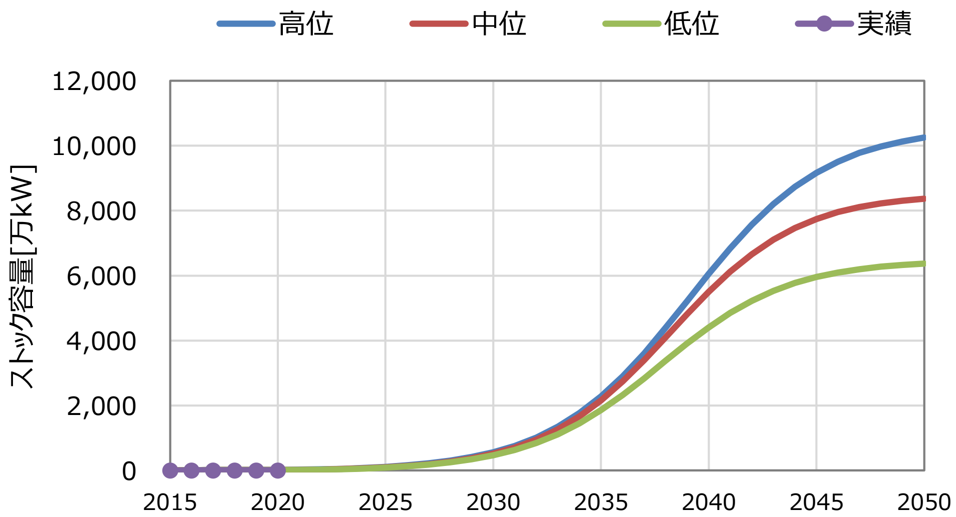
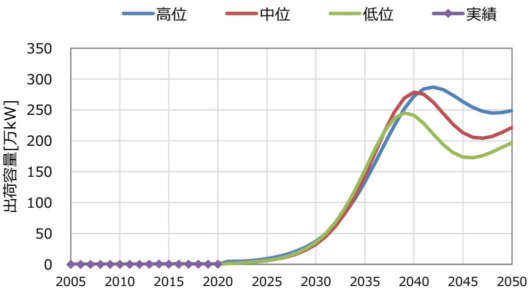


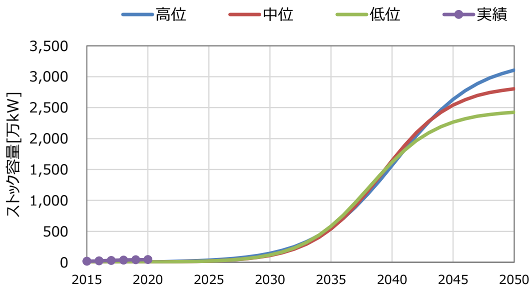
図 2-129 産業用 HP のストック容量の推計結果

（参考）用途別の出荷容量・ストック容量

なお、参考として、高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオそれぞれにおける用途別の産業用ヒートポンプの出荷容量及びストック容量の推計結果を、図 2-130 に示す。

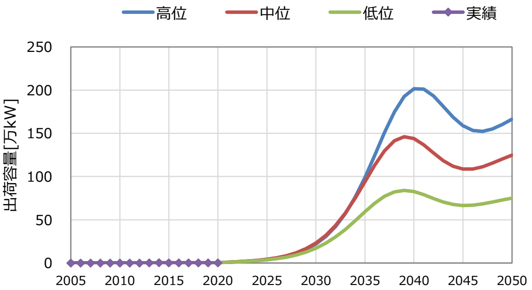


出荷容量

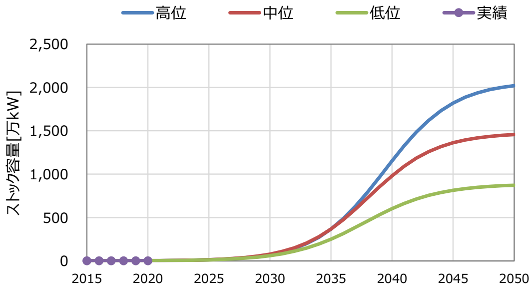


ストック容量

工場空調用

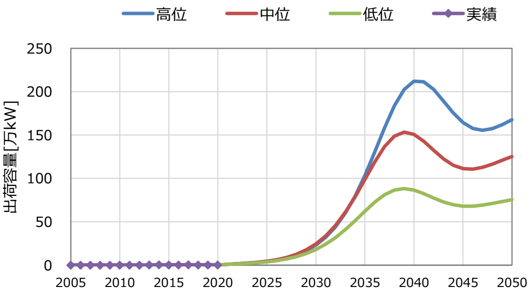


出荷容量

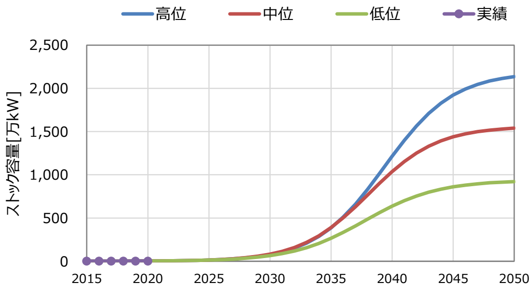


ストック容量

加温用

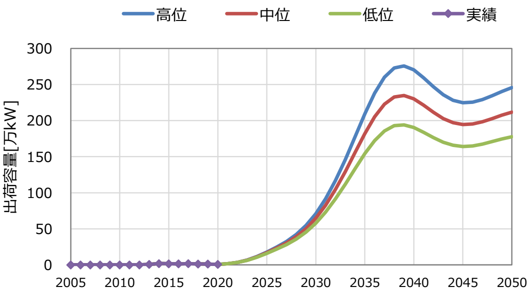


出荷容量

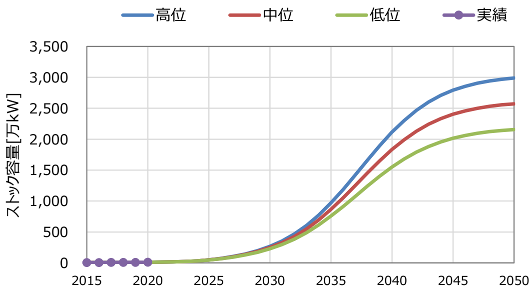


ストック容量

低温乾燥用



出荷容量



ストック容量

高温用

図 2-130 用途別の産業用 HP の出荷容量及びストック容量の推計結果

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び、想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-131 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）の産業用ヒートポンプのストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

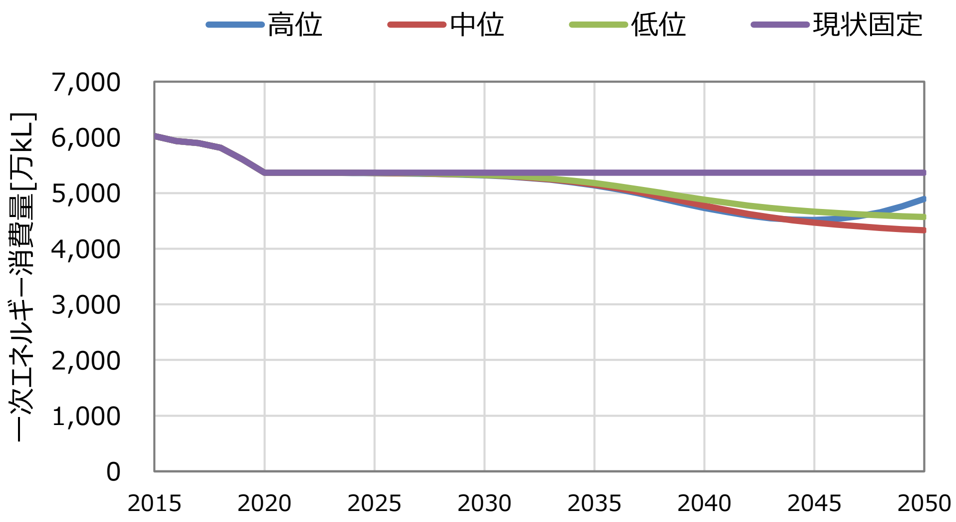


図 2-131 一次エネルギー消費量の推計結果：産業用加温

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-132、表 2-62 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 1,034 万 kL/年であり、このうち、産業用ボイラの代替効果は 971 万 kL/年、産業用ヒートポンプの効率改善効果は 64 万 kL/年と推計される。

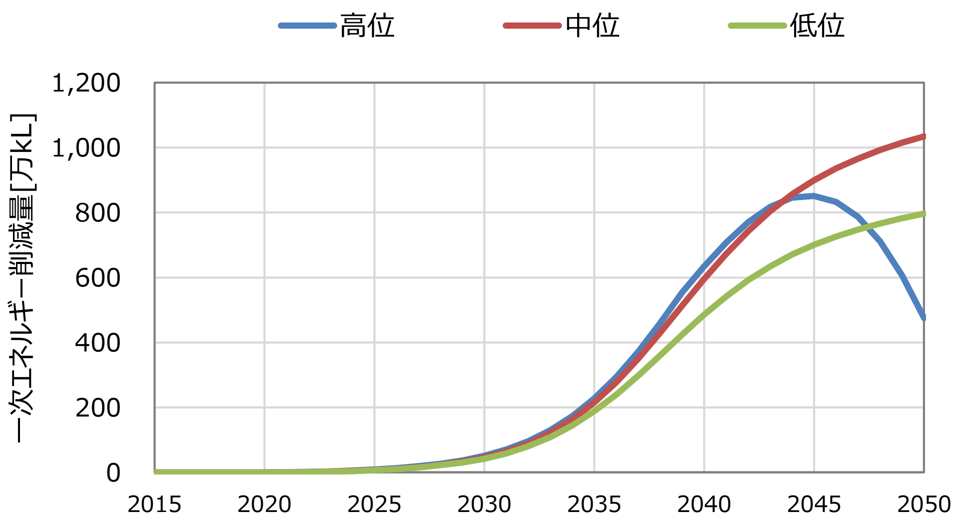


図 2-132 省エネ効果の推計結果：産業用加温

表 2-62 省エネ効果の内訳：産業用加温

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		51	633	475
		産業用ボイラの代替効果	49	613	1,179
		産業用 HP の効率改善効果	2	38	79
		間接電化による効果	0	-18	-784
中位	合計		46	595	1,034
		産業用ボイラの代替効果	44	559	971
		産業用 HP の効率改善効果	2	36	64
低位	合計		42	485	797
		産業用ボイラの代替効果	41	457	750
		産業用 HP の効率改善効果	1	28	47

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-133、表 2-63 に示す。なお、産業用ボイラに用いられる燃料種は多岐に亘るが、ここでは便宜的に主要な燃料種である A 重油、都市ガス、LPG に代表させ、総合エネルギー統計における、製造業の自家用蒸気発生用の燃料種別投入量を用いて、加重平均で算定した。2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 3,425 万 t-CO2/年と推計される。

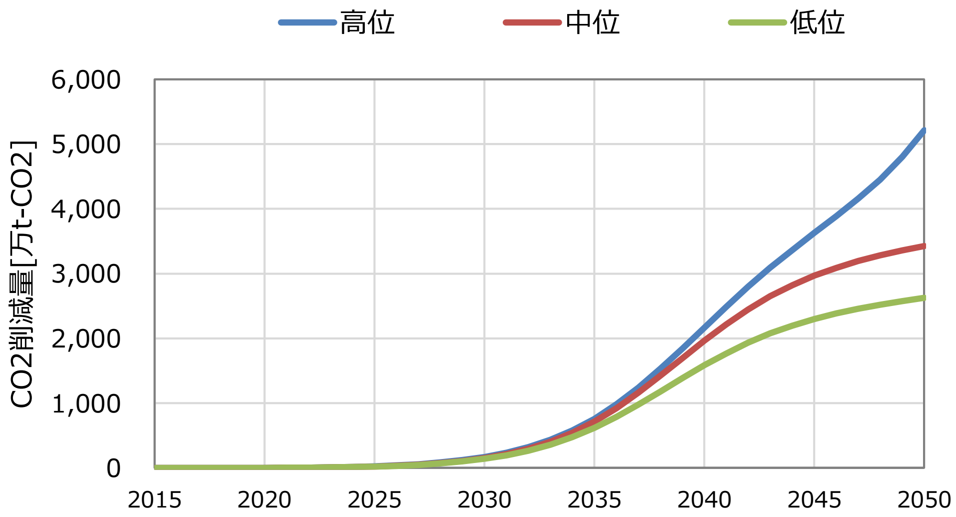


図 2-133 CO2 削減効果の推計結果：産業用加温

表 2-63 CO2 削減効果の内訳：産業用加温

シナリオ	内訳	CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	168	2,166	5,213
	産業用ボイラの代替効果	166	2,140	4,180
	産業用 HP の効率改善効果	2	25	0
	間接電化による効果	0	1	1,032
中位	合計	154	1,964	3,425
	産業用ボイラの代替効果	152	1,940	3,425
	産業用 HP の効率改善効果	2	24	0
低位	合計	140	1,584	2,625
	産業用ボイラの代替効果	138	1,566	2,625
	産業用 HP の効率改善効果	2	19	0

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-134 に示す。

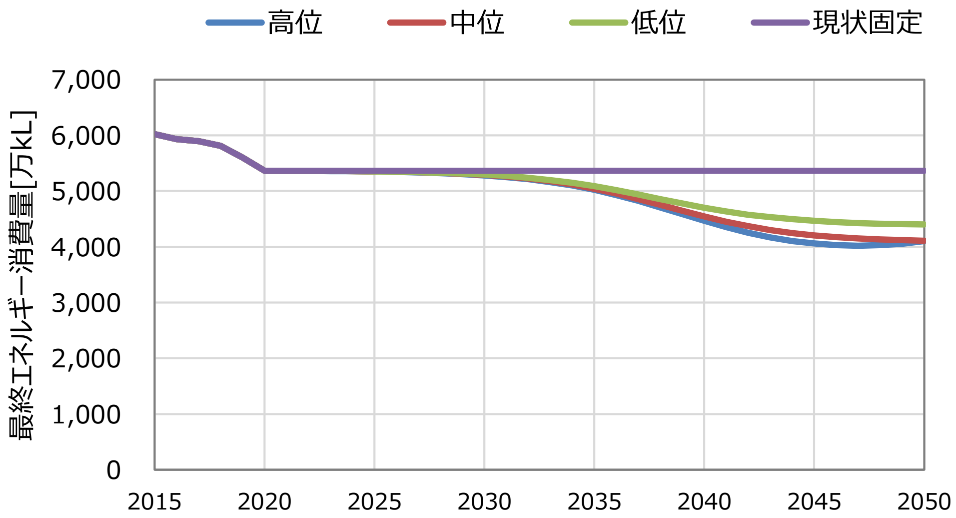


図 2-134 最終エネルギー消費量の推計結果：産業用加温

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-135、表 2-64 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 1,257 万 kL/年であり、このうち、産業用ボイラからの代替効果は 1,220 万 kL/年、産業用ヒートポンプの効率改善効果は 38 万 kL/年と推計される。

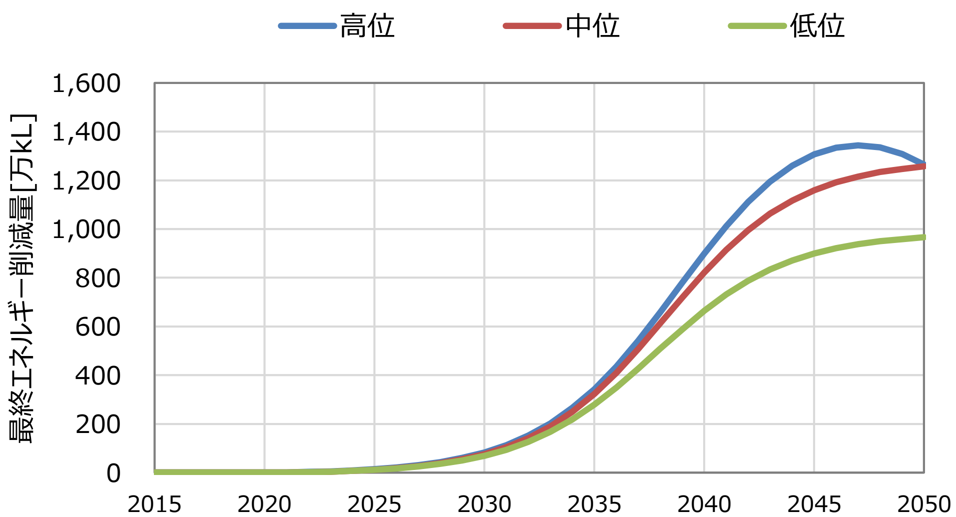


図 2-135 最終エネルギー削減量の推計結果：産業用加温

表 2-64 最終エネルギー削減量の内訳:産業用加温

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	83	900	1,264
	産業用ボイラの代替効果	82	885	1,485
	産業用 HP の効率改善効果	1	19	47
	間接電化による効果	0	-5	-268
中位	合計	76	821	1,257
	産業用ボイラの代替効果	75	803	1,220
	産業用 HP の効率改善効果	1	18	38
低位	合計	69	664	966
	産業用ボイラの代替効果	69	650	938
	産業用 HP の効率改善効果	1	14	28

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-136 に示す。

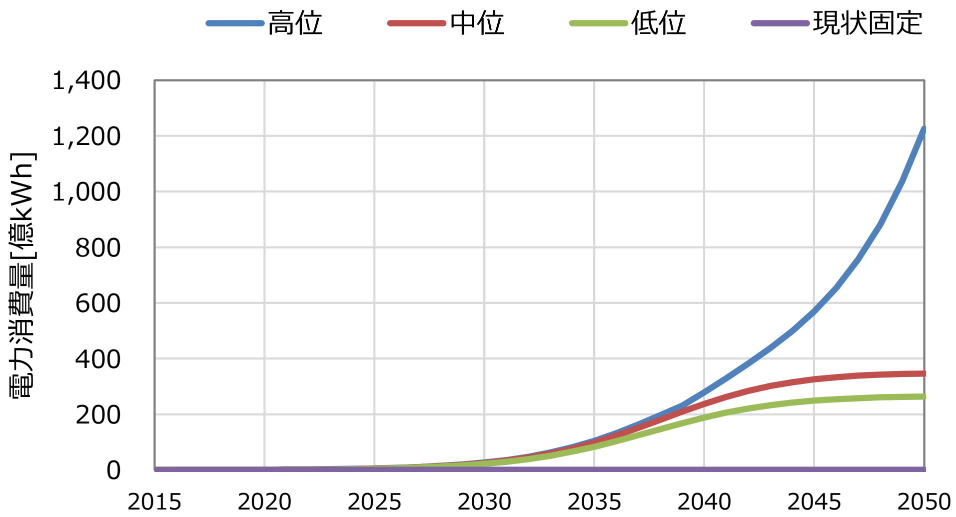


図 2-136 電力消費量の推計結果:産業用加温

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-137、表 2-65 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 345 億 kWh/年の増加であり、このうち、産業用ボイラからの代替効果は 386 億 kWh/年の増加、産業用ヒートポンプの効率改善効果は 40 億 kWh/年の減少と推計される。

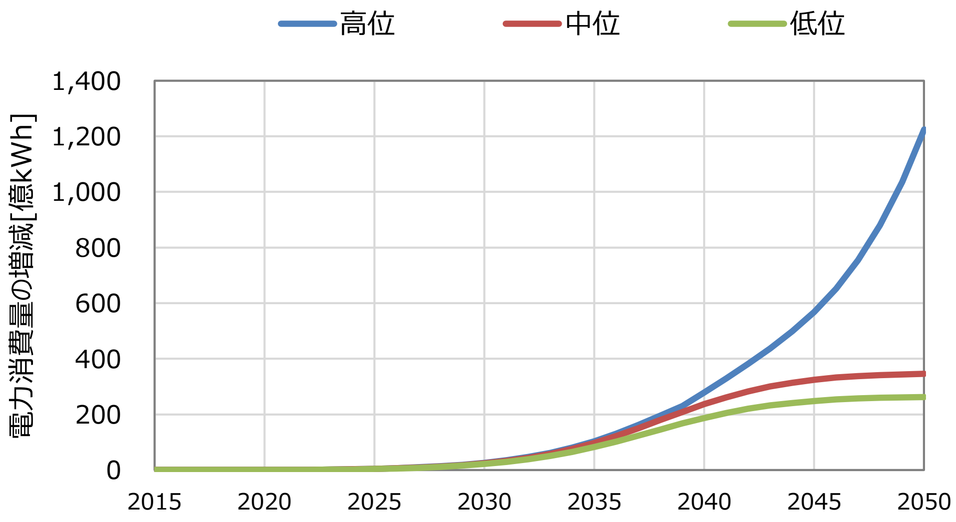


図 2-137 電力消費量の増減の推計結果:産業用加温

表 2-65 電力消費量の増減の内訳:産業用加温

シナリオ	内訳	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	26	278	1,224
	産業用ボイラの代替効果	26	285	474
	産業用 HP の効率改善効果	-1	-20	-50
	間接電化による効果	0	14	800
中位	合計	24	237	345
	産業用ボイラの代替効果	25	256	386
	産業用 HP の効率改善効果	-1	-19	-40
低位	合計	21	187	262
	産業用ボイラの代替効果	22	202	292
	産業用 HP の効率改善効果	-1	-15	-30

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.7　産業用加熱

2.7.1　前提条件

前節では、産業用加温として、産業部門のプロセス加熱として使用されるボイラ蒸気を対象として、100℃未満の用途（工場空調、加温、低温乾燥）と100℃以上（高温用）に用途分けし推計を行った。

本調査では、カーボンニュートラルを想定した高位シナリオとして、電化機器や水素を活用した間接電化を見込むため、①燃焼炉の中位による直接電化、②燃料の直接燃焼の水素バーナによる間接電化、を想定した。産業部門における電化領域の拡大イメージを図 2-138 に示す。なお、図中の③水素ボイラについては、前節の産業用加温にて考慮した。本節では、①電気炉、②水素バーナの拡大について推計する。

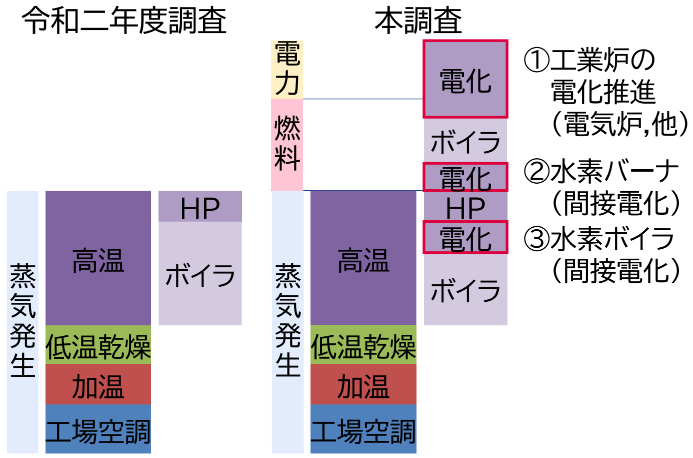


図 2-138　産業部門における電化領域の拡大イメージ

産業用加熱については、表 2-66 に示す産業用加熱機器を対象とした。

工業炉については、経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）」報告書のストック台数を参考に、燃焼炉と電気炉（誘導炉、抵抗炉、アーク炉）を定義した。

その他電化機器については、赤外線・電磁波加熱機器を対象とした。これらの機器の台数に関する統計はないため、日本エレクトロヒートセンター推計値を使用した。

表 2-66 評価対象とした産業用加熱機器

分析上の機器	統計上または文献上の機器	
	統計名または文献名	対象機器
工業炉（燃焼炉・電気炉）	経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業（工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査）」報告書	燃焼炉、電気炉（誘導炉、抵抗炉、アーク炉） （高位シナリオのみ想定）
その他電化機器	日本エレクトロヒートセンター推計	赤外線・電磁波加熱機器 （高位シナリオのみ想定）
水素バーナ	-	（高位シナリオのみ、2040 年度以降に水素バーナを想定）

2.7.2 算定フロー

産業用加熱における電化機器の普及見通しの算定フローを図 2-139 に示す。

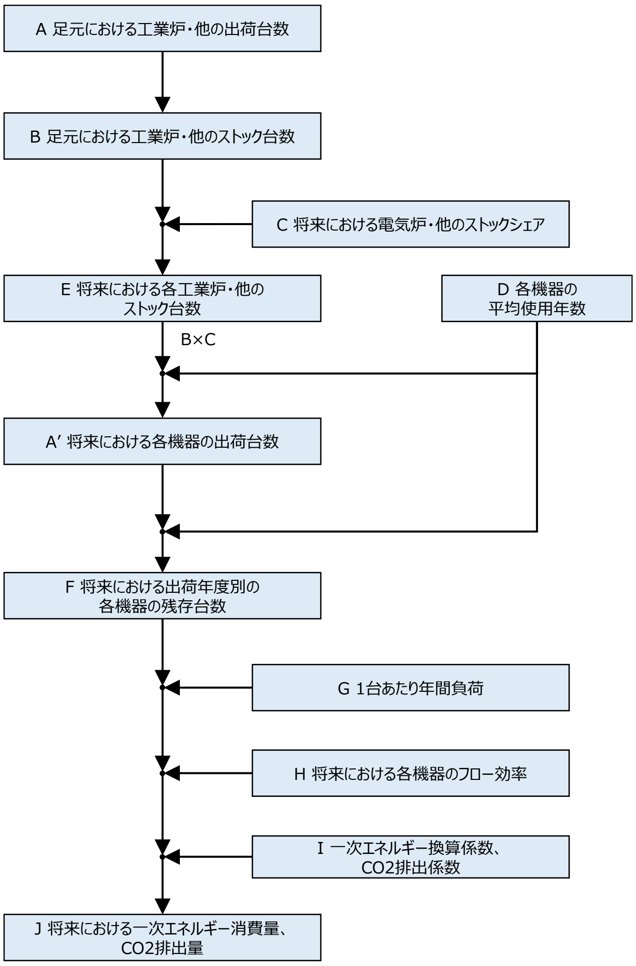


図 2-139 産業用加熱市場における電化機器の普及見通しの算定フロー

2.7.3 算定に用いたデータ

(1) 産業用加熱の市場規模(産業部門における熱需要)

現状の産業用工業炉の市場規模(産業部門における熱需要)については、足元のエネ庁実績調査(経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)」報告書)の工業炉ストック台数と年間エネルギー消費量原単位を基に想定した。その他電化機器(赤外線・電磁波加熱機器)については日本エレクトロヒートセンター推計の出荷台数と容量と、電気炉の原単位と電気炉とのフロー容量比から推計した年間エネルギー消費量原単位を基に想定した。水素バーナが導入される水素代替可能と考えられる燃料消費量については、「令和 2 年度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)」から把握される業種別の燃料受払表より、製造業における天然ガス・液化天然ガス・都市ガスの原料用を除いた直接消費と想定した。

また、将来の市場規模については、足元横這いと想定した。

(2) 電化機器が賄う熱需要のシェア

足元における電化機器が賄う熱需要のシェアについては、(1) で示した、産業用加温機器の出荷実績及び年間エネルギー消費量原単位の想定を基に、各機器が賄う熱需要を算定することにより推計した。電気炉については、足元(2014 年度)は工業炉の 35%のシェアであり、電気炉の電力消費量 1850 億 kWh であった。その他電化機器については、足元(2020 年度)は赤外線加熱機器が 2.3 万台、電磁波加熱機器は 1 万台、合計消費電力量 99 億 kWhの推計結果であった。また、水素バーナで代替可能な燃料消費量については、足元(2020 年度)は 317PJ であった。

将来については、足元における電気炉・その他電化機器のシェアを基に、電気炉については 2050 年度に倍(足元(2014 年度) 35%、2050 年度 70%)、その他電化機器(赤外線・電磁波加熱機器)は 2050 年度に 50%増とし、足元から線形に推移すると設定した。水素バーナについては、2040 年度に普及が開始し、2050 年度に水素代替可能な燃料のうち 10%が代替されると設定した。水素バーナの普及速度については水素ボイラと同様と想定した。

(3) 電化機器のフロー効率

電気炉のフロー効率については、足元のエネ庁実績調査(経済産業省「平成 26 年度エネルギー使用合理化促進基盤整備事業(工業炉等における省エネルギー技術に関する実態調査)」報告書)の原単位とし、将来も一定を維持すると設定した。

その他電化機器についても、足元の原単位推計値で一定と想定した。

水素バーナについては従来の燃焼バーナと同等と想定した。なお、水素ボイラと同様、水素はオンサイト型水電解を想定し水電解効率(顧客敷地内設置、IEA The Future of Hydrogen より 64%)を加味するため、燃料転換によって一次エネルギー消費量の観点では増加となる。

2.7.4　算定結果

(1)　一次エネルギー消費量の削減効果

前項までの想定に基づき、産業用加熱の一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-140 に示す。ここで、産業用加熱の電化については、前述の通り、高位シナリオのみで勘案するため、以下では高位シナリオのみについて記載する。ここで、現状固定シナリオとは足元(2020 年度)の電化機器のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

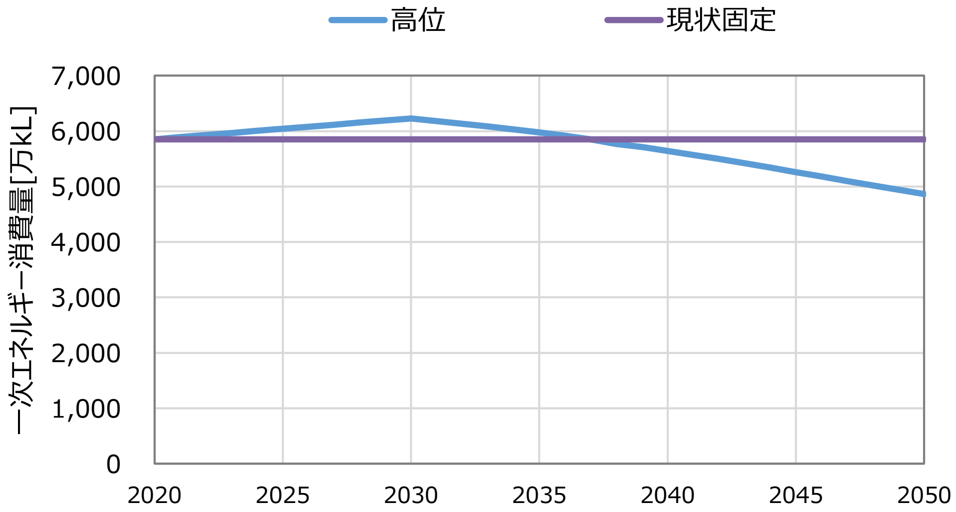


図 2-140　一次エネルギー消費量の推計結果:産業用加熱

また、上記の結果を踏まえ、電気炉他の電化機器の普及による一次エネルギー消費量の変化、現状固定シナリオからの省エネ効果(一次エネルギー消費量の削減効果)を図 2-141、表 2-67 に示す。

2050 年度断面における高位シナリオでの省エネ量は 988 万 kL/年であった。なお、足元(2020 年度)の産業用加熱の一次エネルギー消費量は 5,851 万 kL であり、足元比約 2 割となる一次エネルギー削減である。これは、燃焼炉から電気炉への燃転に加えて、電力の一次エネルギー換算係数の変化も影響したものである。ここで、水素バーナへの燃料転換については、水電解によるエネルギー損失が加味されるため、表 2-67 の通り増エネ(省エネ効果がマイナス)である。

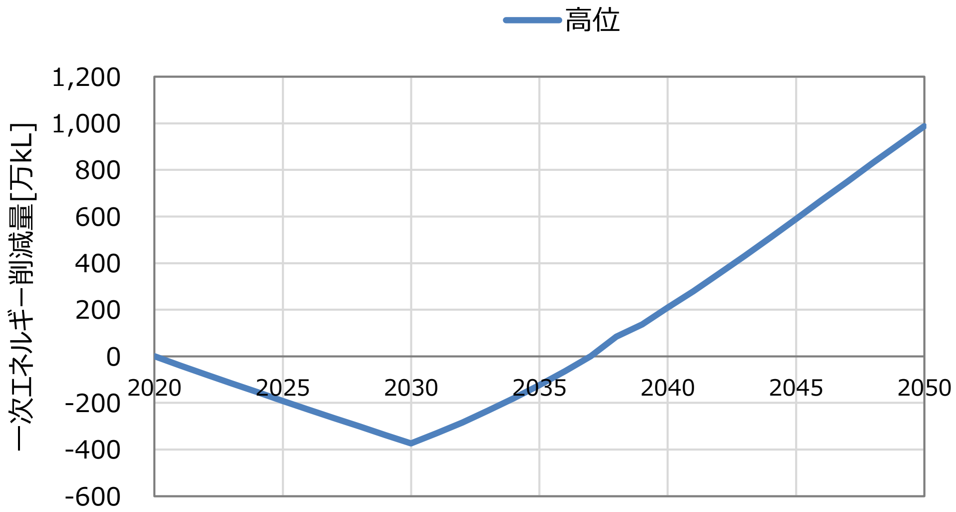


図 2-141 省エネ効果の推計結果：産業用加熱

表 2-67 省エネ効果の内訳：産業用加熱

シナリオ	内訳		省エネ効果(万 kL/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		-374	210	988
		電気炉の代替効果	-370	181	1,053
		赤外線・電磁波の代替効果	-4	29	70
		水素バーナの代替効果	0	0	-135

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（2） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-142、表 2-68 に示す。なお、工業炉に用いられる燃料種は、石油等消費動態統計年報およびエネルギー消費統計における、製造業の直接加熱用の燃料消費量を用いて、製造業加重平均で算定した。また、バーナ燃料については、燃料種を天然ガス・液化天然ガス・都市ガスに限定し、工業炉の燃料種と同様の手順でCO2 排出係数を設定した。2050 年度断面における高位シナリオでの CO2 削減効果は 6,529 万 t-CO2/年と推計される。ここで、水素バーナへの燃料転換については、電力の脱炭素化が進む影響から、表 2-68 の通り CO2 削減に資すると推計される。

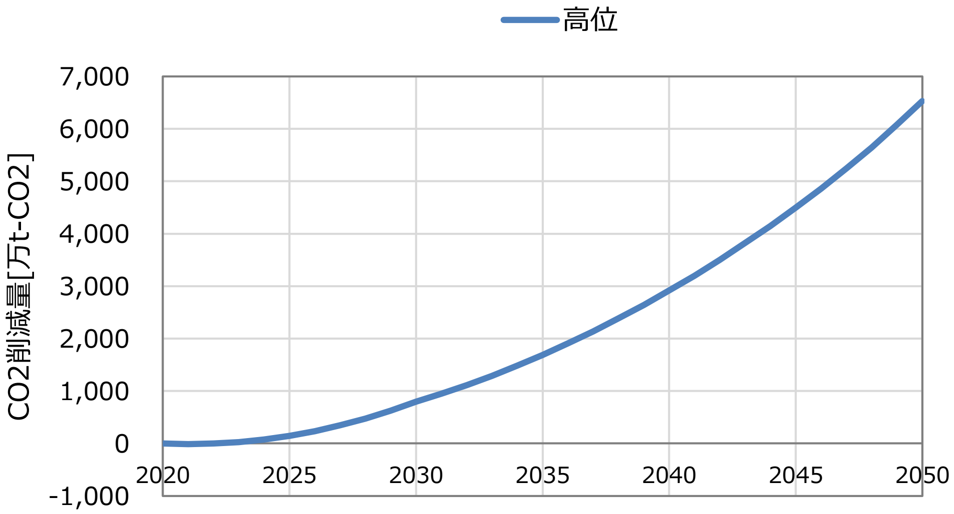


図 2-142 CO2 削減効果の推計結果：産業用加熱

表 2-68 CO2 削減効果の内訳：産業用加熱

シナリオ	内訳	CO2 削減効果（万 t-CO2/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	796	2,918	6,529
	電気炉の代替効果	739	2,762	6,069
	赤外線・電磁波の代替効果	57	157	298
	水素バーナの代替効果	0	0	162

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-143 に示す。

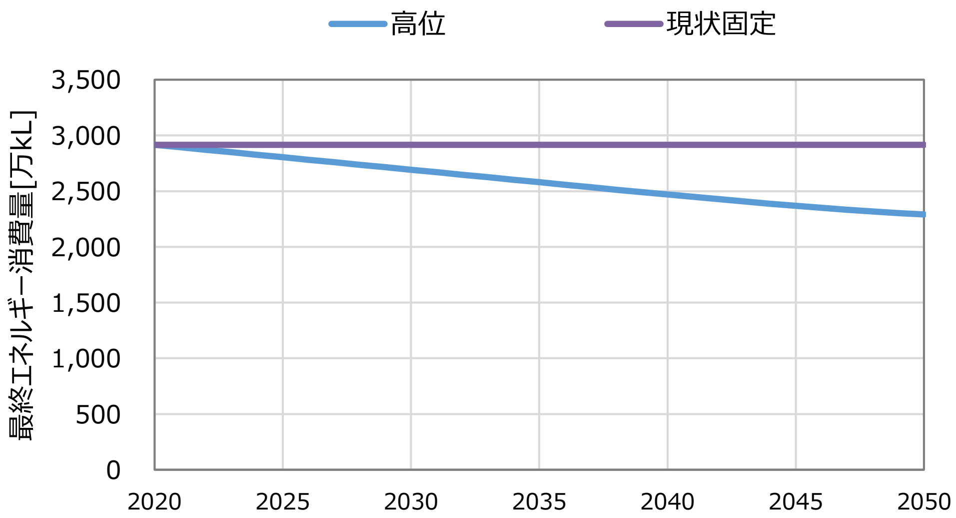


図 2-143 最終エネルギー消費量の推計結果:産業用加熱

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-144、表 2-69 に示す。

2050 年度断面における高位シナリオでの省エネ量は 624 万 kL/年と推計される。

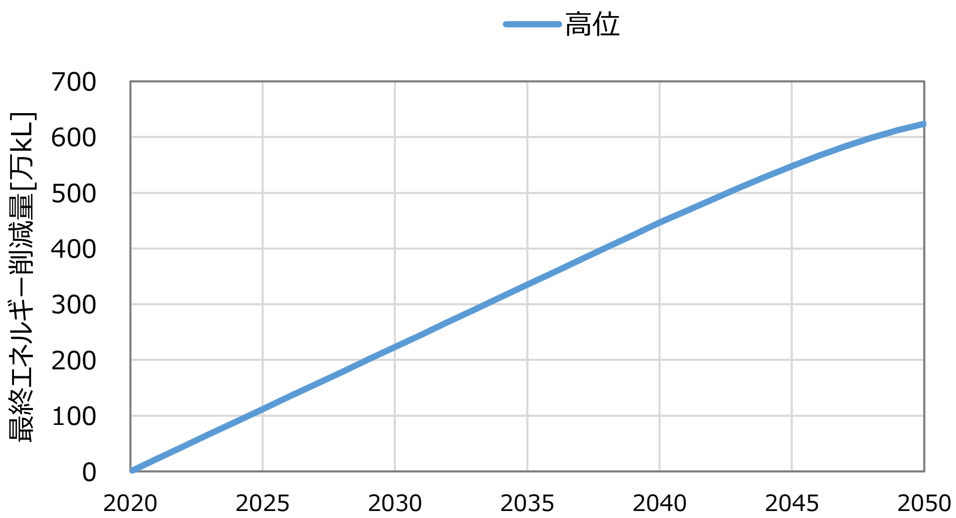


図 2-144 最終エネルギー削減量の推計結果:産業用加熱

表 2-69　最終エネルギー削減量の内訳：産業用加熱

シナリオ	内訳		省エネ効果（万 kL/年）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		223	447	624
		電気炉の代替効果	209	420	633
		赤外線・電磁波の代替効果	14	26	37
		水素バーナの代替効果	0	0	-46

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（4）　電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-145 に示す。

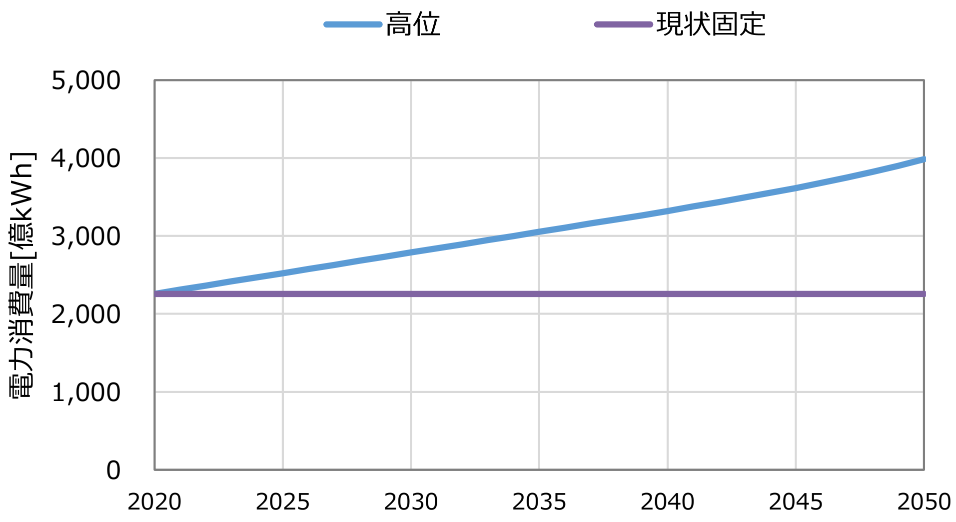


図 2-145　電力消費量の推計結果：産業用加熱

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-146、表 2-70 に示す。

2050 年度断面における高位シナリオでの電力消費量は 1,729 億 kWh/年と推計される。

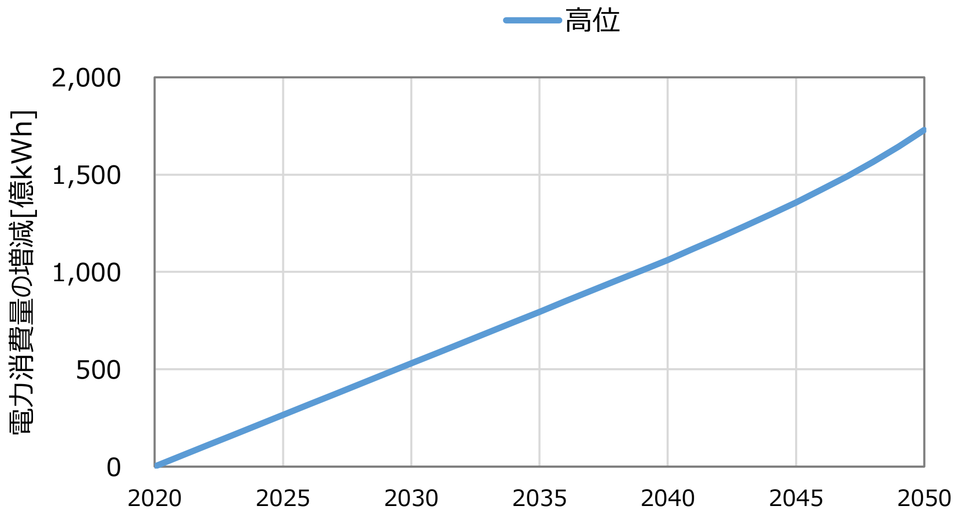


図 2-146 電力消費量の増減の推計結果：産業用加熱

表 2-70 電力消費量の増減の内訳：産業用加熱

シナリオ	内訳	電力消費量の増減（億 kWh/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	530	1,061	1,729
	電気炉の代替効果	514	1,028	1,542
	赤外線・電磁波の代替効果	16	33	49
	水素バーナの代替効果	0	0	138

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.8　農業用ハウス加温

2.8.1　前提条件

農業のうち、施設園芸分野では、ハウスの加温にあたり、農業用ボイラや農業用ヒートポンプが用いられている。現状では、重油だきの農業用ボイラが利用されているシナリオが多いが、これを農業用ヒートポンプへと転換することで、大きな省エネ効果が見込まれる。

そこで、農業用については施設園芸分野における、重油だきの農業用ボイラから農業用ヒートポンプへの更新による省エネ効果について評価するものとした。

2.8.2　算定フロー

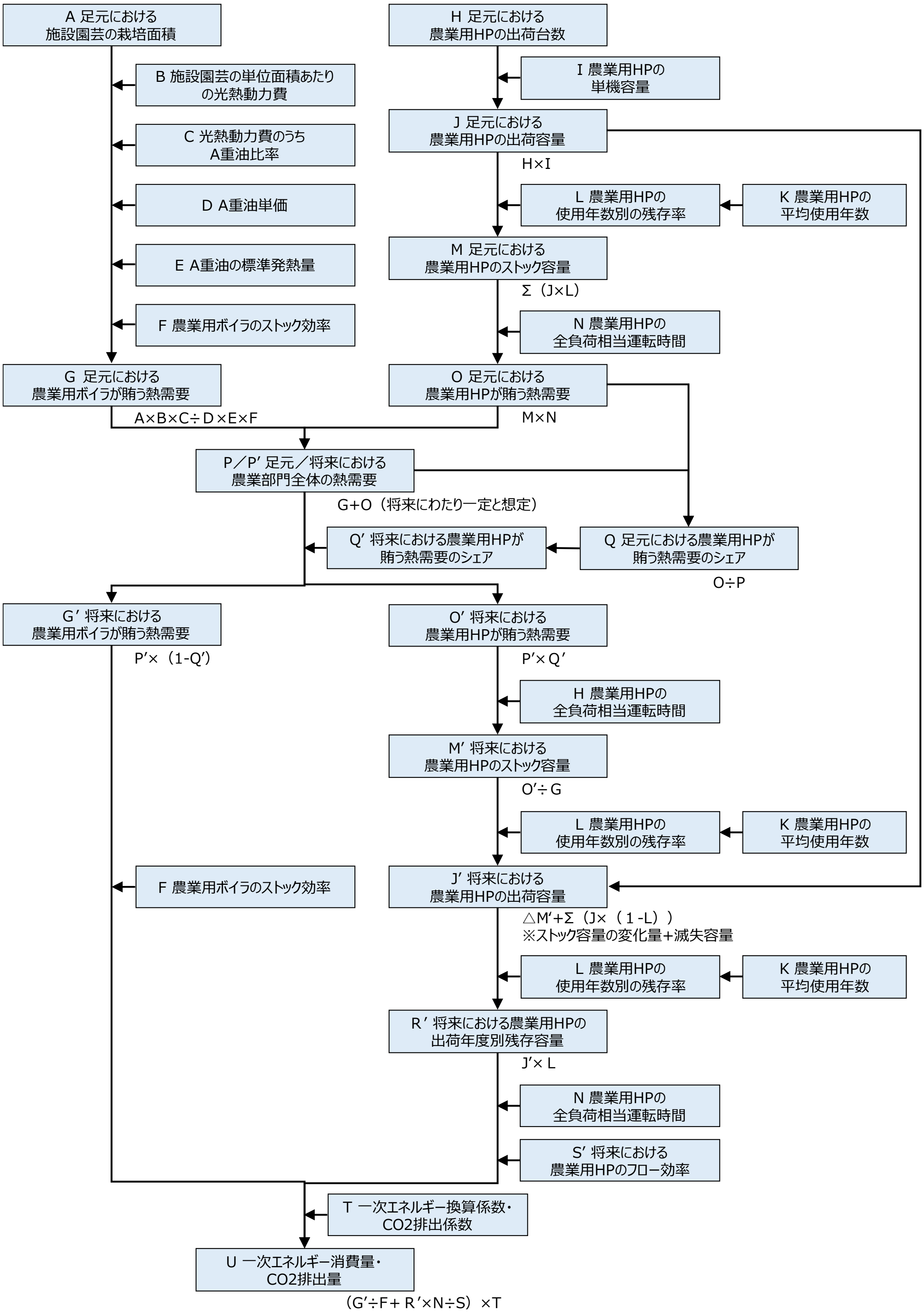


図 2-147　農業用市場における農業用 HP の普及見通しの算定フロー

2.8.3 算定に用いたデータ

（1） 農業用暖房機器の市場規模（農業用ハウス加温における熱需要）

農業（施設園芸）のハウス加温における熱需要について、農業用ボイラ（A 重油）が賄う分と、農業用ヒートポンプが賄う分に分けて、それぞれ推計した。

1） 足元において農業用ボイラ（A 重油）が賄う熱需要

農業用ボイラ（A 重油）が賄う熱需要については、表 2-71 に示すとおり、推計した。

表 2-71 施設園芸における農業用ボイラ（A 重油）が賄う熱需要の推計方法

使用データ	野菜	花き	出所／算定方法
①施設園芸の栽培面積	424,890 千 m2	71,174 千 m2	農林水産省「園芸用施設の設置等の状況（平成 30 年）」[16]より
②施設園芸の単位面積あたりの光熱動力費	290 円/m2	410 円/m2	農林水産省「農業経営統計調査（2020 年）」[17]より、個人経営（単一経営）、組織経営それぞれについて、面積あたりの光熱動力費を推計し、2020 年農林業センサス[18]結果における個人経営と組織経営の栽培面積の比率で加重平均して算定
③光熱動力費のうち A 重油比率	30%	30%	農林水産省「農業物価統計」[19]における平成 23～27 年農業生産資材年次別価格指数より設定
④A 重油単価	68 円/L	68 円/L	資源エネルギー庁「石油製品価格調査」[20]における「産業用価格（軽油・A 重油）」の「小型ローリー価格」の 2020 年 4 月～2021 年 3 月の全国平均価格
⑤A 重油の標準発熱量	38.9MJ/L	38.9MJ/L	資源エネルギー庁「（2018 年度改訂）エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数一覧表」[21]より
⑥ボイラ効率	0.9	0.9	想定値
⑦農業用ボイラが賄う熱需要	5,527 百万 kWh	2,149 百万 kWh	①×②×③÷④×⑤×⑥×0.278kWh/MJ として算定
合計	7,676 百万 kWh		

16 https://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/haipura/setti_30.html、2022 年 7 月 5 日取得
17 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noukei/einou/index.html、2022 年 7 月 5 日取得
18 https://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/2020/030628.html、2022 年 7 月 5 日取得
19 https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/noubukka/、2022 年 7 月 5 日取得
20 https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html、2022 年 7 月 5 日取得
21 https://www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/carbon.html、2022 年 7 月 5 日取得

2） 足元において農業用ヒートポンプが賄う熱需要

農業用ヒートポンプが賄う熱需要については、足元の農業用ヒートポンプの出荷台数に対して、残存率を加味して積み上げた結果をストック台数とし、それに 1 台あたりの単機容量と全負荷相当運転時間を乗じることで、推計した。

a. 足元の農業用ヒートポンプの出荷台数

農業用ヒートポンプの出荷台数を体系的にまとめた資料が確認できなかったため、複数の文献を組み合わせて農業用ヒートポンプの出荷台数を推計した。各年度における出荷台数の推計方法を表 2-72 に示す。

表 2-72 農業用ヒートポンプの出荷台数の推計方法

推計対象年度	出所／算定方法
①2007～2014 年度	農林水産業生産局農業環境対策課「持続的な産地の確立に向けた生産現場における技術的リスクマネジメント」（平成 28 年 7 月）[22]を参照。
②2015 年度	一般社団法人日本施設園芸協会「平成 27 事業年度省エネ設備導入実績」[23]を参照。
③2016～2020 年度	（1）農林水産省「園芸用施設の設置等の状況（H30）」にて把握できるヒートポンプによる加温面積の増分を、①、②の出荷台数で除すことで 1 台当たりの加温面積（ha）を推計。 （2）2016 年度から 2018 年度のヒートポンプによる加温面積の増分を、（1）で算出した 1 台当たりの加温面積で除すことで、2017、2018 年度の合計出荷台数を算出。2017～2020 年度の出荷台数比は同じと仮定することで、2017～2020 年度の出荷台数を算出。 （3）2016 年度の出荷台数は「燃油価格高騰緊急対策」の影響により（2）の手法では正しく推計できないため、2015 年度と 2017 年度の平均値を採用。

上記手法によって推計した農業用ヒートポンプの出荷台数の推移を図 2-148 に示す。2012 年度以降、A 重油価格の高騰に伴い、農林水産省により「燃油価格高騰緊急対策」が実施され、農業用ヒートポンプの出荷台数は大幅に急伸した。しかし、2015 年度以降は A 重油価格の下落が進んでおり、農業用ヒートポンプの出荷台数の伸びは落ち着いていく。

[22] https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/pdf/280711_sanchi_risuku_meguji_1.pdf、2022 年 7 月 5 日取得
[23] https://jgha.com//wp-content/uploads/2019/12/2-3-k.pdf、2022 年 7 月 5 日取得

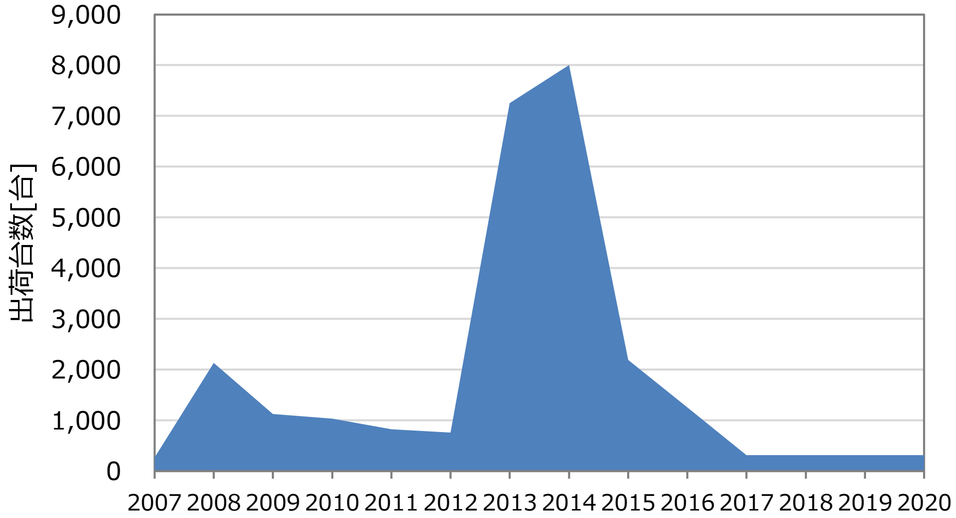


図 2-148 足元の農業用 HP の出荷台数の推移

b. 農業用ヒートポンプの単機容量

メーカー各社のカタログによると、現在市販されている農業用ヒートポンプは 4 馬力(11.2kW)～10 馬力(28.0kW)の容量のラインナップが多いことから、農業用ヒートポンプの単機容量については、中間値の 19.6kW((11.2＋28.0)÷2)と設定した。

c. 平均使用年数、残存曲線

農業用設備の法定耐用年数は 7 年と定められているが、実際には法定耐用年数を超えて使用されるシナリオが多い実態を踏まえ、平均使用年数については 10 年と設定した。

残存曲線(使用年数別の残存率)は以下の式で表される。残存曲線の形状を表すパラメータであるα、βを設定する必要があるが、ここでは、残存曲線から推定される農業用ヒートポンプの平均使用年数が上述の平均使用年数の想定と整合するように設定を行った。

残存率＝e^(-α(〖経過年数〗^β))

以上より設定した残存曲線を図 2-149 に示す。

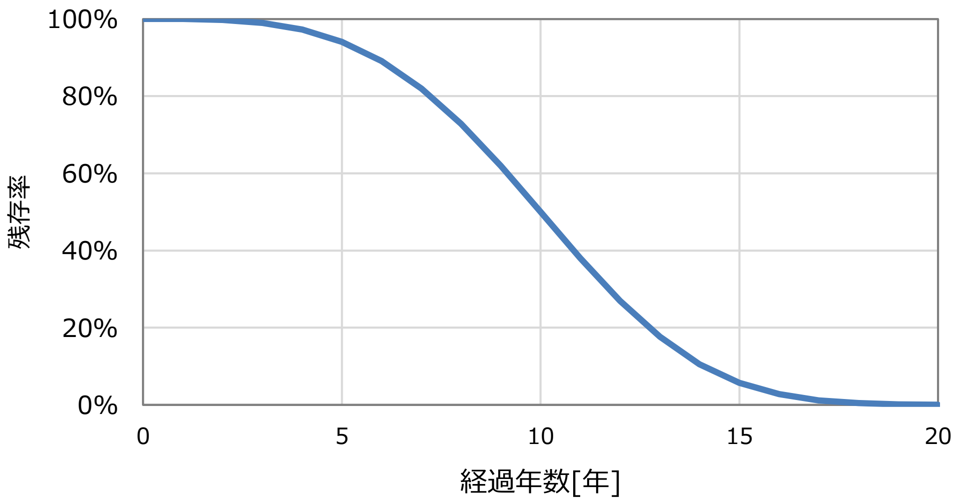


図 2-149 農業用 HP の残存曲線

d. 農業用ヒートポンプの全負荷相当運転時間

農業用ヒートポンプの全負荷相当運転時間については、既往文献（農業電化協会「施設園芸におけるヒートポンプの有効利用－省エネと多面的な利用－」）等で示されている運転実績等を参考に、1,700h/年と想定した。

e. 農業用ヒートポンプが賄う熱需要

以上の想定に基づき、足元（2020 年度）における農業用ヒートポンプが賄う熱需要を推計すると、673 百万 kWh となった。

3） 農業用ハウス加温における熱需要

以上より、足元（2020 年度）における農業（施設園芸）用ハウス加温全体の熱需要は、表 2-73 に示すとおり、8,350 百万 kWh と推計された。

また、将来については、足元（2020 年度）横這いと想定した。

表 2-73 農業用ハウス加温の熱需要

		熱需要	シェア
農業用ハウス加温		8,350 百万 kWh	100%
	農業用ボイラが賄う分	7,676 百万 kWh	92%
	農業用 HP が賄う分	673 百万 kWh	8%

（3） 農業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェア

農業用ハウス加温における農業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアについては、(1)で示した足元における農業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアの推移状況に対して、ロジスティック回帰を適用することで設定した。

ただし、前述のとおり、足元のシェアとしては、A 重油価格の高騰やそれに伴う農業用ヒートポンプに対する支援策等の影響により、急激に拡大しているものの、2015 年度以降は A 重油価格の下落が進んでいることに伴い、当面はこの拡大は落ち着く傾向になるものと想定した。

ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-74 に示すとおり、農業用ヒートポンプのシェアの上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定した。また、製品寿命の概ね 3 サイクル分の期間を経た 2050 年度頃には上限漸近値に近づくと想定した。

表 2-74 農業用 HP の導入上限の想定

シナリオ	農業用 HP の導入上限（農業用 HP が賄う熱需要のシェアの上限）
高位	農業用ハウス加温における熱需要×90%
中位	農業用ハウス加温における熱需要×70%
低位	農業用ハウス加温における熱需要×50%

以上の想定に基づき、農業用ヒートポンプが賄う熱需要のシェアについて、高位、中位、低位のそれぞれのシナリオで推計した結果を図 2-150 に示す。

2050 年度時点では、まだ導入上限には達しておらず、2050 年度以降も伸張し続けると見込まれる。

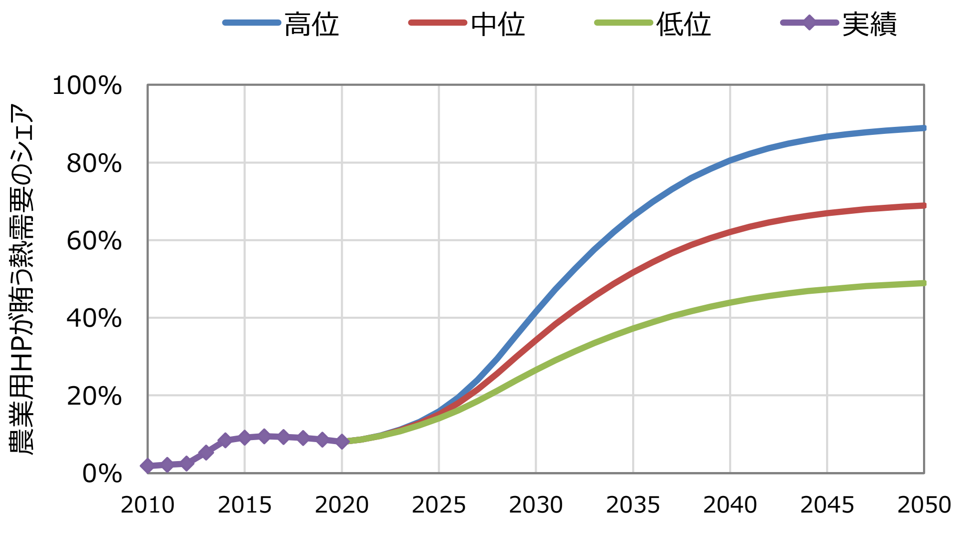


図 2-150 将来における農業用 HP が賄う熱需要のシェアの想定

（4） 農業用ボイラ、農業用ヒートポンプのフロー効率

農業用ボイラ、農業用ヒートポンプのフロー効率は、図 2-151 に示すとおり設定した。

農業用ヒートポンプの効率については、業務用のパッケージエアコンと同じであると想定した。

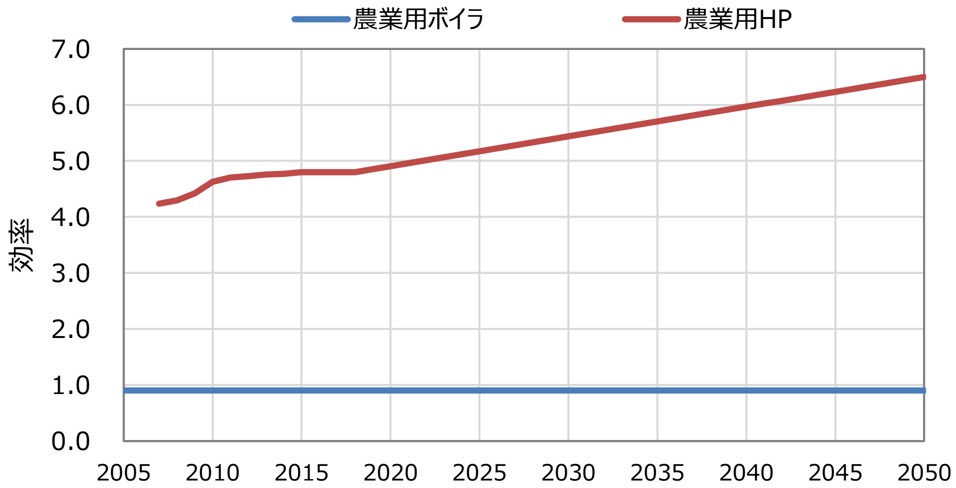


図 2-151 農業用ボイラ、農業用 HP のフロー効率の想定

2.8.4 選定結果

(1) 出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、農業用ヒートポンプの出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-152、図 2-153 に示す。

農業用ヒートポンプの出荷容量及びストック容量は、ともに大きく伸張し、中位シナリオでの 2050 年度断面における出荷容量は約 33 万 kW、ストック容量は約 338 万 kW に達する。また、伸長の速度は緩やかとなるものの、2050 年度以降も引き続き拡大が進むことが見込まれる。

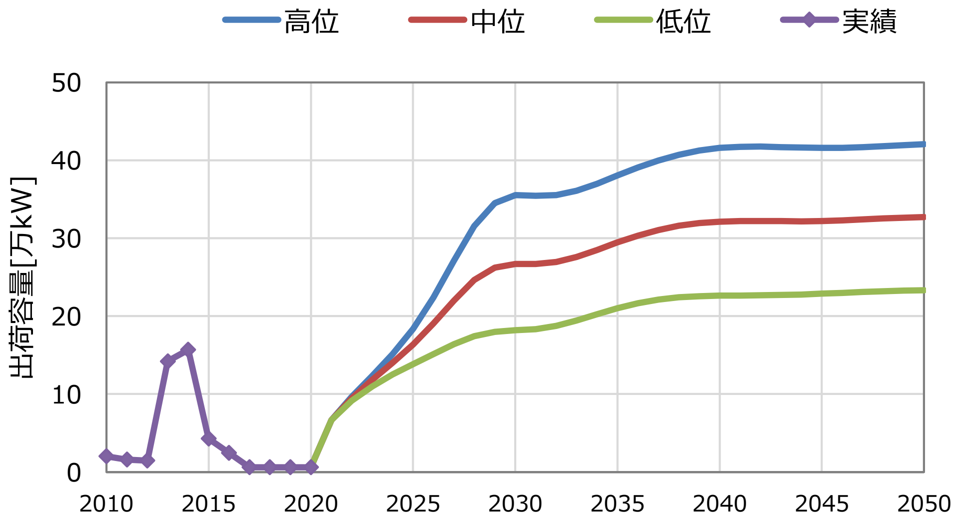


図 2-152 農業用 HP の出荷容量の推計結果：農業用

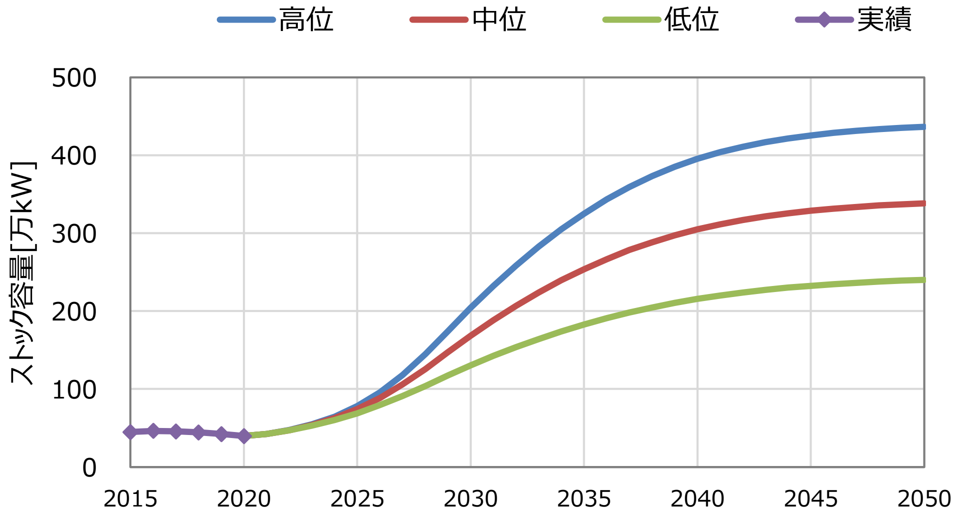


図 2-153 農業用 HP のストック容量の推計結果：農業用

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-154 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2018 年度）の農業用ヒートポンプのストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

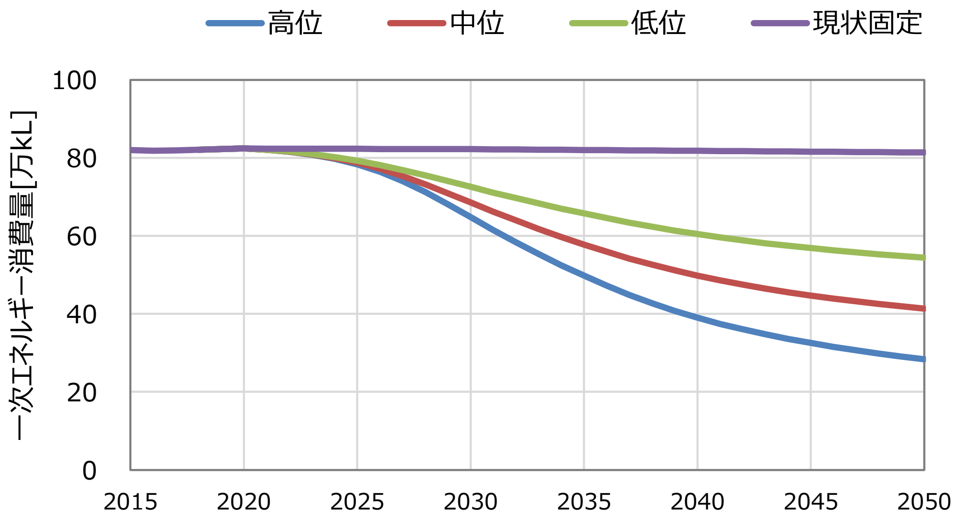


図 2-154 一次エネルギー消費量の推計結果：農業用

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-155、表 2-75 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 40 万 kL/年であり、このうち、農業用ボイラの代替効果は 36 万 kL/年、農業用ヒートポンプの効率改善効果は 4 万 kL/年と推計される。

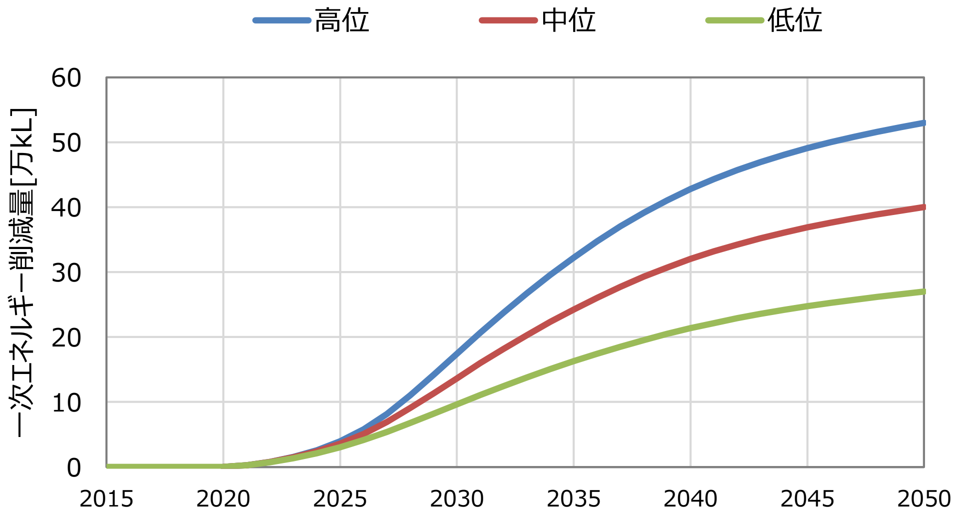


図 2-155 省エネ効果の推計結果:農業用

表 2-75 省エネ効果の内訳:農業用

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	17	43	53
	農業用ボイラの代替効果	16	39	48
	農業用 HP の効率改善効果	1	4	5
中位	合計	14	32	40
	農業用ボイラの代替効果	13	29	36
	農業用 HP の効率改善効果	1	3	4
低位	合計	10	21	27
	農業用ボイラの代替効果	9	19	24
	農業用 HP の効率改善効果	1	2	3

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-156、表 2-76 に示す。2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 141 万 t-CO2/年と推計される。

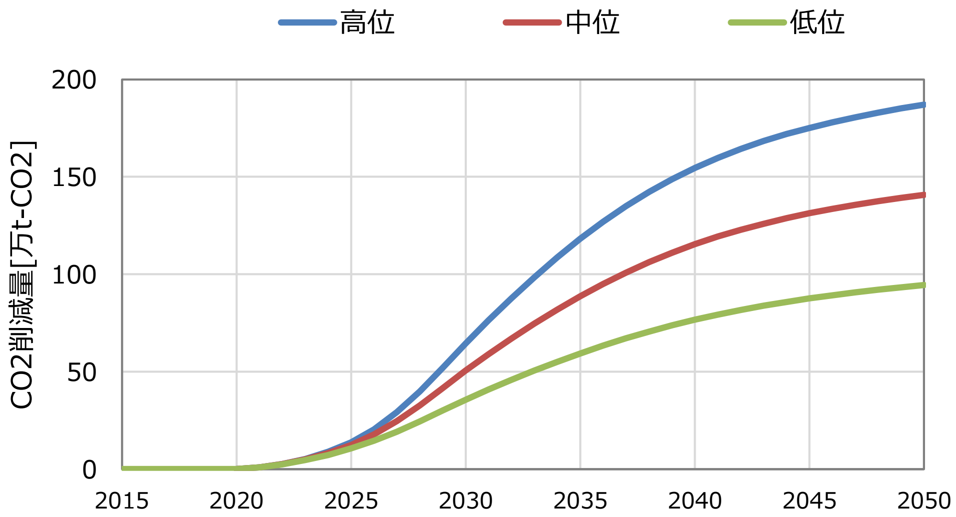


図 2-156 CO2 削減効果の推計結果：農業用

表 2-76 CO2 削減効果の内訳：農業用

シナリオ	内訳		CO2 削減効果（万 t-CO2）		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		64	155	187
		農業用ボイラの代替効果	63	152	187
		農業用 HP の効率改善効果	1	2	0
中位	合計		51	115	141
		農業用ボイラの代替効果	50	114	141
		農業用 HP の効率改善効果	1	2	0
低位	合計		36	77	95
		農業用ボイラの代替効果	35	75	95
		農業用 HP の効率改善効果	1	1	0

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(4) 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-157 に示す。

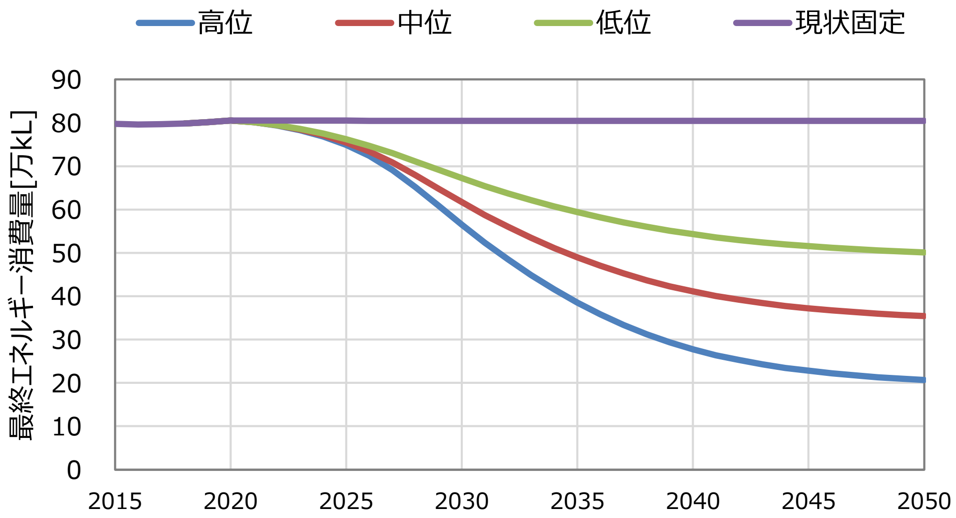


図 2-157 最終エネルギー消費量の推計結果:農業用

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果(最終エネルギー消費量の削減効果)を図 2-158、表 2-77 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 45 万 kL/年であり、このうち、農業用ボイラからの代替効果は 43 万 kL/年、農業用ヒートポンプの効率改善効果は 22 万 kL/年と推計される。

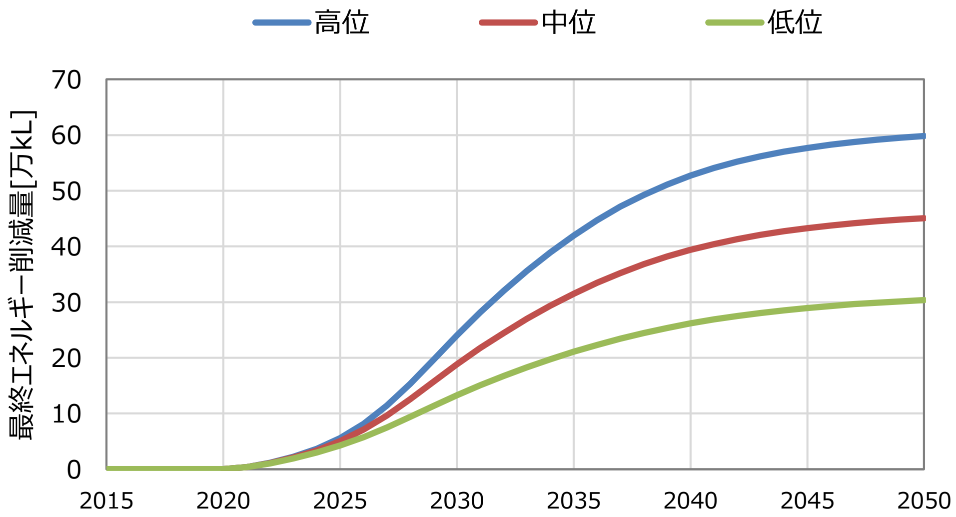


図 2-158 最終エネルギー削減量の推計結果:農業用

表 2-77 最終エネルギー削減量の内訳:農業用

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	24	53	60
	農業用ボイラの代替効果	24	51	57
	農業用 HP の効率改善効果	0	2	3
中位	合計	19	39	45
	農業用ボイラの代替効果	18	38	43
	農業用 HP の効率改善効果	0	1	2
低位	合計	13	26	30
	農業用ボイラの代替効果	13	25	29
	農業用 HP の効率改善効果	0	1	2

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-159 に示す。

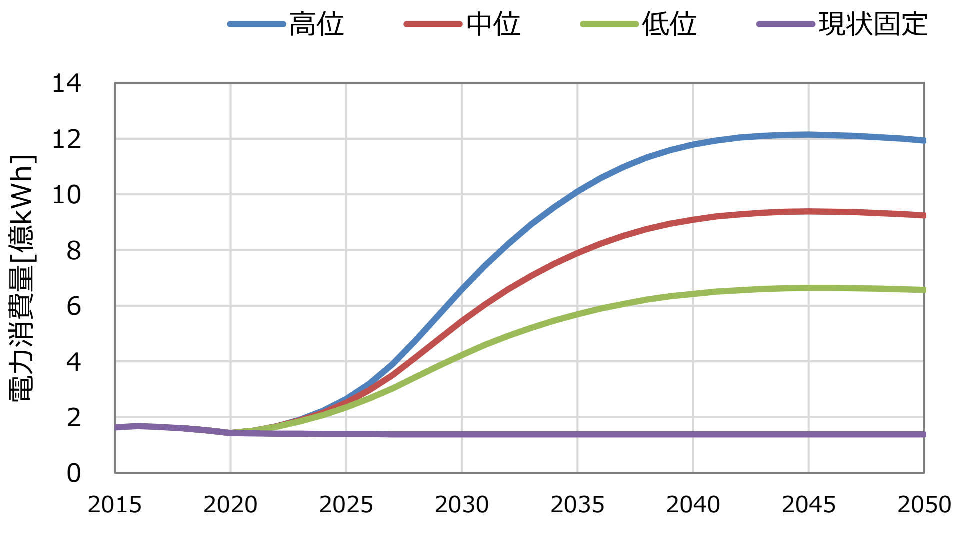


図 2-159 電力消費量の推計結果:農業用

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-160、表 2-78 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 7.9 億 kWh/年の増加であり、このうち、農業用ボイラからの代替効果は 10.3 億 kWh/年の増加、農業用ヒートポンプの効率改善効果は 2.5 億 kWh/年の減少と推計される。

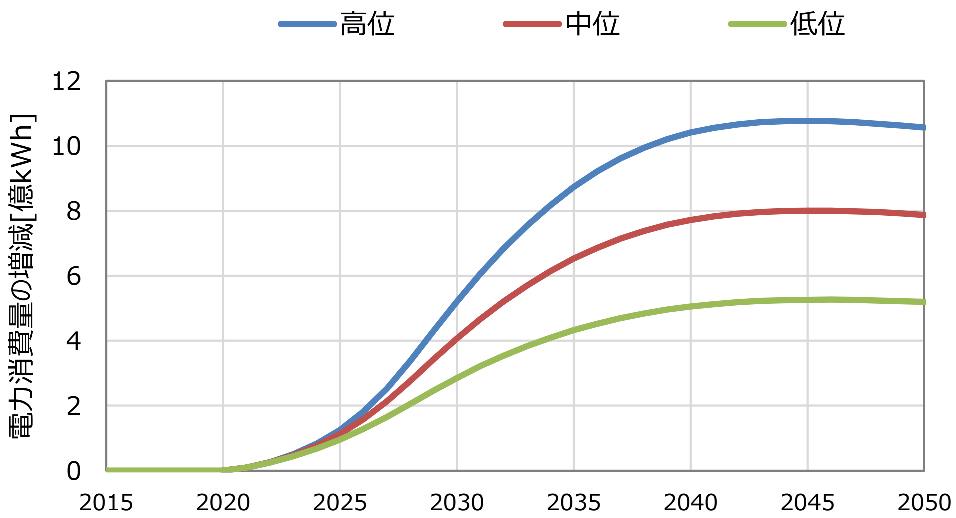


図 2-160 電力消費量の増減の推計結果:農業用

表 2-78 電力消費量の増減の内訳:農業用

シナリオ	内訳	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	5.2	10.4	10.6
	農業用ボイラの代替効果	5.7	12.3	13.8
	農業用 HP の効率改善効果	-0.5	-1.9	-3.2
中位	合計	4.1	7.7	7.9
	農業用ボイラの代替効果	4.5	9.2	10.3
	農業用 HP の効率改善効果	-0.4	-1.5	-2.5
低位	合計	2.9	5.1	5.2
	農業用ボイラの代替効果	3.1	6.1	6.9
	農業用 HP の効率改善効果	-0.3	-1.0	-1.8

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

2.9 融雪

2.9.1 前提条件

(1) 評価対象とする機器

融雪を行うエリアとしては、道路、屋根、一般需要場所（店舗駐車場等）等、様々な種類があるが、本調査では、普及見通しの推計に必要となる定量データの入手可能性が比較的高い道路（国都道府県道、市町村道）のロードヒーティングを対象とした。

ロードヒーティングの熱源機器は、大きく分けてヒートポンプ式、電熱式、温水式（ガスだきボイラ、油（灯油）だきボイラ）の 3 つに分類されるが、現状は、電熱式、温水式がほとんどを占めており、ヒートポンプ式はほとんど普及していない。

そこで、融雪用については、電熱式、温水式から融雪用ヒートポンプへの代替による効果について評価するものとした。

(2) 市場セグメントの設定

地域については、降雪量の多い北海道、東北、北陸の 3 つを対象とするものとした。

地域によって、気候（降雪量、外気温等）が異なり、それによって採用されているロードヒーティングの種類（電熱式、温水式のシェア等）等も異なると考えられることから、普及見通しの推計を行う上で、この 3 区分に分けて推計した。

表 2-79 地域区分

地域区分	該当する都道府県
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
北陸	新潟県、富山県、石川県、福井県

2.9.2　算定フロー

融雪市場における融雪用ヒートポンプの普及見通しの算定フローを図 2-161 に示す。

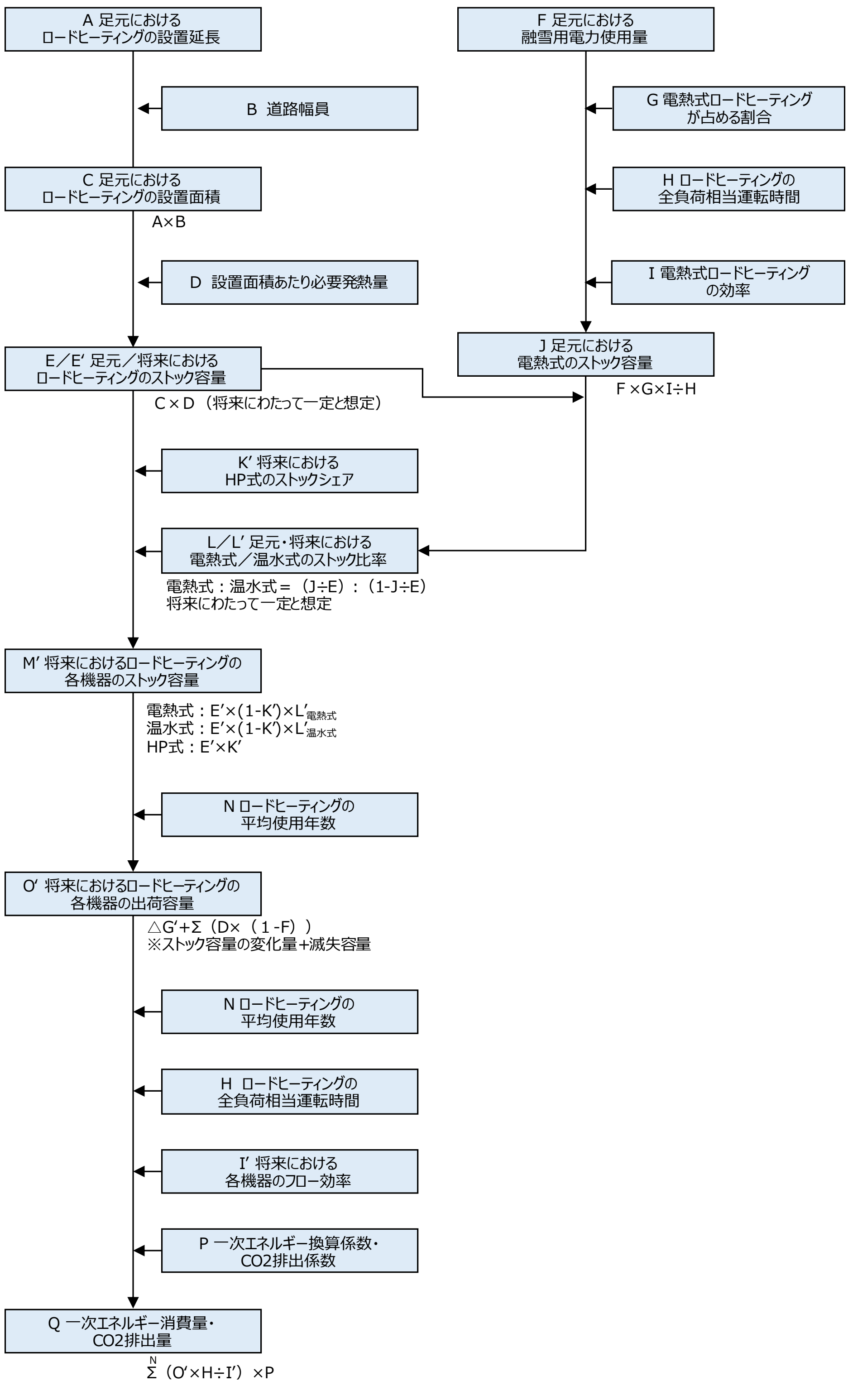


図 2-161　融雪市場における融雪用ヒートポンプの普及見通しの算定フロー

2.9.3　算定に用いたデータ

（1）　融雪用機器の市場規模（ロードヒーティングのストック容量）

現状の融雪用機器の市場規模（ロードヒーティングのストック容量）については、ロードヒーティングの設置面積に、設置面積あたりの必要発熱量を乗じることで推計した。将来については、足元（2020 年度）横這いと想定した。

また、出荷容量については、ストック容量を平均使用年数で除することで推計した。

1）　地域別のロードヒーティングの設置面積

足元（2020 年度）の地域別のロードヒーティングの設置面積の実績値に関しては、表 2-80 に示すとおり、都道府県別・道路種類別（国都道府県道、市町村道）のロードヒーティングの設置延長に、都道府県別・道路種類別（国都道府県道、市町村道）の道路幅員を乗じ、地域毎に集約することで推計した。

表 2-80　地域別のロードヒーティングの設置面積の推計方法

使用したデータ	出所／推計方法
①ロードヒーティング設置延長	国土交通省「豪雪地帯現況分析検討調査業務（基礎データ編）」
②道路幅員	国土交通省「道路統計年報」[24]の「道路面積（道路部）」を「道路実延長」で除して算定
③ロードヒーティング設置面積	①×②として推計

足元の地域別のロードヒーティングの設置面積の推計結果を表 2-81 に示す。この足元の設置面積が将来にわたって一定で続くものとした。

表 2-81　足元の地域別のロードヒーティングの設置面積の推計結果

		ロードヒーティング設置延長［km］	道路幅員（国都道府県道、市町村道の加重平均値）［m］	ロードヒーティング設置面積［万 m2］
北海道		214	7.8	167
東北		290	6.3	183
	青森県	35	6.4	23
	岩手県	48	5.9	28
	宮城県	12	6.3	7
	秋田県	98	6.1	60
	山形県	66	7.2	47
	福島県	31	5.7	18
北陸		57	6.9	39
	新潟県	16	6.2	10

[24] https://www.mlit.go.jp/road/ir/ir-data/tokei-nen/index.html、2022 年 7 月 5 日取得

		ロードヒーティング設置延長［km］	道路幅員(国都道府県道、市町村道の加重平均値)[m]	ロードヒーティング設置面積［万 m2］
	富山県	18	7.2	13
	石川県	23	7.3	16
	福井県	214	7.8	167

2） 地域別の設置面積あたり必要発熱量

ロードヒーティングの設置面積あたり必要発量については、「ロードヒーティング設備の設計指針」(建設電気技術協会)において、地域別の目安値が示されている。

これを踏まえ、北海道については「北海道（道央地方）」の値とし 250W/m2、東北・北陸については 200W/m2 と設定した。

表 2-82 ロードヒーティング設備の設置面積あたり必要発熱量

地域	必要発熱量
北海道（道東・道北地方）	300W/m2
北海道（道央地方）、東北（山間部）	250W/m2
北海道（道南地方）、東北、北陸	200W/m2
関東以南	170W/m2

3） ロードヒーティングのストック容量

以上の想定に基づき、現状及び将来における地域別のロードヒーティングのストック容量を推計した結果を図 2-162 に示す。

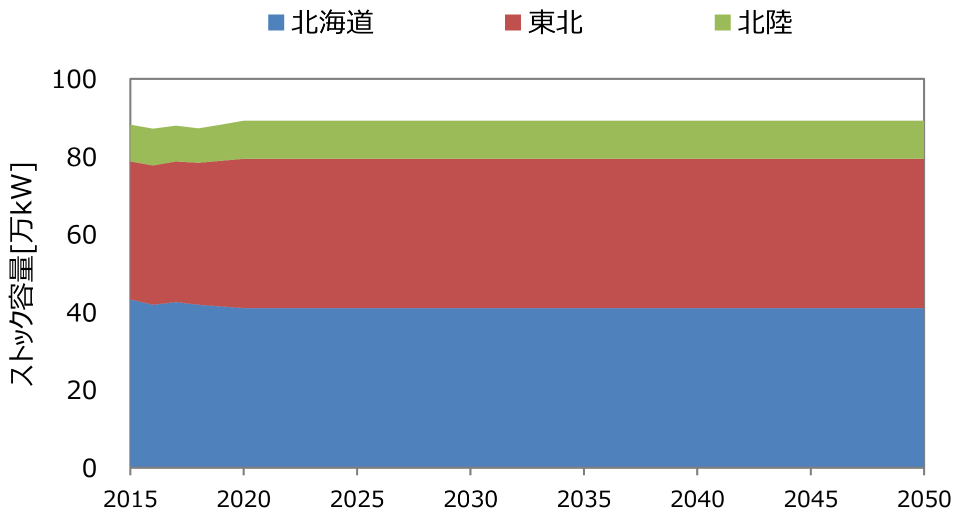


図 2-162 将来における地域別のロードヒーティングのストック容量の推移

（2） 足元の機器別のストックシェア

融雪用の熱源機器は、前述のとおり、ヒートポンプ式、電熱式、温水式の 3 つに大別される。現状は、ヒートポンプ式はほとんど普及しておらず、多くが電熱式、温水式とされているが、各機器の出荷量、普及量に関する公的な統計データは存在せず、機器別のシェアを正確に把握することはできない。

一方、北海道に限定すれば、既往文献・研究（国立研究開発法人土木研究所「融雪施設の維持管理のためのガイドライン（案）－エネルギーの効率的な活用－（平成 28 年）」等）において、概況を把握することができる。また、経済産業省資源エネルギー庁が平成 24 年度に実施した「一般電気事業者選択約款動向調査」では、平成 23 年度実績値のみではあるが、地域（電力会社）別の融雪用電力使用量を把握することが可能である。

そこで、本調査では、上記の文献・統計等を用いて、北海道地域と東北・北陸地域に分けて機器別のストックシェアを推計した。

1） 北海道

a. 足元の機器別のストックシェア

北海道の足元の機器別のシェアについて、既往文献・研究（国立研究開発法人土木研究所「融雪施設の維持管理のためのガイドライン（案）－エネルギーの効率的な活用－（平成 28 年）」等）を基に、以下のとおり設定した。

- 電熱式：80％
- 温水式：20％
- ヒートポンプ式：0％

なお、この設定より推計される電熱式のストック容量に対して、全負荷相当時間を乗じることで、電熱式の電力使用量を算定し、これと「一般電気事業者選択約款動向調査」における北海道電力の融雪用電力使用量との比較をすることで、設定の妥当性（推計した電熱式のロードヒーティングの電力使用量が、北海道全体の融雪用電力使用量を上回らないか等）について確認した。

b. ロードヒーティングの全負荷相当運転時間

北海道に関しては、「融雪施設の維持管理のためのガイドライン（案）－エネルギーの効率的な活用－」（国立研究開発法人土木研究所）において設置面積あたりの年間必要熱量（kWh/m2）が示されている。

そこで、北海道のロードヒーティングの全負荷相当運転時間については、この値と前述の設置面積あたりの必要発熱量（W/m2）を基に、表 2-83 に示すとおり算定した。

表 2-83 北海道におけるロードヒーティングの全負荷相当運転時間の算定方法

使用データ		出所／算定方法
①面積あたり必要発熱量	250W/m2	建設電気技術協会「ロードヒーティング設備の設計指針」で示されている「北海道（道央地方）」[25]の値
②面積あたり年間必要熱量	206.4kWh/m2	国立研究開発法人土木研究所「融雪施設の維持管理のためのガイドライン（案）－エネルギーの効率的な活用－」[26]で示されている札幌市における 2011～2014 年度の平均値
③全負荷相当運転時間	826h/年	②÷①として推計

c. 電熱式のロードヒーティングの電力使用量

（1）で示した北海道地域におけるロードヒーティングのストック容量、及び上述の想定より、電熱式のロードヒーティングの電力使用量は、表 2-84 のとおり、301GWh と推計された。

「一般電気事業者選択約款動向調査」における北海道電力の融雪用電力使用量（2011 年度実績値）は 1,252GWh であるため、融雪用電力使用量全体のうち、電熱式のロードヒーティングが占める割合は約 25%ということになる。

なお、「一般電気事業者選択約款動向調査」における融雪用電力使用量には、今回対象としたロードヒーティング以外の一般需要場所（店舗駐車場等）における融雪用電力使用量も含まれている。また、ここでいう融雪用電力使用量は、「融雪用」という電力メニュー（冬季の所定時間帯を対象としたメニュー）の電力使用量であり、実際には融雪だけでなく、暖房等にも用いられているケースもあることを踏まえると、概ね妥当だと考えられる。

以上を踏まえ、足元のストックシェアについては a.で示した設定を用いることとした。

表 2-84 北海道における融雪用エネルギー消費量

データ		出所／算定方法
①電熱式のロードヒーティングによる電力使用量	301GWh	ストック容量（41.1 万 kW）×電熱式のシェア（80%）×全負荷相当運転時間（826h/年）÷効率（0.9）として推計
②北海道全体の融雪用電力使用量（2011 年度実績値）	1,252GWh	経済産業省資源エネルギー庁「一般電気事業者選択約款動向調査」[27]
③②のうち、電熱式ロードヒーティングが占める割合	24.1%	①÷②として推計

[25] https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/kn/dou_ken/ud49g700000022du-att/splaat0000003xsr.pdf、2022 年 7 月 5 日取得
[26] https://kikai.ceri.go.jp/file/download/yusetsushisetsu_ijikanri.pdf、2022 年 7 月 5 日取得
[27] https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/11457033/www.enecho.meti.go.jp/category/electricity_and_gas/electric/summary/trend/、2022 年 7 月 5 日取得

2） 東北・北陸

東北・北陸に関しては、足元の機器別のストックシェアに係る統計データ等がないため、「一般電気事業者選択約款動向調査」における融雪用電力使用量のうち、電熱式のロードヒーティングが占める割合を想定することで、電熱式による電力使用量を算定し、これを全負荷相当時間で割り戻すことで電熱式のストック容量を推計した。

残りのストック容量を全て温熱式と想定（ヒートポンプ式については 0%と想定）して、機器別のストックシェアを設定した。

a. 電熱式の電力使用量

東北・北陸については、「一般電気事業者選択約款動向調査」で示されている融雪用電力使用量のうち、電熱式によるロードヒーティングが占める割合を 50%と想定し、表 2-85 に示すとおり、電熱式による電力使用量を推計した。

表 2-85 東北・北陸地域における電熱式の電力使用量の推計

使用データ	東北	北陸	出所／算定方法
①融雪用電力使用量	306GWh	61GWh	経済産業省資源エネルギー庁「一般電気事業者選択約款動向調査」
②電熱式のシェア	50%	50%	想定値
③電熱式の電力使用量	153GWh	30GWh	①×②として推計

b. ロードヒーティングの全負荷相当運転時間

東北・北陸に関しては、ロードヒーティングの全負荷相当運転時間に関する既存統計・文献等が見当たらなかった。このため、面積あたりの年間必要熱量が降雪量に比例するものと仮定して、前述の北海道における値に、気象庁ウェブサイトで公表されている地域別の降雪量の対北海道比を乗じることで、面積あたりの年間必要熱量を推計し、それを面積あたり必要発熱量で除することで全負荷相当運転時間を推計した、推計結果を表 2-86 に示す。

表 2-86 東北・北陸地域におけるロードヒーティングの全負荷相当運転時間の設定

地域	年間降雪量（2011～2020 年度の平均値）	面積あたり年間必要熱量	面積あたり必要発熱量	全負荷相当運転時間
北海道	4.38m	206.4kWh/m2	250W/m2	826h/年
東北	2.45m	115.3kWh/m2	200W/m2	576h/年
北陸	1.73m	81.7kWh/m2	200W/m2	408h/年

注釈）各地域に該当する都道府県の県庁所在地のデータを用いるものとし、北海道は札幌市、東北は青森市、盛岡市、仙台市、秋田市、山形市、福島市の平均、北陸は新潟市、富山市、金沢市、福井市の平均とした。

c. 足元の機器別のストックシェア

上述の電熱式による電力使用量、全負荷相当運転時間より、電熱式のストック容量を推計した。これと、(1)で示した東北・北陸地域におけるロードヒーティング全体のストック容量より、足元における電熱式と温水式のシェアについて表 2-87 に示すとおり設定した。

表 2-87 東北・北陸地域における機器別のストック容量、ストックシェア

データ	東北	北陸	出所／算定方法
①ロードヒーティングのストック容量	38.4 万 kW	9.9 万 kW	1)で示した推計結果より
②電熱式のストック容量（ストックシェア）	23.9 万 kW（62%）	6.7 万 kW（68%）	電熱式の電力使用量×効率（0.9）÷全負荷相当運転時間として推計
③温水式のストック容量（ストックシェア）	14.4 万 kW（38%）	3.2 万 kW（32%）	①-②として推計 ※HP 式のストック容量は 0%と想定

（3） 将来の機器別のストックシェア

将来のヒートポンプ式のストックシェアについては、ロジスティック曲線を適用することで推計した。ロジスティック回帰の適用にあたっては、表 2-88 に示すとおり、ヒートポンプ式の上限漸近値として高位、中位、低位の 3 つのシナリオを想定し、また、普及速度は産業用加温の「加温」・「低温乾燥」における産業用ヒートポンプと同様と想定した。

表 2-88 融雪用 HP の導入上限の想定

シナリオ	HP 式の導入上限（ストックシェアの上限）
高位	ストック容量×60%
中位	ストック容量×50%
低位	ストック容量×40%

以上の想定に基づく、将来の融雪市場におけるヒートポンプ式の高位、中位、低位の各シナリオのストックシェアを図 2-163 に示す。

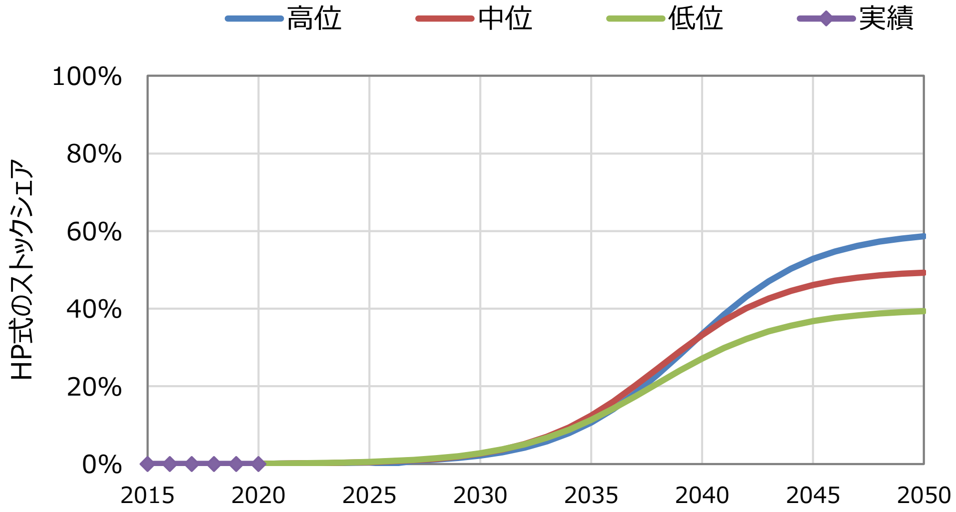


図 2-163 将来の融雪市場における HP 式のストックシェアの想定

電熱式、温水式のストックシェアについては、表 2-89 に示すとおり想定した。

表 2-89 将来の融雪市場における電熱式・温水式のストックシェアの想定

種類	ストックシェアの想定
電熱式	(100%－HP 式のストックシェア)×足元の電熱式のストックシェア
温水式	(100%－HP 式のストックシェア)×足元の温水式のストックシェア

(4) 平均使用年数

平均使用年数については、「融雪施設の維持管理のためのガイドライン(案)－エネルギーの効率的な活用－」(国立研究開発法人土木研究所、平成 28 年 3 月)における想定に合わせて、20 年と設定した。

(5) 融雪用機器のフロー効率

融雪用機器の機器別のフロー効率は、図 2-164 に示すとおり設定した。

ヒートポンプ式の効率について、足元(2020 年度)に関しては、HPTCJ 調べの現在市販されている融雪用ヒートポンプの効率を踏まえて設定した。将来の効率については、2050 年度に同年度における業務用ヒートポンプ給湯機の寒冷地の効率×0.9 倍を実現するものと想定し、間は線形補間とした。

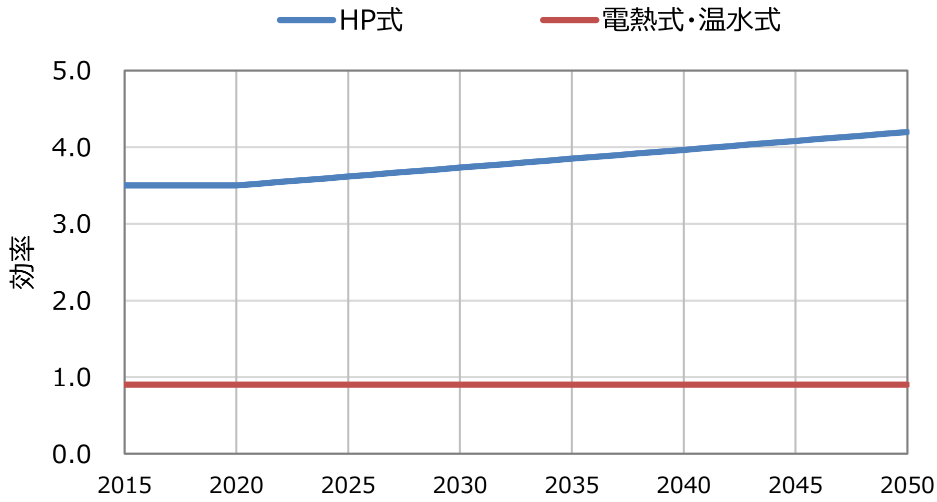


図 2-164 融雪用機器の機器別のフロー効率の想定

2.9.4　算定結果

(1)　出荷容量・ストック容量

以上の想定に基づく、ヒートポンプ式の出荷容量及びストック容量の推計結果をそれぞれ図 2-165、図 2-166 に示す。

出荷容量については、2040 年度頃で急伸した後、2050 年度頃までにかけて一度落ち込み、その後再び拡大する見込みとなっている。これは、電熱式、温水式に対する経済優位性が働く市場に、加速度的に導入が進んだ後、当該市場が飽和した段階で一度落ち込むと想定したためである。2050 年度頃以降は、一度導入されたヒートポンプ式の更新需要等があり、再び拡大していく。

ストック容量については、いずれのシナリオでも 2050 年度頃におおむね導入上限に達する見込みである。

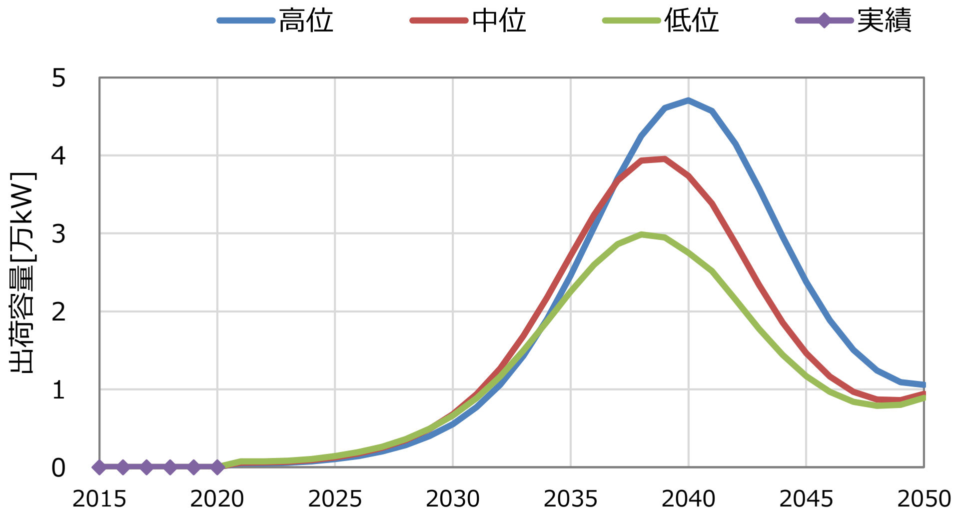


図 2-165　融雪用 HP の出荷容量の推計結果

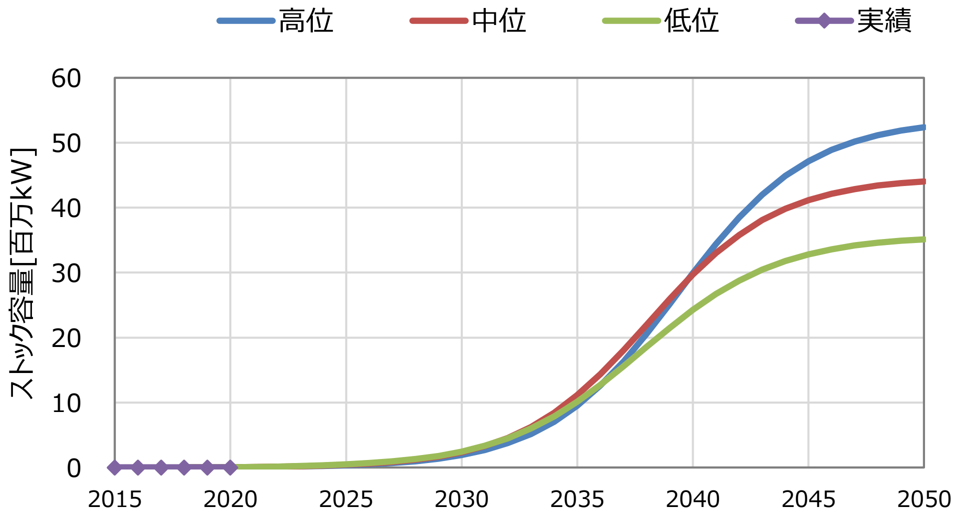


図 2-166　融雪用 HP のストック容量の推計結果

（2） 一次エネルギー消費量の削減効果

上記の出荷容量、ストック容量の推計結果及び想定したフロー効率、全負荷相当運転時間、電力の一次エネルギー換算係数を基に、一次エネルギー消費量を算定した結果を図 2-167 に示す。ここで、現状固定シナリオとは足元（2020 年度）のヒートポンプ式のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定したものである。

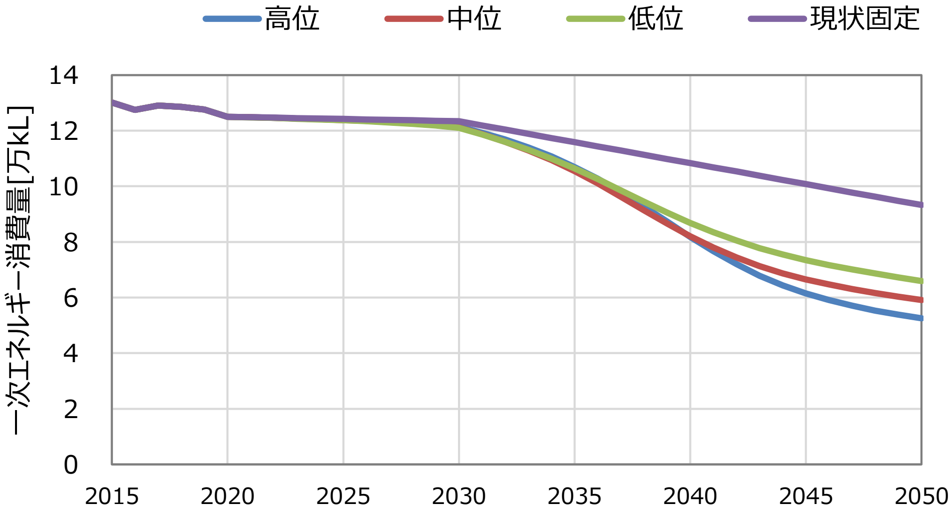


図 2-167 一次エネルギー消費量の推計結果：融雪用

また、上記の結果を踏まえ、各シナリオについて、現状固定シナリオからの省エネ効果（一次エネルギー消費量の削減効果）を図 2-168、表 2-90 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 3.4 万 kL/年であり、このうち、電熱式・温水式の代替効果は 3.3 万 kL/年、ヒートポンプ式の効率改善効果は 0.2 万 kL/年と推計される。

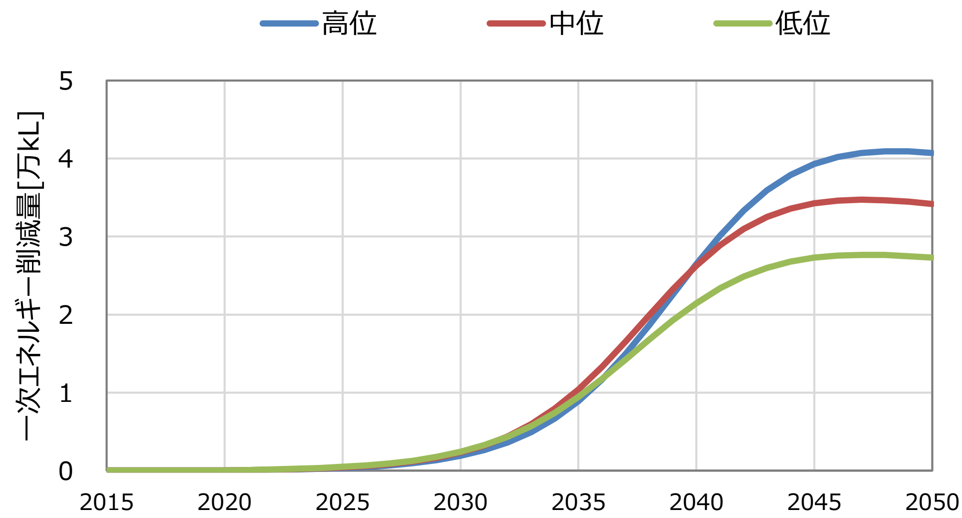


図 2-168 省エネ効果の推計結果：融雪用

表 2-90 省エネ効果の内訳:融雪用

シナリオ	内訳	省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	0.2	2.6	4.1
	電熱式・温水式の代替効果	0.2	2.5	3.9
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.2
中位	合計	0.2	2.6	3.4
	電熱式・温水式の代替効果	0.2	2.5	3.3
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.2
低位	合計	0.2	2.1	2.7
	電熱式・温水式の代替効果	0.2	2.1	2.6
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.1

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（3） CO2 排出量の削減効果

上記省エネ効果に CO2 原単位を乗じて CO2 削減効果を推計した結果を図 2-169、表 2-91 に示す。なお、温水式の燃料としては、都市ガスの場合と灯油の場合があるが、その内訳が不明であることから、都市ガスと灯油の排出係数の平均を用い、将来にわたり一定と想定した。

2050 年度断面における中位シナリオでの CO2 削減効果は 6.8 万 t-CO2/年と推計される。CO2 削減効果は 2040 年代前半に向けて増加した後に減少に転じる。これは、電力の CO2 原単位の低減が中長期的に進展していくにつれて単位省エネ量あたりの CO2 削減効果が小さくなることの影響が顕著に表れるためである。

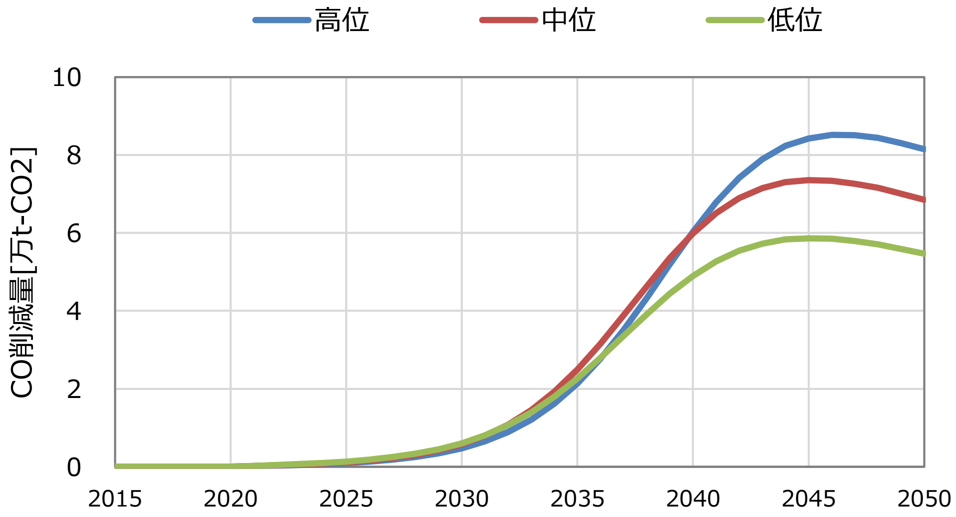


図 2-169 CO2 削減効果の推計結果：融雪用

表 2-91 CO2 削減効果の内訳：融雪用

シナリオ	内訳	CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	0.5	6.0	8.1
	電熱式・温水式の代替効果	0.5	6.0	8.1
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.0
中位	合計	0.6	6.0	6.8
	電熱式・温水式の代替効果	0.6	5.9	6.8
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.0
低位	合計	0.6	4.9	5.5
	電熱式・温水式の代替効果	0.6	4.8	5.5
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.0

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

（4） 最終エネルギー消費量の削減効果

需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を図 2-170 に示す。

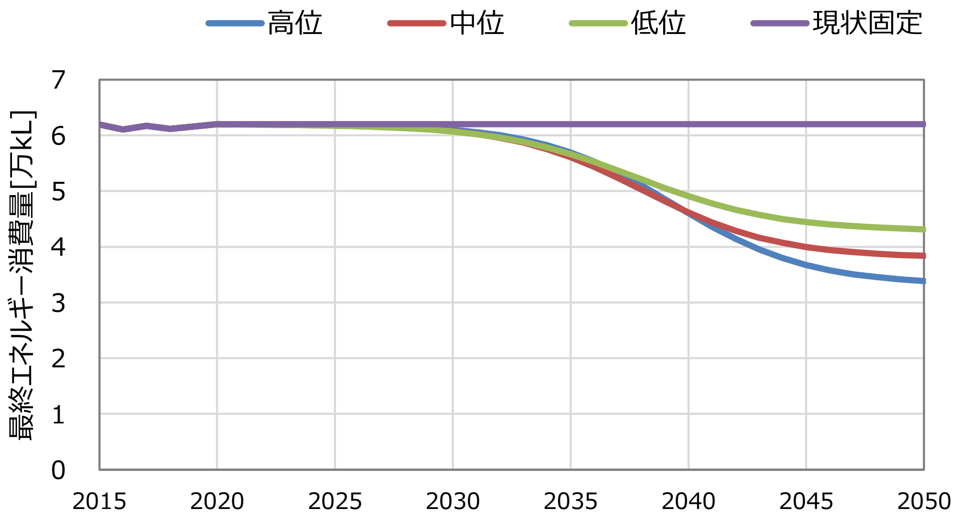


図 2-170 最終エネルギー消費量の推計結果:融雪用

また、現状固定シナリオからの省エネルギー効果（最終エネルギー消費量の削減効果）を図 2-171、表 2-92 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの省エネ量は 2.4 万 kL/年であり、このうち、電熱式、温水式熱源機器からの代替効果は 2.3 万 kL/年、融雪用ヒートポンプの効率改善効果は 0.1 万 kL/年と推計される。

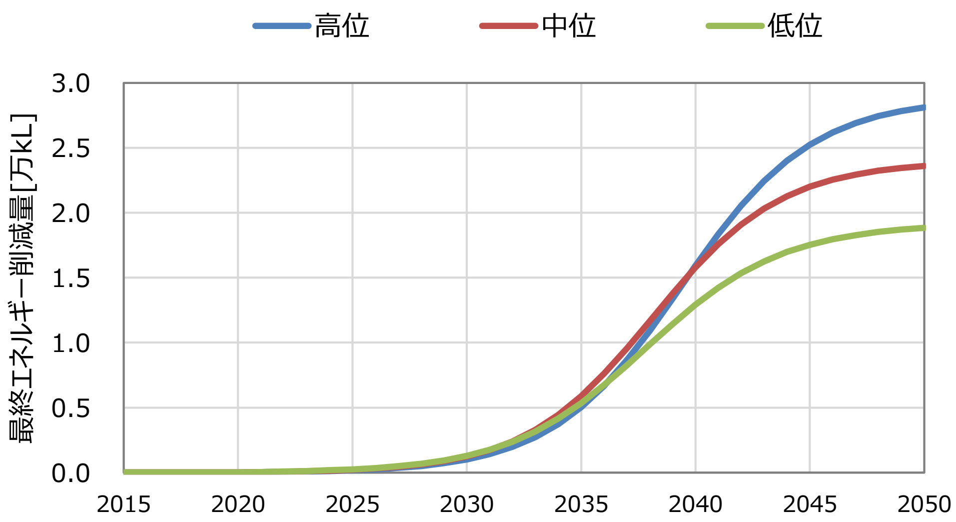


図 2-171 最終エネルギー削減量の推計結果:融雪用

表 2-92 最終エネルギー削減量の内訳:融雪用

シナリオ	内訳		省エネ効果(万 kL/年)		
			2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計		0.1	1.6	2.8
		電熱式・温水式の代替効果	0.1	1.5	2.7
		HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.1
中位	合計		0.1	1.6	2.4
		電熱式・温水式の代替効果	0.1	1.5	2.3
		HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.1
低位	合計		0.1	1.3	1.9
		電熱式・温水式の代替効果	0.1	1.5	2.3
		HP 式の効率改善効果	0.0	-0.2	-0.4

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

(5) 電力消費量の増減

各シナリオにおける電力消費量の分析結果を図 2-172 に示す。

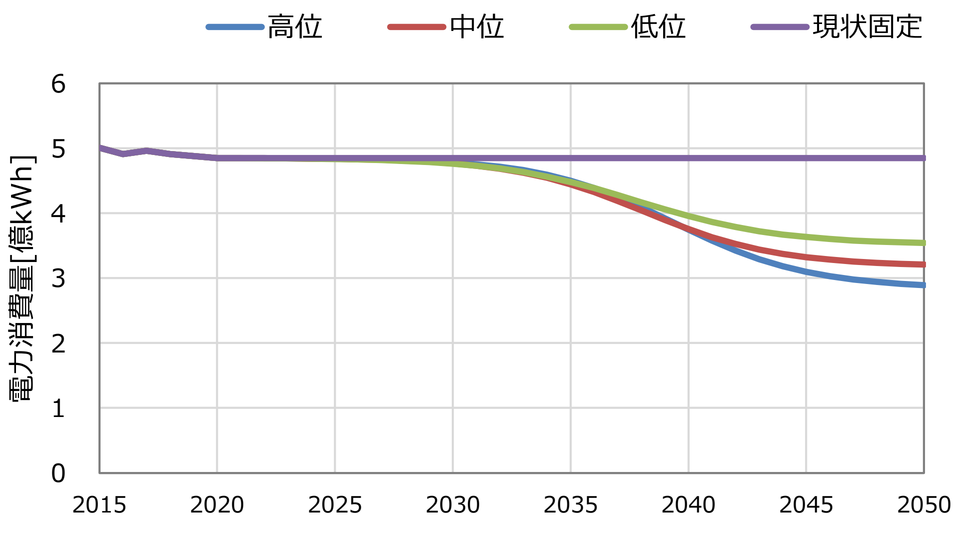


図 2-172 電力消費量の推計結果:融雪用

また、2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量の分析結果を図 2-173、表 2-93 に示す。

2050 年度断面における中位シナリオでの電力消費量は 1.6 億 kWh/年の減少であり、このうち、電熱式、温水式熱源機器からの代替効果は 1.5 億 kWh/年の減少、融雪用ヒートポンプの効率改善効果は 0.1 億 kWh/年の減少と推計される。

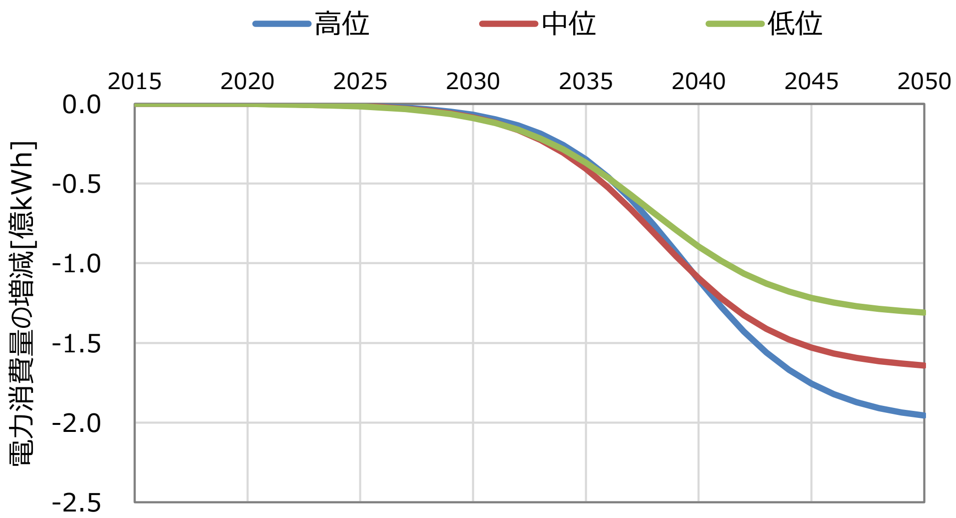


図 2-173 電力消費量の増減の推計結果:融雪用

表 2-93 電力消費量の増減の内訳:融雪用

シナリオ	内訳	電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
高位	合計	-0.1	-1.1	-2.0
	電熱式・温水式の代替効果	-0.1	-1.0	-1.8
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.1	0.1
中位	合計	-0.1	-1.1	-1.6
	電熱式・温水式の代替効果	-0.1	-1.0	-1.5
	HP 式の効率改善効果	0.0	-0.1	-0.1
低位	合計	-0.1	-0.9	-1.3
	電熱式・温水式の代替効果	-0.1	-0.9	-1.2
	HP 式の効率改善効果	0.0	0.0	-0.1

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

3. ヒートポンプ等電化機器の普及による経済波及効果分析

3.1 産業連関表による経済波及効果分析の考え方

(1) 産業連関分析の概要

産業連関分析とは、一定の地域内で一定の期間内(通常 1 年間)に行われた経済活動を、様々な財・サービスの取引関係としてマトリックスの形にまとめることで、多様な産業の需要構造と生産構造を表した「産業連関表」を用いて、需要構造の変化、あるいは生産構造の変化、取引価格の変化などによって起こる生産誘発、付加価値誘発、雇用誘発、所得誘発などの経済波及効果を分析するものである。我が国では、国及び県レベルで産業連関表が作成されており、公共投資の誘致や企業誘致、イベントなどの地域経済への波及効果の算出などに多く用いられる。

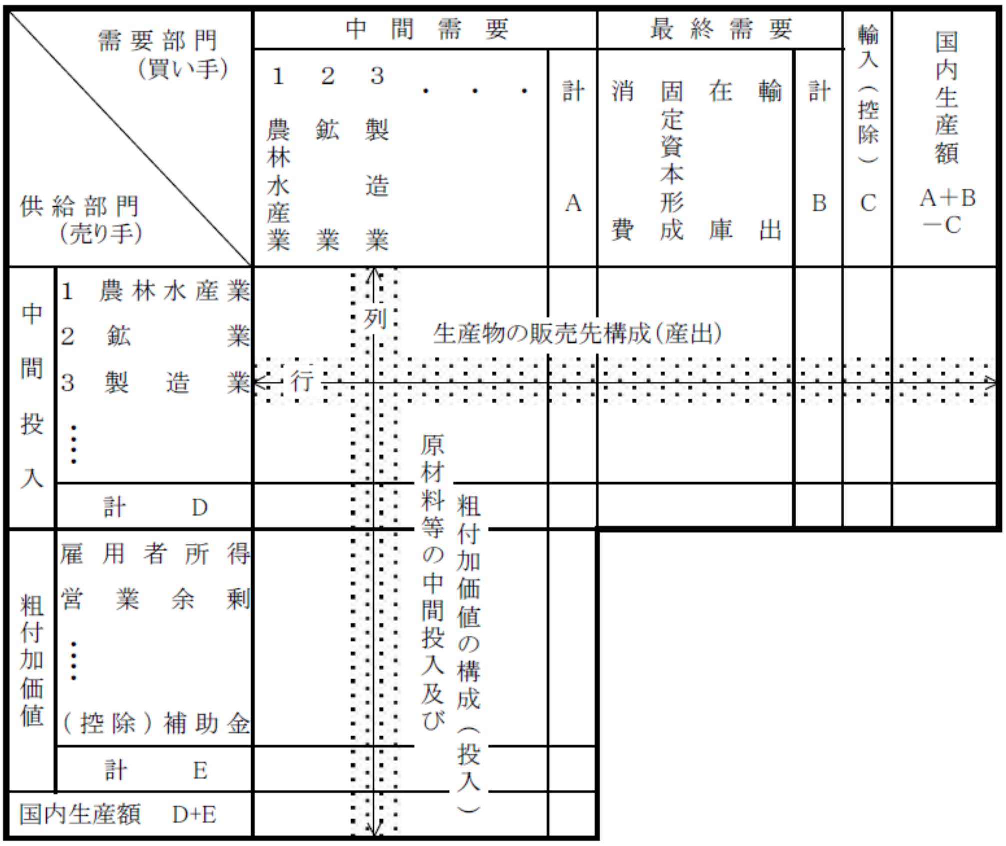


図 3-1 産業連関表の構造

産業連関表の構造を図 3-1 に示している。ある産業の供給側(売り手)からみた生産額は中間投入と粗付加価値の合計である。またある産業への総需要は中間需要と最終需要の合計である。そして粗付加価値=最終需要、国内生産=総需要という関係が常に成り立つ。

産業連関分析では、問題とする地域に新規に創出される需要に対して、その地域への波及効果を、波及が瞬時に起こることを仮定して算出する。しかし現実には、取引に時間を要するため、波及効果はタイ

ムラグを持って現れることに注意すべきであるが、産業連関分析による波及効果の算定量は、波及効果の累積量として捉えることが妥当である。

（2） ヒートポンプ普及による経済波及効果分析を行う場合の留意点

ここではヒートポンプ（HP）の普及による我が国経済に与える影響を分析しようとしている。

投資の側面のみを見ると（図 3-2）、HPの普及により、HP投資が増え、ガスや灯油給湯器あるいは暖房機などの代替技術への投資が減少する。これらの需要の変化により、生産波及が起こる。このルートは産業連関分析で追うことができる。

他方、家計部門で生じた需要の増減は、資金需要のバランスを変化させ、それにより投資構造が変化し、最終需要が変化する。このルートは、産業連関分析では追うことは出来ず、マクロモデル等により分析を行うべきものである。

また、家計支出面に目を向けると（図 3-3）、HP投資により電力への支出が増える一方でガスや灯油などの代替機器のエネルギー消費が減少する。これらの需要の変化により、生産波及が起こる。このルートは産業連関分析で追うことができる。

他方で家計部門において生じた需要の増減は、家計資金のバランスを変化させ、それにより貯蓄と支出の構造が変化し、最終需要が変化する。このルートは、産業連関分析では追うことはできず、マクロモデル等により分析を行うべきものである。

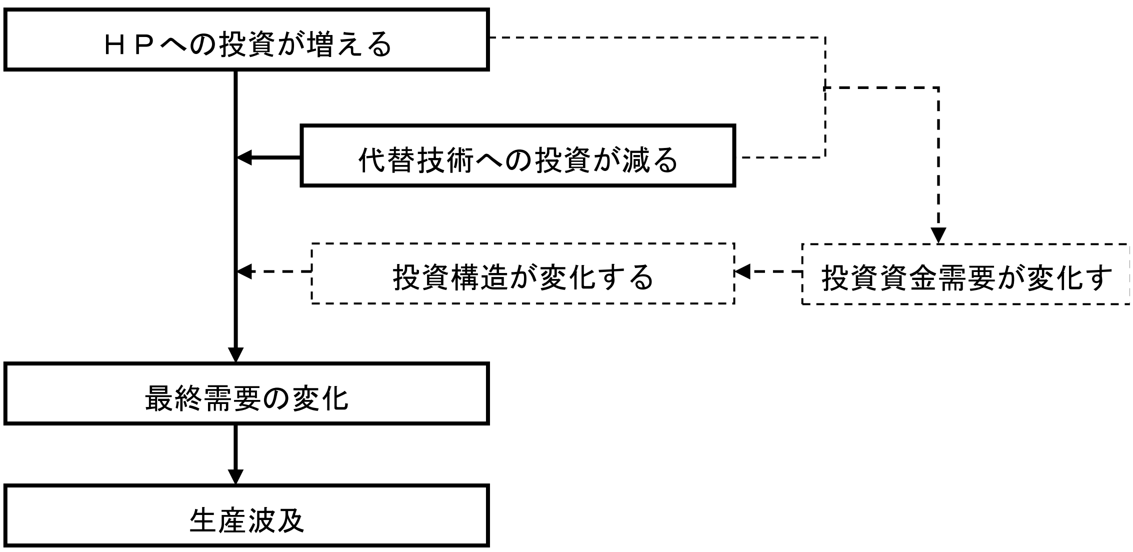


図 3-2 HP投資による波及ルート（投資面）

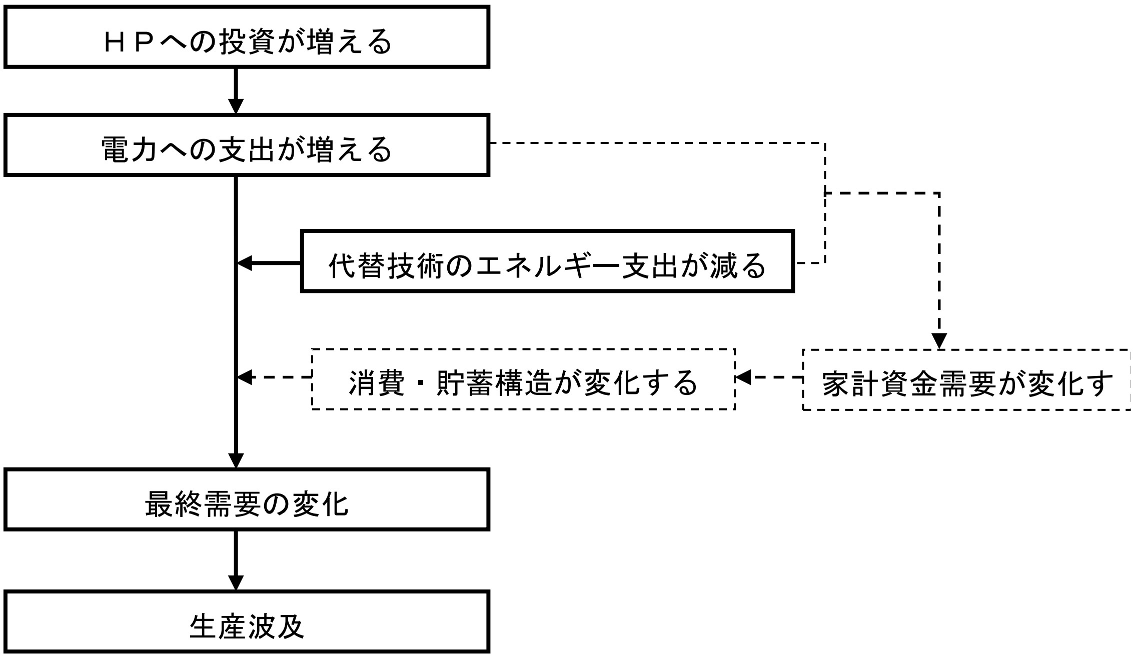


図 3-3 HP投資による波及ルート（家計支出面）

以上の分析上の限界のほかに、HP普及影響の評価を産業連関分析で行うにあたって重要な要件を以下に述べる。

① 需要の新規性・代替性が正確に想定されていること
波及の源となる需要が考えている地域、時間において「新規需要」であるのか、何かを代替している「代替需要」なのかを明確にする必要がある。例えば、新築住宅建築に伴い発生するHP需要はガス給湯器を代替したものと捉えられるため、「代替需要」である。他方、住宅及び企業の省エネ改修によるHP需要は、HPの高性能化によって生じた更新需要の前倒しであると捉えられるため、問題とする期間内では「新規需要」と考えてもよいだろう。

② HP投資が経済的に有効であること
家計部門では、所得から保険、税金等を差し引いた可処分所得は、貯蓄と消費に回る。消費は、HP関係消費と非HP関係消費に分けられる。
HP投資が経済的に有効であるならば、投資資金はエネルギー支出の削減により設備の耐用年の中で回収されるはずである。すなわち、HP関係消費（＝HP投資に係わる負担－エネルギー支出削減額）はゼロ以下であって、プラスにはならないため、HP以外の消費や貯蓄にマイナスの影響を及ぼすことを想定する必要はなくなる。このためHP投資が経済的に有効であることは重要である。

3.2　ヒートポンプ普及による経済波及効果分析

(1)　分析のフロー

産業連関分析ではまず波及効果の源となる最終需要を作成する必要がある。ここでは、HPの普及台数及び需要金額の想定とHPの普及により代替される機器（被代替機器）の減少需要の想定、エネルギーの需要増減などを想定しなくてはならない。これを最終需要ベクトルFと呼ぶ。直接効果と言われる波及効果の源である。このFにより生じる取引の連鎖を追いかける。その連鎖により誘発された生産額が生産誘発額Xであるが、ここでは次の競争輸入型逆行列を採用して、Xを求めた。

$$X=[I-(I-M)A]^{-1}\cdot[(I-M_F)\cdot F]$$

I:　単位行列

M：輸入係数行列

A：投入係数行列

M_F：最終需要Fの輸入係数行列

生産誘発により生じた粗付加価値は生産額に粗付加価値投入係数を乗じて求め、誘発雇用者所得は生産額に労働投入係数を乗じて求める。さらに労働係数（人/円）を乗じて、雇用誘発を産出することができる。ここまでが1次波及効果である。

2次波及効果は、1次波及の雇用者所得の増大による消費の増大から、それに伴う生産波及である。通常の産業連関分析では2次波及効果の算定までで留めることが多い。

今回は平成 17 年（2005 年）産業連関表（確報）[28]の 190 部門表を利用して分析を行った。

[28] https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00200603&tstat=000001026283&cycle=0、2022 年 7 月 5 日取得

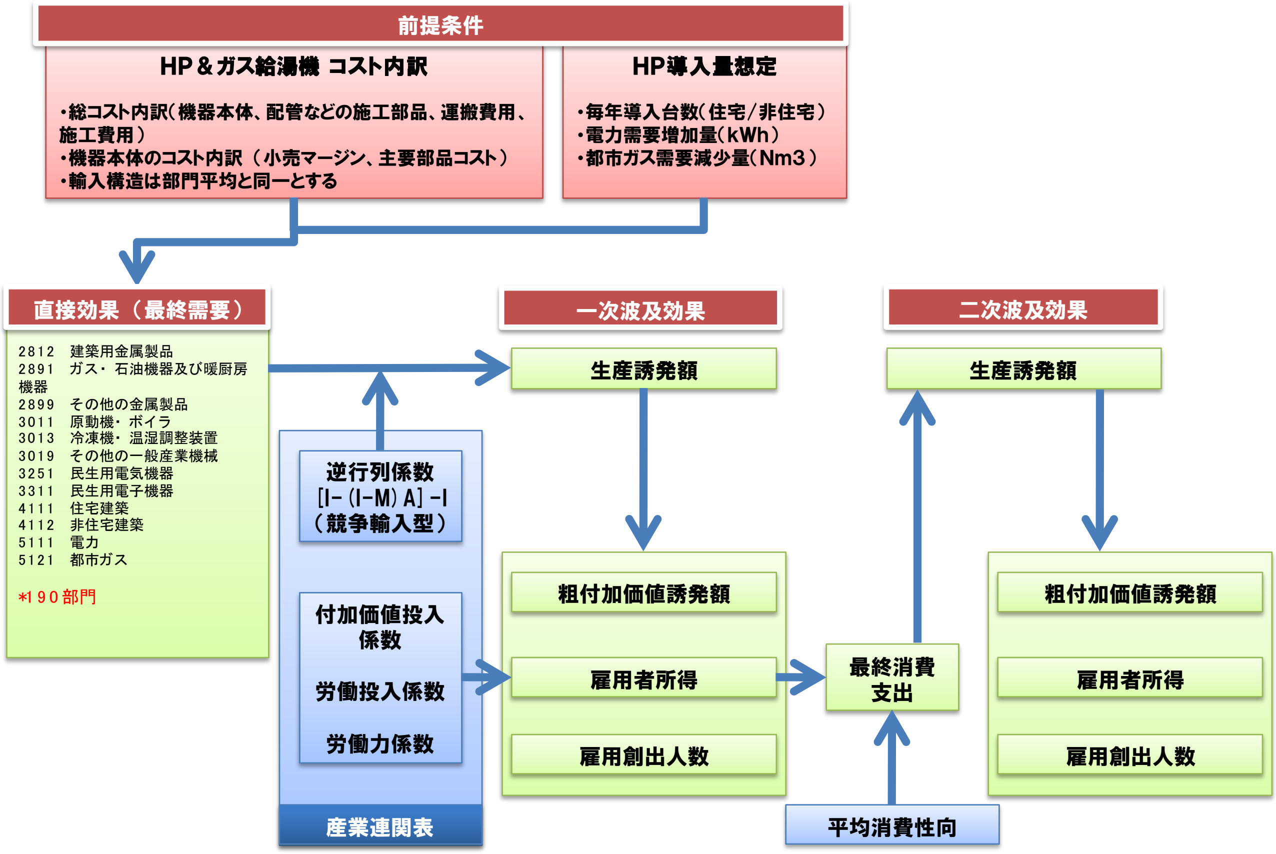


図 3-4 HP普及による経済波及効果分析のフロー

（2） 分析の前提条件

1） 導入するHP等電化機器と代替される機器

ヒートポンプ等の電化機器と、電化機器拡大に伴い代替される機器については、2 章の分析結果に基づき想定した。

2） 機器価格の内訳

産業連関分析で使用する投入係数行列は、生産者価格表示のものである。他方で、エンドユーザーの機器購入価格は、卸売マージン、小売マージン、運輸マージン、工事費を含んだ購入者価格である。

中型のHPあるいはボイラ等の需要機器を設置する場合、流通経路は一般的に以下のようになる。ユーザーは販売業者と施工費込みで機器を購入する。販売業者はメーカーに機器を発注する。メーカーは運輸業者に輸送運賃を支払い販売業者に機器を届けさせる。販売業者は設置工事を施工業者に発注し、機器調達コストに工事代金と商業マージンを乗せてユーザーに販売する。

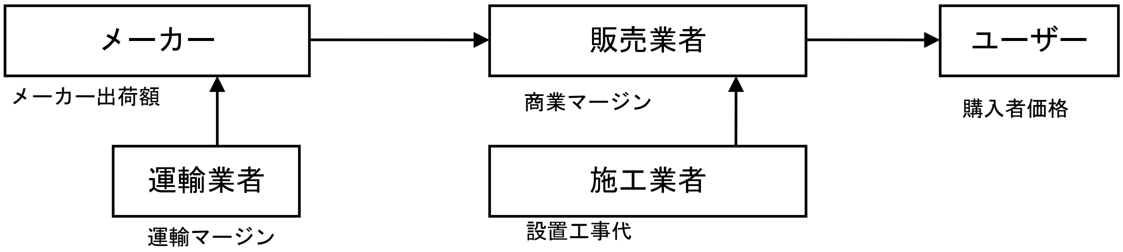


図 3-5 HPの流通構造

これらの取引過程を反映させて生産者価格とするため、導入されるHP及び被代替機器のコスト内訳((a)メーカー出荷価格、(b)流通マージン、(c)エンドユーザー価格(a＋b))の想定及び設置工事費の想定を行った。

3) 最終需要部門への配分

機器のコスト内訳の想定より、各コストを表 3-1の産業分類に配分した。配分の考え方を以下に示す。

各機器のメーカー出荷額は表 3-1 に示す産業分類の最終需要に分類されるものとした。

設置工事費については、家庭用機器の場合は「住宅建築」、その他の機器の場合は「非住宅建築」の最終需要と想定した。

流通マージンについては、商業マージンに 80%、運輸マージンに 20%と想定し、運輸マージンは全て道路貨物輸送と想定した。

商業マージンには卸売マージンと小売マージンとがあるが、大型機材の場合の流通形態は卸売業に近く、一方で小型機器の場合は大型機器と異なり展示、販売、在庫などのコストが掛かるため小売業に近い。このため、設置工事のかかるものについては商業マージンを卸売マージンと考え「卸売」の最終需要と分類し、設置工事の必要のないものについては小売マージンと考え、「小売」の最終需要に分類することとした。

表 3-1 最終需要の部門分類

産業小分類番号	産業分類名	最終需要
2891	ガス・石油機器及び暖厨房機器	ファンヒータ、ストーブ、ガス給湯器、 石油給湯器、電気温水器のメーカー出荷額
3011	原動機・ボイラ	ボイラのメーカー出荷額
3013	冷凍機・温湿調整装置	ターボ冷凍機等のメーカー出荷額
3019	その他の一般産業機械	バーナ、燃焼炉のメーカー出荷額
3211	産業用電気機器	電気炉、融雪用機器のメーカー出荷額
3251	民生用電気機器	HP機器のメーカー出荷額
4111	住宅建築	住宅用機器の設置工事費
4112	非住宅建築	非住宅用機器の設置工事費
6111	卸売	設置工事がある場合、流通マージンの 80%
6112	小売	設置工事がない場合、流通マージンの 80%
7122	道路貨物輸送(除自家輸送)	流通マージンの 20%

3.3 ヒートポンプの普及台数の想定

HPの普及台数は、2 章の分析結果に基づき想定した。

波及効果の源泉となる最終需要ベクトルは上記で想定した機器の普及台数及び被代替機器の削減台数に、それぞれの機器の最終需要部門先ごとの単価を乗じたものである。

エネルギー需要構造の変化分については、それぞれの変化量にエネルギー価格を乗じて求めるが、分析には 2015 年産業連関表物量表より求められるエネルギー価格を用いることとした。

3.4　分析結果

それぞれのシナリオにつき、グロスの経済波及効果の算定結果を示す。ここで、グロスとは、HP等電化機器の普及に着目した経済波及効果である。グロスの波及効果の算定は、機器投資総額を産業部門別に分解して最終需要ベクトルを作成し、予め計算されている逆行列表を乗じることで生産誘発額を求めることができる。

(1)　家庭部門

家庭部門の経済波及効果については、中位シナリオでは 2030 年の直接需要およそ 1 兆円に対し、一次波及及び二次波及の生産誘発の合計額が 2 兆円を超える額となった。生産誘発係数[29]は 2.46 である。2040 年、2050 年においても産業間の取引構造は一定、投入係数は 2030 年と同一と想定しているため、他の年度および他のシナリオについても生産誘発係数は同じ値となる。

粗付加価値誘発額は直接需要の 1.21 倍、雇用者所得誘発は 0.63 倍と計算された。雇用誘発については、中位シナリオでは各年度とも 12～13 万人程度と計算された。

表 3-2　家庭部門の経済波及効果

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
直接効果(百万円)		648,247	642,055	625,286	1,008,829	985,764	960,407	1,208,844	1,158,786	1,129,573
一次波及効果	生産誘発(百万円)	1,237,942	1,226,117	1,194,093	1,926,536	1,882,489	1,834,066	2,308,500	2,212,906	2,157,118
	粗付加価値誘発(百万円)	578,093	572,571	557,617	899,653	879,084	856,471	1,078,022	1,033,382	1,007,330
	雇用者所得誘発(百万円)	322,575	319,494	311,150	502,005	490,528	477,910	601,535	576,626	562,089
	雇用誘発(人)	61,573	60,985	59,392	95,822	93,631	91,223	114,820	110,066	107,291
二次波及効果	生産誘発(百万円)	354,993	351,602	342,419	552,455	539,824	525,938	661,987	634,575	618,577
	粗付加価値誘発(百万円)	203,747	201,801	196,531	317,080	309,831	301,861	379,946	364,213	355,031
	雇用者所得誘発(百万円)	84,368	83,562	81,380	131,297	128,296	124,995	157,329	150,814	147,012
	雇用誘発(人)	20,973	20,773	20,230	32,639	31,893	31,073	39,111	37,491	36,546
合計	生産誘発(百万円)	1,592,935	1,577,719	1,536,512	2,478,991	2,422,313	2,360,004	2,970,487	2,847,481	2,775,695
	粗付加価値誘発(百万円)	781,841	774,373	754,148	1,216,733	1,188,914	1,158,332	1,457,968	1,397,594	1,362,361
	雇用者所得誘発(百万円)	406,944	403,057	392,530	633,303	618,823	602,905	758,864	727,440	709,101
	雇用誘発(人)	82,546	81,758	79,622	128,461	125,524	122,296	153,931	147,557	143,837

(2)　業務部門

業務部門の経済波及効果については、中位シナリオでは 2030 年の直接需要 463 億円に対し、一次波及及び二次波及の生産誘発の合計額が 1162 億円、2050 年は 2577 億円となった。生産誘発係数は 2.51 である。

粗付加価値誘発額は直接需要の 1.18 倍、雇用者所得誘発は 0.59 倍と計算された。雇用誘発については、中位シナリオでは 2030 年度に 5 千人程度、2050 年度に 1.2 万人程度と計算された。

[29] 1単位の最終需要が発生した場合に誘発される生産の大きさ。生産誘発を直接効果で除した値。

表 3-3 業務部門の経済波及効果

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
直接効果(百万円)		30,173	52,904	66,720	46,322	85,025	103,573	56,472	108,004	135,781
一次波及効果	生産誘発(百万円)	59,791	104,327	131,191	92,548	168,455	204,605	113,467	214,671	268,953
	粗付加価値誘発(百万円)	26,678	46,771	58,981	40,965	75,177	91,570	49,948	95,503	120,061
	雇用者所得誘発(百万円)	14,043	24,653	31,114	21,511	39,572	48,242	26,185	50,237	63,243
	雇用誘発(人)	2,578	4,538	5,737	3,931	7,266	8,872	4,769	9,208	11,618
二次波及効果	生産誘発(百万円)	15,454	27,130	34,241	23,673	43,549	53,090	28,817	55,285	69,599
	粗付加価値誘発(百万円)	8,870	15,571	19,653	13,587	24,995	30,471	16,539	31,731	39,946
	雇用者所得誘発(百万円)	3,673	6,448	8,138	5,626	10,350	12,617	6,849	13,139	16,541
	雇用誘発(人)	913	1,603	2,023	1,399	2,573	3,137	1,703	3,266	4,112
合計	生産誘発(百万円)	75,245	131,458	165,432	116,221	212,004	257,695	142,284	269,956	338,552
	粗付加価値誘発(百万円)	35,548	62,342	78,633	54,552	100,172	122,040	66,487	127,234	160,007
	雇用者所得誘発(百万円)	17,715	31,101	39,252	27,138	49,922	60,859	33,034	63,376	79,784
	雇用誘発(人)	3,491	6,141	7,760	5,330	9,839	12,009	6,472	12,475	15,730

(3) 産業部門

産業部門の経済波及効果については、中位シナリオでは 2030 年の直接需要 1670 億円に対し、一次波及及び二次波及の生産誘発の合計額が 4366 億円、2050 年は 1.86 兆円となった。生産誘発係数は 2.61 である。

粗付加価値誘発額は直接需要の 1.20 倍、雇用者所得誘発は 0.63 倍と計算された。雇用誘発については、中位シナリオでは 2030 年度に 2.1 万人程度、2050 年度に 9.0 万人程度と計算された。

なお、クリーンエネルギー戦略の中間整理においては、2030 年の脱炭素関連設備の投資見込みとして、産業用ヒートポンプとコジェネレーション設備等の導入で 0.5 兆円を見込んでいる。これに対して、コジェネレーション設備投資を含まない本分析の中位シナリオでは 2030 年の直接投資 0.17 兆円、2040 年の直接投資 0.8 兆円となった。これは、将来の普及拡大をロジスティック曲線で推計したことに伴い、2030 年のヒートポンプ普及速度を保守的に想定していることも影響している。なお、一次波及及び二次波及の生産誘発の合計額は 2030 年が 0.44 兆円、2040 年が 2.1 兆円と想定している。

表 3-4 産業部門の経済波及効果

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
直接効果(百万円)		143,335	592,023	529,033	167,064	822,936	711,940	180,344	1,036,307	983,751
一次波及効果	生産誘発(百万円)	296,606	1,222,240	1,092,330	345,046	1,693,040	1,465,249	373,198	2,128,135	2,029,461
	粗付加価値誘発(百万円)	127,155	525,107	469,248	148,219	730,012	631,554	159,979	919,426	873,120
	雇用者所得誘発(百万円)	71,078	292,501	261,589	83,227	409,406	354,208	89,305	518,131	489,326
	雇用誘発(人)	13,327	54,773	49,005	15,658	77,072	66,674	16,731	97,841	91,437
二次波及効果	生産誘発(百万円)	78,221	321,897	287,878	91,591	450,550	389,805	98,280	570,201	538,502
	粗付加価値誘発(百万円)	44,895	184,752	165,227	52,568	258,592	223,728	56,408	327,265	309,072
	雇用者所得誘発(百万円)	18,590	76,503	68,418	21,768	107,079	92,642	23,357	135,515	127,981
	雇用誘発(人)	4,621	19,018	17,008	5,411	26,619	23,030	5,806	33,688	31,815
合計	生産誘発(百万円)	374,827	1,544,136	1,380,208	436,637	2,143,590	1,855,055	471,478	2,698,336	2,567,962
	粗付加価値誘発(百万円)	172,049	709,858	634,475	200,788	988,604	855,282	216,387	1,246,692	1,182,192
	雇用者所得誘発(百万円)	89,668	369,004	330,007	104,995	516,485	446,850	112,663	653,646	617,308
	雇用誘発(人)	17,948	73,791	66,013	21,069	103,691	89,704	22,537	131,529	123,252

(4) その他(農業用HP、融雪用HP)

農業用HP導入による直接効果は、中位シナリオで 2030 年に 122 億円、 2050 年に 150 億円であり、生産誘発額は 2030 年で 305 億円、2050 年で 373 億円であった。

融雪用HP導入による直接効果は、中位シナリオで 2030 年に 53 億円、 2050 年に 72 億円であ

り、生産誘発額は 2030 年で 139 億円、2050 年で 189 億円であった。

表 3-5 農業用HP導入による経済波及効果

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
直接効果(百万円)		7,811	9,785	10,103	12,228	14,701	14,963	16,786	19,600	19,808
一次波及効果	生産誘発(百万円)	15,299	19,165	19,787	23,950	28,795	29,307	32,877	38,389	38,797
	粗付加価値誘発(百万円)	7,059	8,843	9,130	11,051	13,286	13,523	15,170	17,713	17,901
	雇用者所得誘発(百万円)	3,828	4,795	4,950	5,992	7,204	7,332	8,225	9,604	9,706
	雇用誘発(人)	710	889	918	1,111	1,336	1,360	1,525	1,781	1,800
二次波及効果	生産誘発(百万円)	4,212	5,277	5,448	6,594	7,928	8,069	9,052	10,569	10,682
	粗付加価値誘発(百万円)	2,418	3,028	3,127	3,785	4,550	4,631	5,195	6,066	6,131
	雇用者所得誘発(百万円)	1,001	1,254	1,295	1,567	1,884	1,918	2,151	2,512	2,539
	雇用誘発(人)	249	312	322	390	468	477	535	624	631
合計	生産誘発(百万円)	19,512	24,442	25,235	30,544	36,722	37,376	41,929	48,959	49,479
	粗付加価値誘発(百万円)	9,477	11,871	12,257	14,835	17,836	18,154	20,365	23,779	24,032
	雇用者所得誘発(百万円)	4,829	6,049	6,245	7,559	9,088	9,250	10,377	12,116	12,245
	雇用誘発(人)	959	1,201	1,240	1,501	1,804	1,836	2,060	2,405	2,431

表 3-6 融雪用HP導入による経済波及効果

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
直接効果(百万円)		5,157	20,420	6,781	5,273	27,764	7,176	4,174	35,301	7,914
一次波及効果	生産誘発(百万円)	10,353	40,995	13,612	10,586	55,738	14,406	8,379	70,869	15,887
	粗付加価値誘発(百万円)	4,628	18,327	6,086	4,733	24,918	6,441	3,746	31,683	7,103
	雇用者所得誘発(百万円)	2,927	11,592	3,849	2,994	15,761	4,074	2,369	20,040	4,492
	雇用誘発(人)	578	2,288	760	591	3,111	804	468	3,955	887
二次波及効果	生産誘発(百万円)	3,222	12,757	4,236	3,294	17,345	4,483	2,607	22,054	4,944
	粗付加価値誘発(百万円)	1,849	7,322	2,431	1,891	9,955	2,573	1,496	12,658	2,838
	雇用者所得誘発(百万円)	766	3,032	1,007	783	4,122	1,065	620	5,241	1,175
	雇用誘発(人)	190	754	250	195	1,025	265	154	1,303	292
合計	生産誘発(百万円)	13,574	53,752	17,849	13,881	73,083	18,889	10,986	92,922	20,831
	粗付加価値誘発(百万円)	6,477	25,649	8,517	6,624	34,874	9,014	5,242	44,341	9,940
	雇用者所得誘発(百万円)	3,693	14,624	4,856	3,776	19,883	5,139	2,989	25,281	5,667
	雇用誘発(人)	768	3,042	1,010	785	4,135	1,069	622	5,258	1,179

(5) まとめ

各シナリオについて、各部門を合算した経済波及効果の算定結果を表 3-7 に示す。

中位シナリオの場合、生産誘発効果は 2030 年で 3 兆 762 億円、2050 年で 4 兆 5,290 億円の結果であった。

これによる GDP の押し上げ効果は、2030 年で 1 兆 4,935 億円、2050 年で 2 兆 1,628 億円となり、雇用者所得誘発としては、2030 年で 7,768 億円、2050 年で 1 兆 1,250 億円の効果であった。また、雇用創出としては、2030 年で 15.7 万人、2050 年で 22.7 万人の効果であった。

表 3-7 経済波及効果の算定結果まとめ

		導入シナリオ								
		低位			中位			高位		
		2030	2040	2050	2030	2040	2050	2030	2040	2050
家庭部門	直接効果(百万円)	648,247	642,055	625,286	1,008,829	985,764	960,407	1,208,844	1,158,786	1,129,573
	生産誘発(百万円)	1,592,935	1,577,719	1,536,512	2,478,991	2,422,313	2,360,004	2,970,487	2,847,481	2,775,695
	粗付加価値誘発(百万円)	781,841	774,373	754,148	1,216,733	1,188,914	1,158,332	1,457,968	1,397,594	1,362,361
	雇用者所得誘発(百万円)	406,944	403,057	392,530	633,303	618,823	602,905	758,864	727,440	709,101
	雇用誘発(人)	82,546	81,758	79,622	128,461	125,524	122,296	153,931	147,557	143,837
業務部門	直接効果(百万円)	30,173	52,904	66,720	46,322	85,025	103,573	56,472	108,004	135,781
	生産誘発(百万円)	75,245	131,458	165,432	116,221	212,004	257,695	142,284	269,956	338,552
	粗付加価値誘発(百万円)	35,548	62,342	78,633	54,552	100,172	122,040	66,487	127,234	160,007
	雇用者所得誘発(百万円)	17,715	31,101	39,252	27,138	49,922	60,859	33,034	63,376	79,784
	雇用誘発(人)	3,491	6,141	7,760	5,330	9,839	12,009	6,472	12,475	15,730
産業部門	直接効果(百万円)	143,335	592,023	529,033	167,064	822,936	711,940	180,344	1,036,307	983,751
	生産誘発(百万円)	374,827	1,544,136	1,380,208	436,637	2,143,590	1,855,055	471,478	2,698,336	2,567,962
	粗付加価値誘発(百万円)	172,049	709,858	634,475	200,788	988,604	855,282	216,387	1,246,692	1,182,192
	雇用者所得誘発(百万円)	89,668	369,004	330,007	104,995	516,485	446,850	112,663	653,646	617,308
	雇用誘発(人)	17,948	73,791	66,013	21,069	103,691	89,704	22,537	131,529	123,252
農業用	直接効果(百万円)	7,811	9,785	10,103	12,228	14,701	14,963	16,786	19,600	19,808
	生産誘発(百万円)	19,512	24,442	25,235	30,544	36,722	37,376	41,929	48,959	49,479
	粗付加価値誘発(百万円)	9,477	11,871	12,257	14,835	17,836	18,154	20,365	23,779	24,032
	雇用者所得誘発(百万円)	4,829	6,049	6,245	7,559	9,088	9,250	10,377	12,116	12,245
	雇用誘発(人)	959	1,201	1,240	1,501	1,804	1,836	2,060	2,405	2,431
融雪用	直接効果(百万円)	5,157	20,420	6,781	5,273	27,764	7,176	4,174	35,301	7,914
	生産誘発(百万円)	13,574	53,752	17,849	13,881	73,083	18,889	10,986	92,922	20,831
	粗付加価値誘発(百万円)	6,477	25,649	8,517	6,624	34,874	9,014	5,242	44,341	9,940
	雇用者所得誘発(百万円)	3,693	14,624	4,856	3,776	19,883	5,139	2,989	25,281	5,667
	雇用誘発(人)	768	3,042	1,010	785	4,135	1,069	622	5,258	1,179
合計	直接効果(百万円)	834,723	1,317,188	1,237,922	1,239,716	1,936,190	1,798,059	1,466,619	2,357,999	2,276,827
	生産誘発(百万円)	2,076,092	3,331,507	3,125,235	3,076,274	4,887,712	4,529,018	3,637,165	5,957,653	5,752,518
	粗付加価値誘発(百万円)	1,005,392	1,584,094	1,488,030	1,493,532	2,330,400	2,162,822	1,766,450	2,839,640	2,738,531
	雇用者所得誘発(百万円)	522,849	823,834	772,890	776,770	1,214,201	1,125,004	917,927	1,481,859	1,424,105
	雇用誘発(人)	105,712	165,932	155,645	157,146	244,994	226,914	185,622	299,224	286,428

4. ヒートポンプによる空気熱利用量

4.1 ヒートポンプによる空気熱利用量の考え方

欧州では、ヒートポンプによる周辺環境熱（Ambient Heat:河川水熱、地中熱、空気熱）利用を再生可能エネルギー熱利用と定義しており、再生可能エネルギー熱利用量の算出方法について欧州における再生可能エネルギー利用促進指令で規定している。暖房・給湯については 2009 年に制定（2009/28/EC）されていたが、冷房についても制定（C(2021) 9392、2018/2001/EC）され、2022 年6月に発効となった。

これを踏まえて、本章では、欧州指令を踏まえて我が国におけるヒートポンプによる空気熱利用量の推計を行った。以下では、空気熱利用量の考え方について示す。

暖房・給湯時の空気熱利用量の概要を図 4-1 に示す。空気熱利用量（E_{RES}）は、供給熱量（Q_{usable}）からヒートポンプに投入される電力量（E_{INPUT}）を引くことで算出される。ここで、ヒートポンプに投入される電力量は、ヒートポンプのエネルギー消費効率（SPF）で除すことで供給熱量が算出できる（$E_{INPUT} = Q_{usable}/\mathrm{SPF}$）ため、空気熱利用量は供給熱量とヒートポンプ効率で表すことができる（$E_{RES} = Q_{usable} \times (1 - 1/\mathrm{SPF})$）。

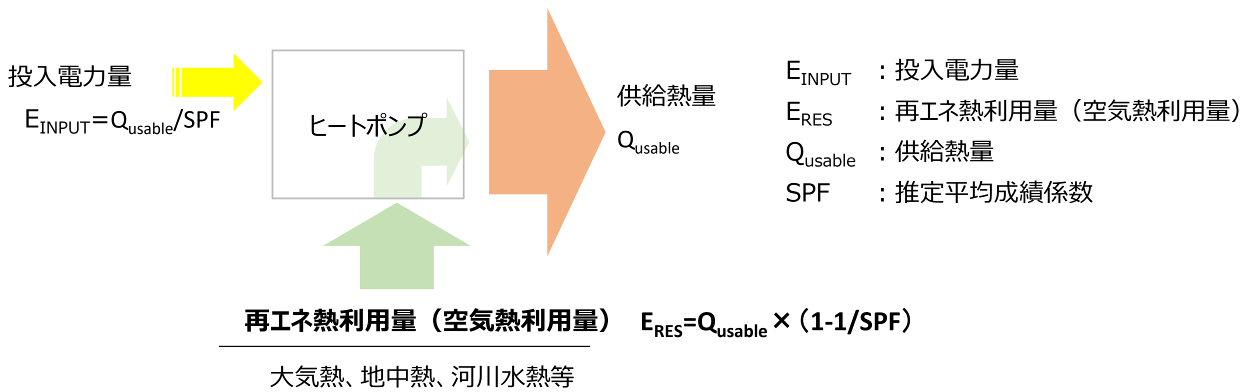
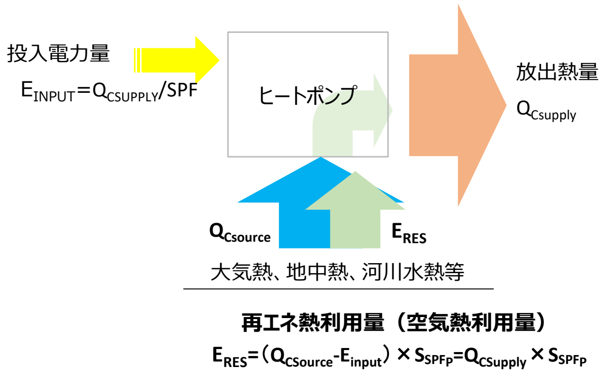


図 4-1 暖房・給湯時の再エネ熱利用量の概要

冷房時の空気熱利用量の概要を図 4-2 に示す。冷房時の空気熱利用量（E_{RES}）については、ヒートポンプから供給される冷房熱量（$Q_{CSupply}$）に冷房の供給量のうち、再エネとしてカウントされる割合（S_{SPFp}）を乗じることで算出される。この係数（S_{SPFp}）は、ヒートポンプの一次エネルギー消費効率（SPF_p）、エコデザインの最小要件の効率（$\mathrm{SPF}_{p\_\mathrm{LOW}}$）、及びフリークーリング相当効率（$\mathrm{SPF}_{p\_\mathrm{HIGH}}$）によって定義され、効率が高いほど再エネとしてカウントされる割合が上昇する。

本章での算定では、最小要件効率でも 100%の再エネ量をカウントする年間熱負荷方式（$S_{SPFp} = 100\%$）で算定し、参考として欧州指令方式を採用[30]した$S_{SPFp} = 7\%$での結果も併せて記載する。

[30] 国内のHP機器の機器別効率データ等より欧州一次エネ換算係数で換算した冷房平均効率より$\mathrm{SPF}_p = 1.73$（二次エネ効率3.64）、EU指令より$\mathrm{SPF}_{p_{\mathrm{LOW}}} = 1.4$（二次エネ効率2.9）、$\mathrm{SPF}_{p_{\mathrm{HIGH}}} = 6.0$（二次エネ効率12.6）



$E_{RES}=(Q_{CSource}-E_{input})\times S_{SPFp}=Q_{CSupply}\times S_{SPFp}$

E_{RES} ：冷房用再エネ熱利用量（空気熱利用量）

$Q_{CSource}$：周囲の空気、水または地面に放出される熱量

$Q_{CSupply}$：供給熱量（冷却）

S_{SPFp} ：冷房の供給量のうち、再エネとしてカウントされる割合

SPF ：推定平均成績係数

冷却システムの最小効率要件は、一次季節性能係数で表され、少なくとも1.4（SPF_{P_LOW}）でなければならない。
S_{SPFp}を100%とするためには、冷房装置の最低必要効率は少なくとも6（SPF_{P_HIGH}）でなければならない。
その他のすべての冷房装置については、以下の計算を適用すること。

$$S_{SPFp}=(SPF_P-SPF_{P\_LOW})/(SPF_{P\_HIGH}-SPF_{P\_LOW})$$

SPF_P:冷却システムの効率で、一次季節性能係数
SPF_{P_LOW}:標準的な冷却システムの効率に基づいた、一次エネルギーで表される最小の季節性能係数（エコデザインの最小要件）。
SPF_{P_HIGH}:一次エネルギーで表される季節性能係数の上限値であり、地域冷房で使用されるフリークーリングのベスト・プラクティスに基づいている。

図 4-2 冷房時の再エネ熱利用量の概要

4.2 ヒートポンプによる空気熱利用量の分析結果

以下では、2 章の分析結果に基づきヒートポンプによる空気熱利用量の分析を行った。

分析対象としたヒートポンプを表 4-1 に示す。給湯需要、暖房需要、冷房需要に対応するヒートポンプを対象とした。

表 4-1 ヒートポンプによる空気熱利用量の分析対象機器

分野		HP 機器・電化機器
家庭部門	給湯	家庭用 HP 給湯機
	空調(冷暖房)	家庭用エアコン
業務部門	給湯	業務用 HP 給湯機
	空調（冷暖房）	チリングユニット ターボ冷凍機 パッケージエアコン
産業部門	空調（冷暖房）	チリングユニット ターボ冷凍機 パッケージエアコン

各シナリオについて、各需要を合算した分析結果を表 4-2 に示す。

中位シナリオの場合、空気熱利用量は2030 年で1,677PJ、2050 年で1,951PJ の結果であった。また、2050 年の内訳は、家庭部門は 1,043PJ、業務部門は 801PJ、産業部門は 106PJ であった。民生部門（家庭・業務部門）合計の分析結果 1,844PJ に対して、民生部門のエネルギー消費は 2020

年度の足元(エネルギー需給実績[31])で 3,880PJ であり、足元比約 5 割の結果であった。なお、産業部門のエネルギー消費は足元(エネルギー需給実績)で5,511PJ であり、足元比約 2%の結果であった。

ほぼ 100%を海外依存する化石燃料を直接燃焼させる燃焼式熱源機器に比べて、国産の非化石電力が活用できる電気式ヒートポンプの普及は、日本のエネルギー自給率向上に間接的に貢献する。現状のエネルギー自給率指標では前述効果が反映されないが、仮に「国産再エネ熱である空気熱」をエネルギー自給率に加味して評価すると、2020 年では 11.2%(エネルギー需給実績、IEA ベースの自給率を引用)から 18.2%と 7.0pt の上昇となる。さらに、一次エネルギー供給量を 2020 横置きと仮定して中位シナリオにおける 2030 と 2050 の導入空気熱量による自給率向上効果を試算すると、それぞれ 2030 年では 8.0pt、2050 年では 9.1pt のエネルギー自給率向上効果があり、エネルギーの海外依存度低減に貢献している。

表 4-2 ヒートポンプによる空気熱利用量の分析結果まとめ

ヒートポンプによる空気熱利用量		導入シナリオ															
		現状固定				低位				中位				高位			
		2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
家庭部門	給湯(PJ)	77	80	77	72	77	179	280	315	77	221	385	441	77	243	439	506
	暖房(PJ)	303	299	282	262	303	345	351	338	303	364	384	378	303	383	419	419
	冷房(PJ)	253	251	239	224	253	251	239	224	253	251	239	224	253	251	239	224
	合計(PJ)	633	630	598	557	633	774	869	876	633	835	1,008	1,043	633	877	1,097	1,148
	(参考)冷房(PJ)	18	18	17	16	18	18	17	16	18	18	17	16	18	18	17	16
	(参考)合計(PJ)	398	397	376	349	398	541	647	668	398	602	786	835	398	644	875	940
業務部門	給湯(PJ)	5	5	5	5	5	11	49	67	5	12	67	95	5	13	75	114
	暖房(PJ)	443	435	414	405	443	443	431	432	443	449	441	444	443	455	451	455
	冷房(PJ)	281	272	259	253	281	275	263	258	281	278	267	263	281	280	271	267
	合計(PJ)	729	713	678	664	729	730	743	757	729	739	776	802	729	748	797	836
	(参考)冷房(PJ)	20	19	18	18	20	19	18	18	20	19	19	18	20	20	19	19
	(参考)合計(PJ)	467	460	438	428	468	474	498	517	467	481	527	557	468	487	545	588
産業部門	暖房(PJ)	60	61	61	61	60	63	64	66	60	63	65	67	60	64	66	68
	冷房(PJ)	38	38	38	38	38	39	39	39	38	39	39	39	38	39	40	40
	合計(PJ)	98	99	99	99	98	101	103	105	98	102	105	106	98	103	106	108
	(参考)冷房(PJ)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	(参考)合計(PJ)	63	64	64	64	63	65	67	68	63	66	68	70	63	67	69	71
合計	給湯(PJ)	82	85	82	77	82	190	328	382	82	233	452	537	82	256	515	620
	暖房(PJ)	806	796	758	728	806	851	846	835	806	876	891	889	807	902	936	942
	冷房(PJ)	572	561	536	515	572	565	540	520	572	568	545	526	572	570	549	531
	合計(PJ)	1,460	1,442	1,376	1,320	1,460	1,605	1,715	1,738	1,460	1,677	1,888	1,951	1,460	1,728	2,000	2,093
	(参考)冷房(PJ)	40	39	37	36	40	40	38	36	40	40	38	37	40	40	38	37
	(参考)合計(PJ)	928	921	878	841	928	1,080	1,212	1,254	928	1,149	1,381	1,462	929	1,198	1,489	1,599
	空気熱利用量を加味したエネルギー自給率(%)	18.5%	–	–	–	18.5%	–	–	–	18.5%	–	–	–	18.5%	–	–	–
	2020からの上昇(pt)	+7.3pt	+7.2pt	+6.9pt	+6.7pt	+7.3pt	+8.0pt	+8.5pt	+8.6pt	+7.3pt	+8.3pt	+9.2pt	+9.5pt	+7.3pt	+8.5pt	+9.7pt	+10.1pt

注釈)(参考)冷房(PJ)は$S_{SPFp} = 7\%$で計算したもので欧州指令算定方式(冷房時)による空気熱利用量を示す。(参考)合計(PJ)は、(参考)冷房の数値を使用した場合の合計値を示す。
エネルギー自給率は、足元 2020 年実績(エネルギー需給実績、IEA ベースの需給率を引用)の 11.2%を基に、ヒートポンプによる空気熱利用量を国内供給に追加した場合の値および上昇量を示す。

[31] 経済産業省資源エネルギー庁、令和 2 年度(2020 年度)エネルギー需給実績、https://www.meti.go.jp/press/2022/04/20220415003/20220415003.html、2022 年 7 月 5 日取得

5. まとめ

5.1 ヒートポンプの普及拡大効果に係る分析結果

本調査で得られた、各分野におけるヒートポンプの普及拡大による効果を以下に集約して示す。特段の対策が講じられない状況を想定したシナリオとして、足元である 2020年度のヒートポンプ機器のストックシェア及びフロー効率が将来にわたって一定と仮定した現状固定シナリオを設定し、現状固定シナリオに対してヒートポンプが普及拡大した各シナリオ（高位シナリオ、中位シナリオ、低位シナリオ）における省エネルギー効果、CO2 排出量の削減効果、電力消費量の増減を整理した。

なお、各シナリオにおける省エネルギー効果、CO2 排出量の削減効果、電力消費量の増減は、表 5-1 に示す分析対象機器の普及見通しを推計した分野別の結果を合算することで算定した。

表 5-1 各シナリオの分析対象機器

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="2">分野</th><th rowspan="2">HP 機器・電化機器</th><th colspan="3">シナリオごとに想定した HP 機器・電化機器</th></tr>
<tr><th>低位</th><th>中位</th><th>高位</th></tr>
<tr><td rowspan="3">家庭部門</td><td rowspan="2">給湯</td><td>家庭用 HP 給湯機</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>次世代電気温水器</td><td>—</td><td>—</td><td>○</td></tr>
<tr><td>空調
（冷暖房）</td><td>家庭用エアコン</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="3">業務部門</td><td rowspan="2">給湯</td><td>業務用 HP 給湯機</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>次世代電気温水器</td><td>—</td><td>—</td><td>○</td></tr>
<tr><td>空調
（冷暖房）</td><td>チリングユニット・ターボ冷凍機・
パッケージエアコン</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="4">産業部門</td><td>空調
（冷暖房）</td><td>チリングユニット・ターボ冷凍機・
パッケージエアコン</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td rowspan="2">加温
空調（暖房）</td><td>産業用 HP</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>水素ボイラ</td><td>—</td><td>—</td><td>○</td></tr>
<tr><td>加熱</td><td>電気炉・水素バーナ</td><td>—</td><td>—</td><td>○</td></tr>
<tr><td>農業用</td><td>ハウス加温</td><td>農業用 HP</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
<tr><td>その他</td><td>融雪</td><td>融雪用 HP</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td></tr>
</table>

5.1.1 一次エネルギー消費量の削減効果

2020 年度基準の現状固定シナリオからの省エネルギー効果(一次エネルギー消費量の削減効果)を図 5-1 に、高位シナリオ及び中位シナリオにおける分野別内訳を図 5-2 に、シナリオ別の各分野における値を表 5-2～表 5-4 に示す。高位シナリオの省エネ量は、2030 年度断面では 340 万 kL/年、2050 年度断面では 3,419 万 kL/年と推計される。中位シナリオの省エネ量は、2030 年度断面では 584 万 kL/年、2050 年度断面では 2,809 万 kL/年と推計される。

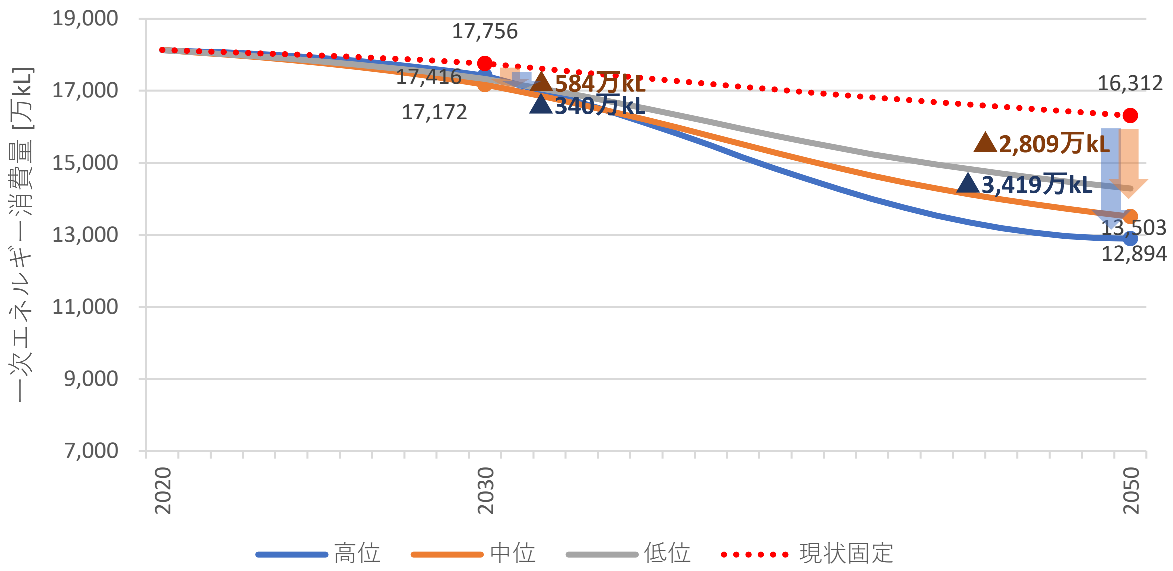


図 5-1 一次エネルギー消費量の削減効果

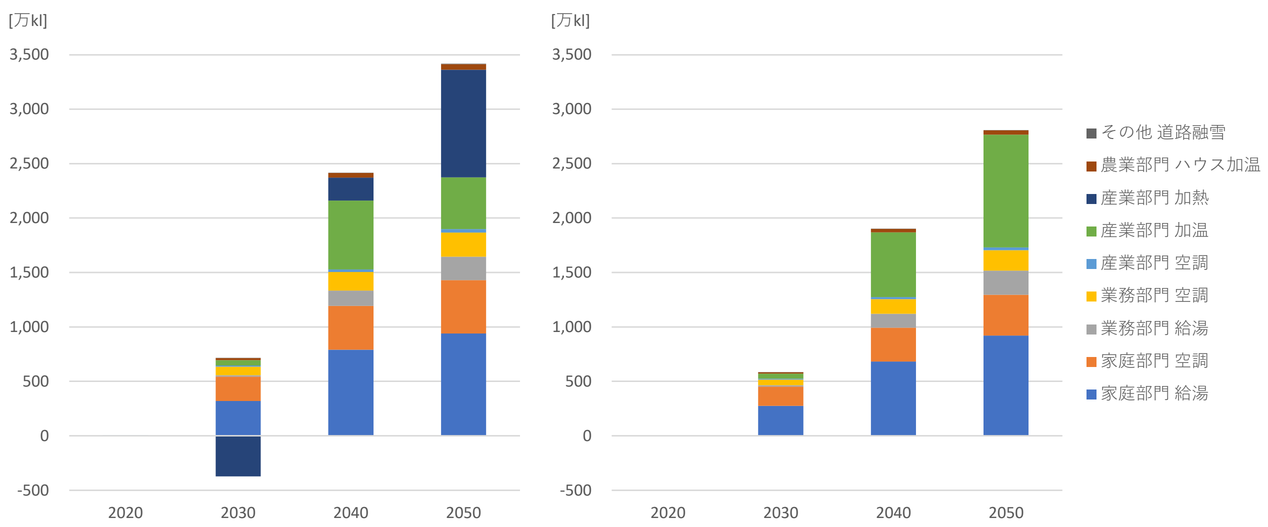


図 5-2 一次エネルギー消費量の削減効果:(左:高位シナリオ、右:中位シナリオ)

表 5-2 一次エネルギー消費量の削減効果:高位シナリオ

分野		省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	319	791	940
	空調	224	403	489
業務部門	給湯	14	140	215
	空調	77	170	222
産業部門	空調	11	24	32
	加温	51	633	475
	加熱	-374	210	988
農業用	ハウス加温	17	43	53
その他	融雪	0	3	4
合計		340	2,416	3,419

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-3 一次エネルギー消費量の削減効果:中位シナリオ

分野		省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	276	681	920
	空調	176	312	375
業務部門	給湯	14	128	222
	空調	51	133	187
産業部門	空調	8	19	27
	加温	46	595	1,034
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	14	32	40
その他	融雪	0	3	3
合計		584	1,904	2,809

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-4 一次エネルギー消費量の削減効果:低位シナリオ

分野		省エネ効果(万 kL/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	194	453	610
	空調	129	223	262
業務部門	給湯	11	91	155
	空調	36	97	149
産業部門	空調	6	15	22
	加温	42	485	797
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	10	21	27
その他	融雪	0	2	3
合計		428	1,386	2,024

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5.1.2 CO2 排出量の削減効果

2020 年度基準の現状固定シナリオからの CO2 削減効果を図 5-3 に、高位シナリオ及び中位シナリオにおける分野別内訳を図 5-4 に、シナリオ別の各分野における値を表 5-5～表 5-7 に示す。高位シナリオの CO2 削減量は、2030 年度断面では 2,820 万 t-CO2/年、2050 年度断面では 17,739 万 t-CO2/年と推計される。中位シナリオの CO2 削減量は、2030 年度断面では 1,670万 t-CO2/年、2050 年度断面では 7,865 万 t-CO2/年と推計される。

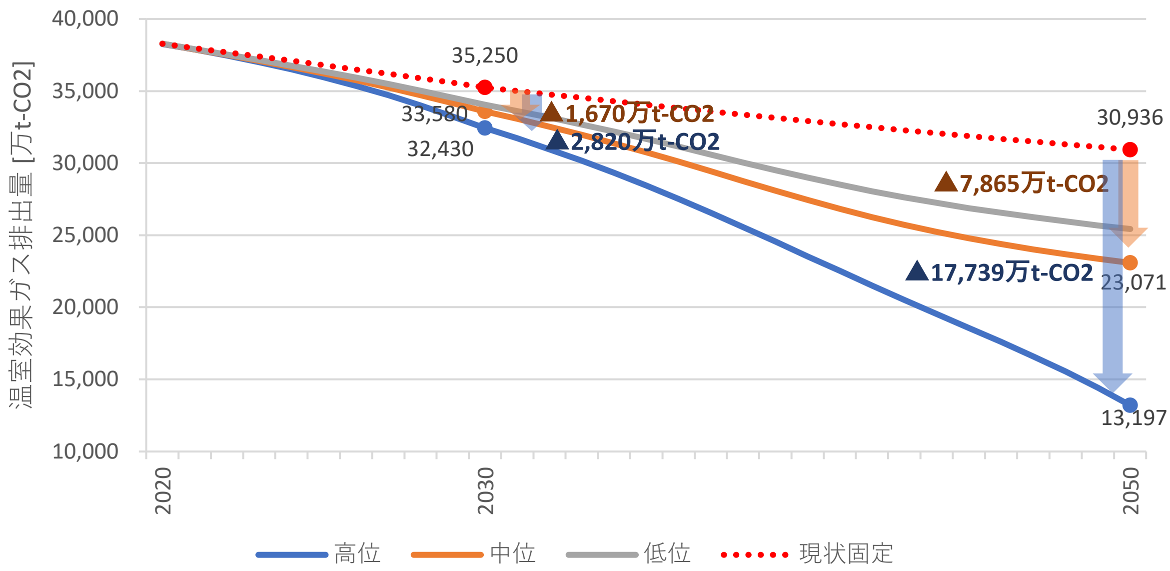


図 5-3 CO2 排出量の削減効果

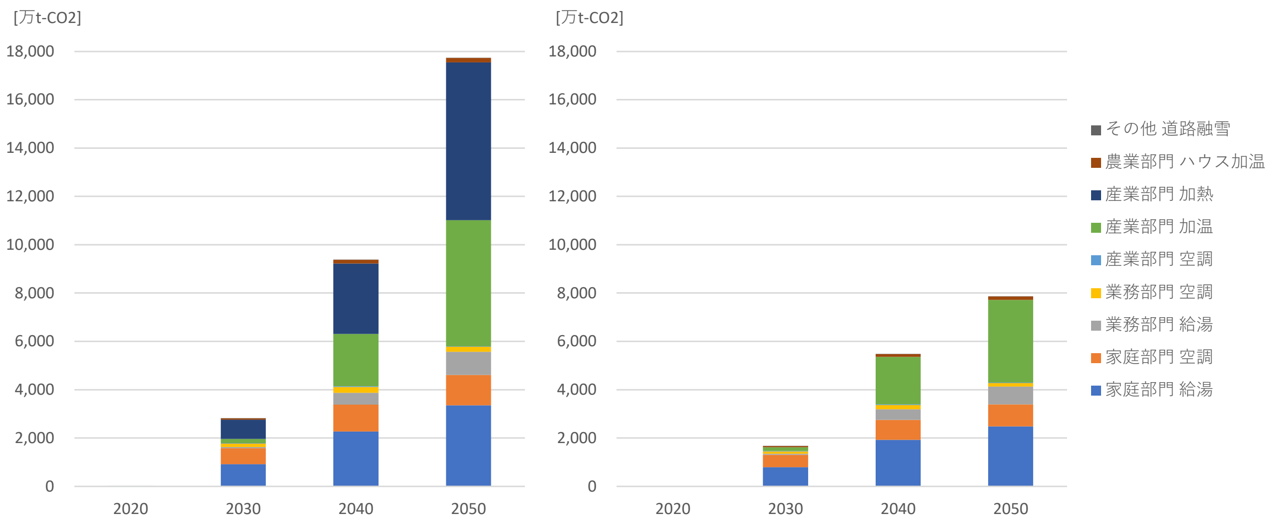


図 5-4 CO2 排出量の削減効果:(左:高位シナリオ、右:中位シナリオ)

表 5-5 CO2 排出量の削減効果：高位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	921	2,273	3,350
	空調	657	1,109	1,263
業務部門	給湯	48	488	957
	空調	145	237	206
産業部門	空調	20	33	28
	加温	168	2,166	5,213
	加熱	796	2,918	6,529
農業用	ハウス加温	64	155	187
その他	融雪	0	6	8
合計		2,820	9,385	17,739

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-6 CO2 排出量の削減効果：中位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	796	1,921	2,480
	空調	507	830	913
業務部門	給湯	46	437	733
	空調	101	177	144
産業部門	空調	15	26	21
	加温	154	1,964	3,425
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	51	115	141
その他	融雪	1	6	7
合計		1,670	5,476	7,865

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-7 CO2 排出量の削減効果：低位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	555	1,259	1,611
	空調	364	557	567
業務部門	給湯	38	309	510
	空調	65	112	79
産業部門	空調	11	19	14
	加温	140	1,584	2,625
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	36	77	95
その他	融雪	1	5	5
合計		1,209	3,921	5,507

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

なお、2020 年度排出量を基準とした際の CO2 削減効果を図 5-5 に、高位シナリオ及び中位シナリオにおける分野内訳を図 5-6 に、シナリオ別の各分野における値を表 5-8～表 5-10 に示す。高位シナリオの CO2 削減量は、2030 年度断面では 5,846 万 t-CO2/年、2050 年度断面では 25,079 万 t-CO2/年と推計される。中位シナリオの CO2 削減量は、2030 年度断面では 4,696 万 t-CO2/年、2050 年度断面では 15,205 万 t-CO2/年と推計される。

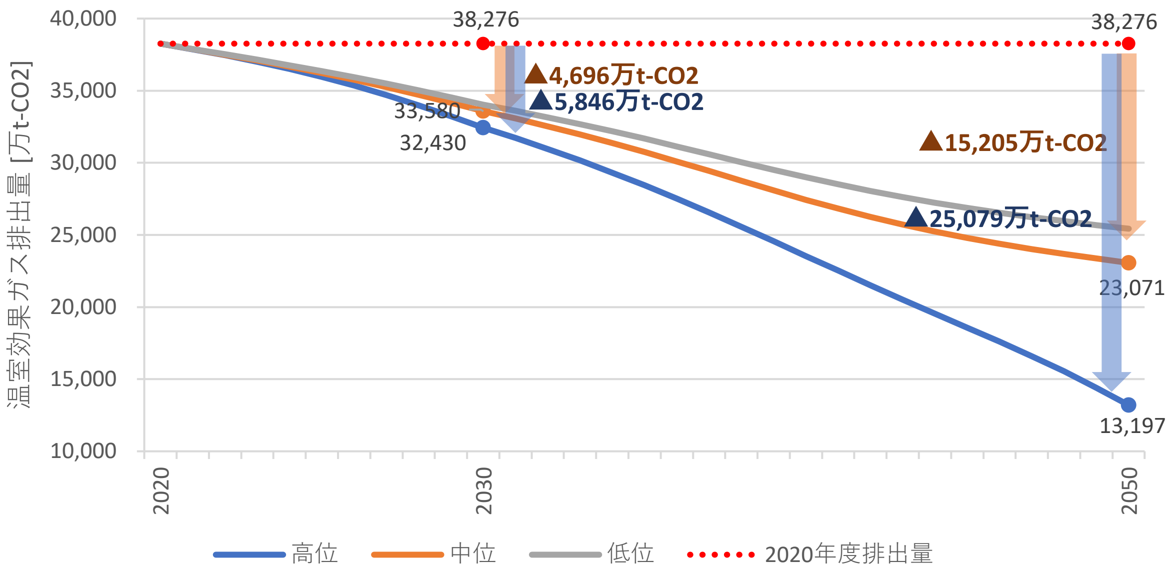


図 5-5 CO2 排出量の削減効果（2020 年度排出量基準）

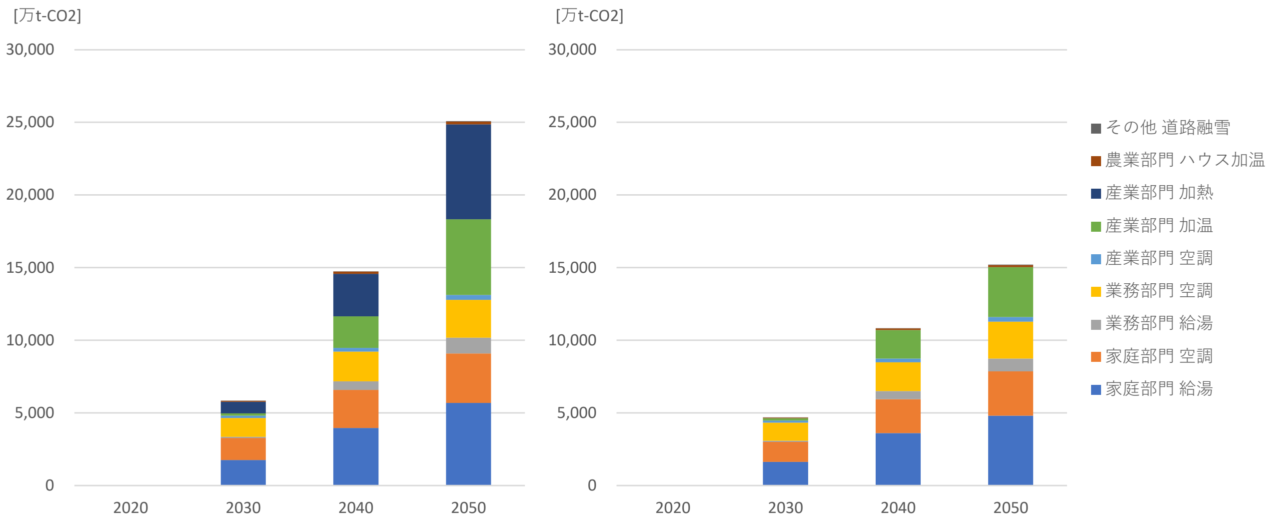


図 5-6 CO2 排出量の削減効果（2020 年度排出量基準）：（左：高位シナリオ、右：中位シナリオ）

表 5-8 CO2 排出量の削減効果(2020 年度排出量基準):高位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	1,748	3,954	5,678
	空調	1,522	2,624	3,406
業務部門	給湯	82	597	1,090
	空調	1,288	2,046	2,604
産業部門	空調	163	258	334
	加温	169	2,169	5,216
	加熱	796	2,918	6,529
農業用	ハウス加温	67	159	193
その他	融雪	10	21	30
合計		5,846	14,747	25,079

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-9 CO2 排出量の削減効果(2020 年度排出量基準):中位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	1,622	3,603	4,809
	空調	1,372	2,345	3,055
業務部門	給湯	80	546	866
	空調	1,244	1,986	2,542
産業部門	空調	158	252	328
	加温	155	1,966	3,429
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	53	120	147
その他	融雪	10	21	28
合計		4,696	10,838	15,205

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-10 CO2 排出量の削減効果(2020 年度排出量基準):低位シナリオ

分野		CO2 削減効果(万 t-CO2/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	1,382	2,940	3,940
	空調	1,229	2,072	2,710
業務部門	給湯	72	417	643
	空調	1,206	1,918	2,474
産業部門	空調	154	244	321
	加温	141	1,587	2,629
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	38	81	101
その他	融雪	10	20	27
合計		4,232	9,281	12,844

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5.1.3　最終エネルギー消費量の削減効果

5.1.1 で示した一次エネルギー消費量の分析結果は、表 1-2 に示した電力の一次エネルギー換算係数の減少効果が含まれたものである。そこで、需要側におけるエネルギー削減効果を見るため、電力の一次エネルギー換算係数の影響を除いた、最終エネルギー消費量における分析結果を以下で示す。2020 年度基準の現状固定シナリオからの最終エネルギー消費量の削減効果を図 5-7 に、高位シナリオ及び中位シナリオにおける分野別内訳を図 5-8 に、シナリオ別の各分野における値を表 5-11～表 5-13 に示す。高位シナリオの最終エネルギー消費削減量は、2030 年度断面では 1,177 万 kL/年、2050 年度断面では 4,178 万 kL/年と推計される。中位シナリオの最終エネルギー消費削減量は、2030 年度断面では 793 万 kL/年、2050 年度断面では 3,145 万 kL/年と推計される。

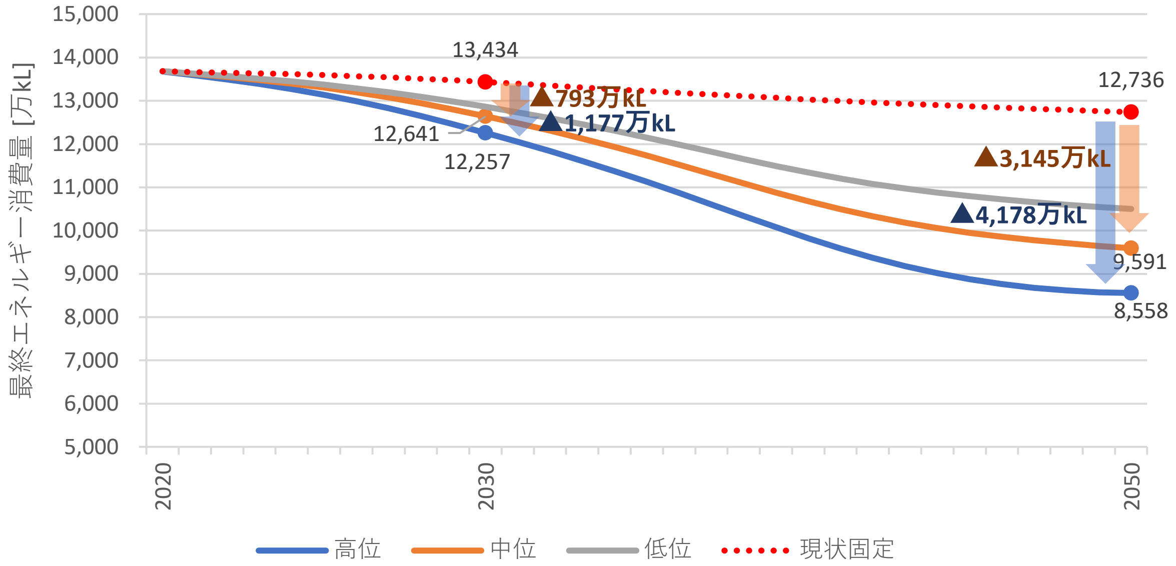


図 5-7　最終エネルギー消費量の削減効果

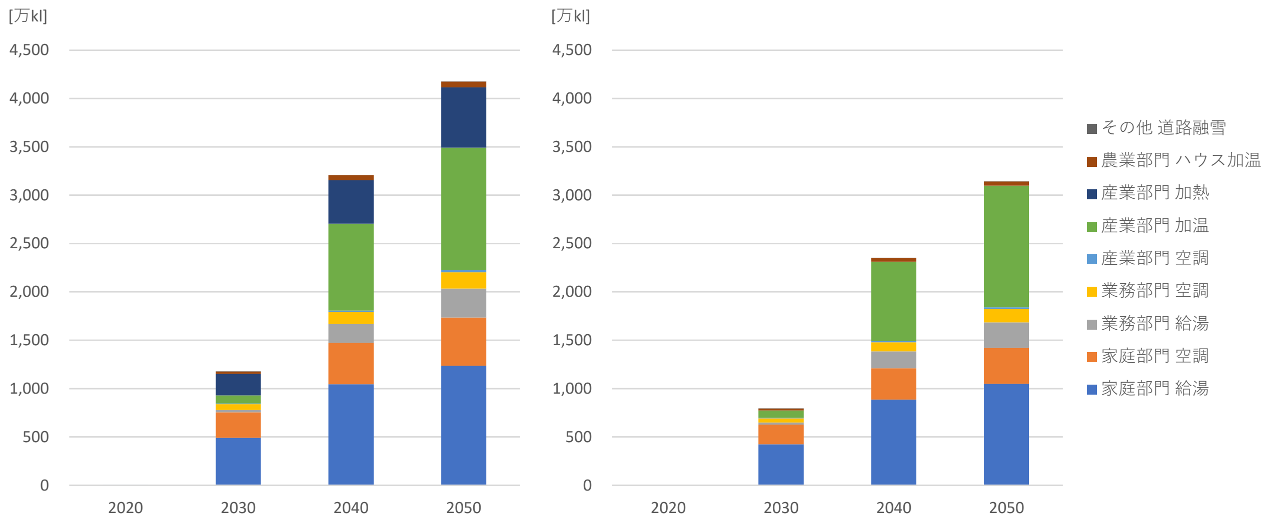


図 5-8　最終エネルギー消費量の削減効果（左：高位シナリオ、右：中位シナリオ）

表 5-11 最終エネルギー消費量の削減効果：高位シナリオ

分野		最終エネルギー消費量削減効果（万 kL/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	491	1,044	1,237
	空調	264	430	499
業務部門	給湯	22	194	300
	空調	61	122	168
産業部門	空調	8	17	24
	加温	83	900	1,264
	加熱	223	447	624
農業用	ハウス加温	24	53	60
その他	融雪	0	2	3
合計		1,177	3,208	4,178

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-12 最終エネルギー消費量の削減効果：中位シナリオ

分野		最終エネルギー消費量削減効果（万 kL/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	425	886	1,049
	空調	203	324	373
業務部門	給湯	21	174	263
	空調	43	93	136
産業部門	空調	6	14	20
	加温	76	821	1,257
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	19	39	45
その他	融雪	0	2	2
合計		793	2,353	3,145

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-13 最終エネルギー消費量の削減効果：低位シナリオ

分野		最終エネルギー消費量削減効果（万 kL/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	297	583	689
	空調	144	220	249
業務部門	給湯	18	123	184
	空調	27	62	102
産業部門	空調	5	10	16
	加温	69	664	966
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	13	26	30
その他	融雪	0	1	2
合計		573	1,690	2,237

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5.1.4　電力消費量の増減

2020 年度基準の現状固定シナリオからの電力消費量の変化量を図 5-9 に、高位シナリオ及び中位シナリオにおける分野別内訳を図 5-11に、シナリオ別の各分野における値を表 5-14～表 5-16に示す。高位シナリオの電力消費量は、2030 年度断面では 699 億 kWh/年の増加、2050 年度断面では2,606 億 kWh/年の増加と推計される。中位シナリオの電力消費量は、2030 年度断面では164 億 kWh/年の増加、2050 年度断面では476 億 kWh/年の増加と推計される。

ここで、電力消費量については産業用加熱の電気炉の普及拡大(高位シナリオのみ)による消費量増加が大きいため、産業用加熱を除いた電力消費量の変化量を図 5-10 に示す。

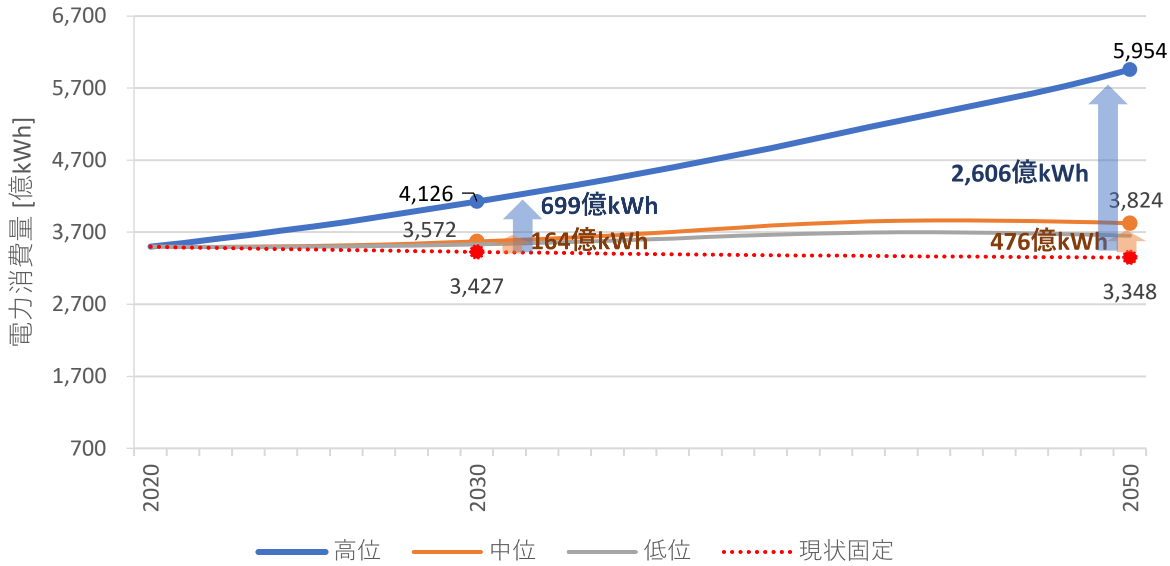


図 5-9　電力消費量の増減

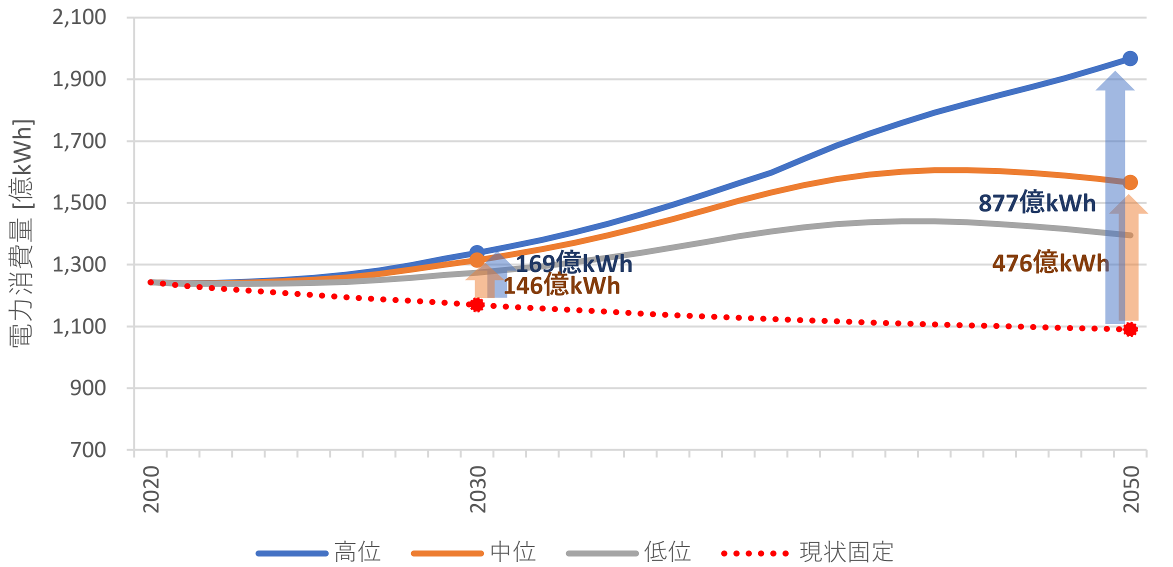


図 5-10　電力消費量の増減(産業用加熱を除く)

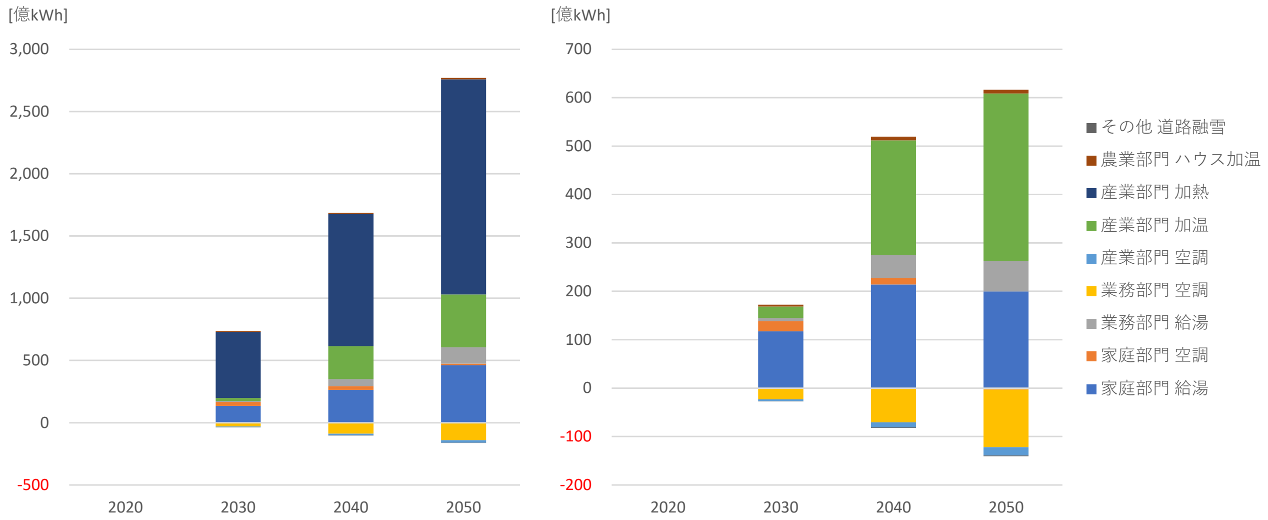


図 5-11 電力消費量の増減:(左:高位シナリオ、右:中位シナリオ)

表 5-14 電力消費量の増減:高位シナリオ

分野		電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	136	265	461
	空調	32	29	14
業務部門	給湯	6	56	130
	空調	-31	-89	-141
産業部門	空調	-5	-13	-20
	加温	26	265	424
	加熱	530	1,061	1,729
農業用	ハウス加温	5	10	11
その他	融雪	-0	-1	-2
合計		699	1,583	2,606

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-15 電力消費量の増減:中位シナリオ

分野		電力消費量の増減(億 kWh/年)		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	117	214	200
	空調	21	13	-3
業務部門	給湯	6	48	64
	空調	-23	-71	-119
産業部門	空調	-4	-10	-17
	加温	24	237	345
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	4	8	8
その他	融雪	-0	-1	-2
合計		146	437	476

注釈)四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

表 5-16 電力消費量の増減：低位シナリオ

分野		電力消費量の増減（億 kWh/年）		
		2030 年度	2040 年度	2050 年度
家庭部門	給湯	81	137	123
	空調	11	-3	-20
業務部門	給湯	5	34	44
	空調	-15	-51	-95
産業部門	空調	-2	-8	-14
	加温	21	187	262
	加熱	0	0	0
農業用	ハウス加温	3	5	5
その他	融雪	-0	-1	-1
合計		105	301	304

注釈）四捨五入のため、各値の合計と表示されている合計値は必ずしも一致しない。

5.2 ヒートポンプの普及拡大に向けて

本調査では、ヒートポンプ等電化機器の適用先市場として、家庭部門（給湯、空調）、業務部門（給湯、空調）、産業部門（空調、加温、加熱）、農業用（ハウス加温）、その他（融雪）に注目し、2050 年度までの我が国における見通し及びその普及拡大による一次エネルギー及び温室効果ガスの削減効果の分析を行った。

2章および 3 章の分析の結果、各部門の熱需要を賄っているボイラ等をヒートポンプ機器で代替した場合、中位シナリオにおける一次エネルギー消費量、CO2 排出量の削減効果（2020 年度基準の現状固定シナリオ比）及び経済効果は以下のとおりとなった。

2030 年度：
　一次エネルギー消費量▲584万 kl、CO2 排出量▲1,670 万 t-CO2、直接効果 1．2 兆円
2050 年度：
　一次エネルギー消費量▲2,809 万 kl、CO2 排出量▲7,865 万 t-CO2、直接効果 1．8 兆円

また、上記のボイラ等のヒートポンプ機器への代替をさらに拡大し、ヒートポンプ代替に加えて、次世代温水器や工業炉の中位、水電解での水素製造による水素バーナ・水素ボイラの間接電化を加味した、カーボンニュートラル達成シナリオにおける一次エネルギー消費量、CO2 排出量の削減効果（2020 年度基準の現状固定シナリオ比）及び経済効果は以下のとおりとなった。

2030 年度：
　一次エネルギー消費量▲340 万 kl、CO2 排出量▲2,820 万 t-CO2、直接効果 1．5 兆円
2050 年度：
　一次エネルギー消費量▲3,419 万 kl、CO2 排出量▲17,739 万 t-CO2、直接効果 2.3 兆円

なお、クリーンエネルギー戦略の中間整理においては、2030 年の脱炭素関連設備の投資見込みとして、産業用ヒートポンプとコジェネレーション設備等の導入で 0.5 兆円を見込んでいる。これに対して、コジェネレーション設備投資を含まない本分析の中位シナリオでは 2030 年の直接投資 0.17 兆円、2040 年の直接投資 0.8 兆円となった。これは、将来の普及拡大をロジスティック曲線で推計したことに伴い、2030 年のヒートポンプ普及速度を保守的に想定していることも影響している。なお、一次波及及び二次波及の生産誘発の合計額は 2030 年が 0.44 兆円、2040 年が 2.1 兆円と想定している。

ヒートポンプは燃焼系機器と比べてエネルギー消費性能が高く、需要側における電化技術への転換と、電力供給側における電源の低炭素化の進展との相乗効果によって、ヒートポンプの普及拡大は CO_2 排出量の削減に大きな貢献をする。ただし、ヒートポンプ空調機では、機器の効率向上で電力消費が低減するものの、系統電力の CO_2 排出係数が極めて低い数値になった場合は、ヒートポンプ空調機の効率向上による CO_2 排出量・削減量指標では顕在化しない点は、留意する必要がある。

また、カーボンニュートラル達成にむけて電力の脱炭素化が進むと考えられるため、ヒートポンプ以外の電化推進や水素活用による間接電化についても、CO_2排出量削減には大きく貢献すると考えられる。併せて、ヒートポンプ給湯機や蓄熱式ヒートポンプ空調システムは、再生可能エネルギーの普及のために必要となる電力需要調整に活用することで、自然エネルギーを利用した低炭素型の電力システムを下支えする役割を果たすことが期待される。また、電源の脱炭素化と、ヒートポンプや間接電化の両輪により燃料転換を図ることは、エネルギー自給率向上に直結し、エネルギー安全保障の前進にも資すると考えられる。

エネルギー自給率向上の観点では、4 章のヒートポンプによる空気熱利用量の分析も自給率向上に資する可能性がある。欧州では、ヒートポンプによる周辺環境熱（河川水熱、地中熱、空気熱）利用を再生可能エネルギー熱利用と定義し、再生可能エネルギー目標に算入可能と規定され、2022年 6 月に発効となった。本規定を参考にヒートポンプによる空気熱利用量を算出すると中位シナリオでは 2030 年度で 1,677PJ、2050 年度で 1,951PJ の結果であった。また、2050 年の内訳は、民生部門（家庭・業務部門）は 1,844PJ、産業部門は 106PJ であり、民生部門（家庭・業務部門）で見ると 2020 年度の足元のエネルギー消費量3，880PJ（エネルギー需給実績[32]）の 48％に相当する結果であった。

ほぼ 100％を海外依存する化石燃料を直接燃焼させる燃焼式熱源機器に比べて、国産の非化石電力が活用できる電気式ヒートポンプの普及は、日本のエネルギー自給率向上に間接的に貢献する。現状のエネルギー自給率指標では前述効果が反映されないが、仮に「国産再エネ熱である空気熱」をエネルギー自給率に加味して評価すると、2020 年度では 11.2％（IEA 基準発熱量による経産省公表値）から 18.5％と 7.3pt の上昇となる。さらに、一次エネルギー供給量を 2020 横置きと仮定して中位シナリオにおける 2030 と 2050 の導入空気熱量による自給率向上効果を試算すると、それぞれ 2030 年では 8.3pt、2050 年では 9.5pt のエネルギー自給率向上効果があり、エネルギーの海外依存度低減に貢献している。

以上の通り、我が国が目指すべき、徹底的な省エネルギーの進展、長期的な脱炭素型エネルギー需給構造への転換を実現していく上で、ヒートポンプ等電化機器はこれまでに増して重要な役割を果たす

[32] 注釈 31 と同様。経済産業省資源エネルギー庁、令和 2 年度（2020 年度）エネルギー需給実績、https://www.meti.go.jp/press/2022/04/20220415003/20220415003.html、2022 年 7 月 5 日取得

ものと考えられ、本分析で提示したカーボンニュートラル達成シナリオの実現を目指すべきである。しかしながら、その実現には、現状の延長線上では容易ではなく、普及拡大に向けた取組が求められる。

需要家施設におけるエネルギー利用技術には、一度インフラが構築されると更新時にも同種の技術が選択され続けるというロックイン効果が働く懸念がある。このため、脱炭素型エネルギー需給構造への転換を実現していく上では、施設の新築時点における対策実施が極めて重要である。

民生部門においては、新築の住宅、建築物については、例えば建築物省エネ法のより一層の強化等によって、エネルギー消費量が正味で概ねゼロ以下となる住宅、建築物（ZEH、ZEB）の実現を推進すべきであり、その実現のための技術オプションとして、エネルギー消費効率に優れたヒートポンプの導入が有用と考えられる。既築の住宅、建築物については、エネルギー多消費用途である空調や給湯の抜本的対策が進みづらい市場であるが、建物の断熱改修に比べると熱源対策は取り組みやすい領域と言える。なお、空調におけるヒートポンプ導入においては、建物の断熱改修にも取り組むことができれば、ヒートポンプの電力消費も抑えられ、さらにカーボンニュートラルに近づく。熱源対策の強化によって、設備設置スペース制約や配管インフラ制約等の種々の課題を克服しヒートポンプの導入拡大を図ることが求められる。

産業部門においては、現在では工場内のボイラ室等に設置した蒸気ボイラにおいて高圧の蒸気を発生させた上で、蒸気の圧力を下げながら各建屋内のプロセス設備へと供給する形態が一般的である。ヒートポンプの技術向上及び製品開発の進展に伴い、今後は工場内の個々の熱プロセスに対して適温・適量のヒートポンプを整合的に導入し、効率的な熱供給が可能な新たな工場熱利用システムを目指していくべきである。そのためには、例えば多様な熱プロセスにおいて最適なシステムを構築するエンジニアリング力の強化、設備費に限らず設計費等も含めたシステム費用に係る需要家負担の低減、産業用ヒートポンプの高温化・大容量化の進展による適用範囲のさらなる拡大等を図ることが求められる。

令和４年度　電化普及見通し調査　報告書

2022 年9月

一般財団法人　ヒートポンプ・蓄熱センター
一般社団法人　日本エレクトロヒートセンター