

建築物におけるゼロエネルギー化 について¹

建築物ストック統計をベースとした建築物の
省エネ効果に関する将来予測

千葉大学 倉阪研究室 資源・エネルギー分科会

古屋裕康 新海史紗 高畑光里 牧野雪

2015年1月

¹ 本稿は、2014年12月13日、12月14日に開催される、ISFJ 日本政策学生会議「政策フォーラム 2014」のために作成したものである。本稿の作成にあたっては、倉阪教授（千葉大学）をはじめ、多くの方々から有益且つ熱心なコメントを頂戴した。ここに記して感謝の意を表したい。しかしながら、本稿にあり得る誤り、主張の一切の責任はいうまでもなく筆者たち個人に帰するものである。

要約

東日本大震災による福島第一原子力発電所での原発事故以降、日本におけるエネルギー供給に対する考えは大きく変わった。それまで原子力発電は温室効果ガスを排出せず、電力を安定供給できるという理由で日本においてエネルギー供給の要とされ、ピーク時には30%以上もの電力シェアを誇っていた。

ところが、福島第一原子力発電所の事故をきっかけに、原子力発電に対する不信感が急激に高まり、現在では原子力発電によるエネルギー供給量は0%である。こうした中、原子力発電の代わりとしてエネルギー供給を補っているものが火力発電である。原子力発電が脚光を浴びる以前の日本では、火力発電が主要なエネルギー供給源であった。そのため、設備が容易に確保できたということや、経済面など様々な理由から火力発電の比率が高まってきている。

しかし、この火力発電は温室効果ガスを大量に排出してしまうという問題点がある。日本は先進国として地球温暖化対策に積極的に取り組んでいく責任があるが、現状では発展途上国の見本になるどころか温室効果ガスの排出量を増加させてしまっている。こうした状況で求められるのは、安全でかつ温室効果ガスを排出しない供給源である。この条件を満たすものが再生可能エネルギーである。再生可能エネルギーは電力の安定供給が難しいことや、技術面など、様々な理由で導入が進まなかったが、このような状況下で注目を集めるようになった。

その中でも、我々はまだ省エネルギーの義務付けが進んでいない建築部門に着目し、建築物への省エネルギーを義務付けした政策を施行した場合、日本のエネルギー消費量にどのような影響を与えるのかということを検証してゆきたい。本稿では、建築物の省エネルギー化を普及・促進することの必要性を現状のまま建設を続けた場合、また対策を講じた場合でのエネルギー消費量の将来予測を行うことによって実証する。

建築物の省エネルギー化の普及に関して、我々が注目したのは京都市の「地球温暖化対策条例」である。この条例では床面積の合計が 2,000 m²以上の新築・増築の建築物に対して、年間 3 万メガジュール（以下、MJ）以上の再生可能エネルギー利用設備の設置を義務づけている。この条例が定めている、再生可能エネルギー利用設備の設置が義務づけられる対象となる建築物は全国ではどのくらい存在し、この条例を全国に適用した場合、どれほどエネルギー消費量を削減することができるのかを試算する。

また、省エネルギー化が困難な都市型オフィスビルへの対策に取り組む竹中工務店と大成建設へのヒアリング調査を実施し、このヒアリング結果に基づいて省エネルギー化のための技術を最大限導入することを政策によって義務付けした場合のエネルギー消費量についても試算する。

以上から、我々は以下の 4 つの対策によるエネルギー消費量を検証する。まず対策①「床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入」京都市の再生可能エネルギー利用設備の設置義務量を全国に適用した場合、次に対策②「床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ 以上の再生可能エネルギー利用設備を導入」ヒアリングによって得た、京都市の実際の運用状況を加味した場合、そして対策③「床面積合計 1,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入

入」京都市の条例の適用範囲を広げた場合、最後に対策④「省エネルギー化を最大限義務化し竹中工務店と大成建設へのヒアリング調査による現段階での最大限の省エネルギー技術を導入」現在の技術で削減できるエネルギー消費量を加味した場合、以上 4 つのパターンのエネルギー消費量を算出し、その結果をもとにそれぞれ 2015 年から 2040 年までの将来予測を行う。これらの結果を踏まえて、①新築のみならず既存の建築物まで規制の対象を広げる②再生可能エネルギー利用設備の容量を 3 万 MJ よりも大きいものにする③再生可能エネルギー利用設備設置対象を 2,000 m²以下のものにも広げる。以上のことに取り組み、義務付けることの必要性を提言する。

本稿の構成は以下のとおりである。

まず第一章は、第一節で経済面、環境面の両面から見た省エネルギーの必要性を示し、第二節で建築部門に着目した理由や費用対効果が大きいことを述べる。

第二章では、まず第一節ではほかの先進国の省エネルギーに対する目標や政策を紹介し、次に第二節で実際に日本では省エネルギー・創エネルギーに対してどのような政策をとっているのかを述べ、今後日本の省エネルギー・創エネルギー対策はどのようにあるべきなのかを探る。

第三章第一節では住宅、第二節では非住宅についてどのくらいのエネルギーを消費しているのかを示し、未だ強制力のある政策をとっていない建築分野のエネルギー消費量の現状を示す。

第四章では、第一節で、環境省第一中央環境審議会地球環境部会「中央環境審議会地球環境部会意見具申 東日本大震災を踏まえ地球温暖化対策の観点から、復旧・復興、電力需給逼迫解消等において配慮すべき事項」において、我々の問題意識の一つである、建築物の省エネルギー化において課題とされるロックイン現象について述べる。建築物は一度投資されると新たに改修をしたり建て直したりすることは難しく、仮に断熱性の効果が薄い建築物や再生可能エネルギーの利用についての検討が不十分な建築物が建てられ、存続し続けると長期間にわたって将来のエネルギー消費量や二酸化炭素排出量が高止まりしてしまう。これがロックイン現象である。第二節では国土交通省 総合政策局 情報安全・調査課 建設統計室（2010）「建築物ストック統計検討会 報告書」を取り上げ、我々のシミュレーションにおいて必要となる建築物ストックに関する統計を紹介する。そして、第三節でこれまで述べてきた事柄をまとめ、我々の研究の独自性を主張する。

第五章では、我々独自の分析・調査として実施した竹中工務店、大成建設、京都市へのヒアリングについて詳しく述べる。後述する第六章でのシミュレーションを行なうにあたって、京都市の条例の運用状況や実際の建築技術に関する専門的な知識を学ぶ必要があった。そこで我々は実際に京都市役所、竹中工務店、大成建設を訪問しヒアリングを行なった。よってここではヒアリングによって得たことからどのように問題へのアプローチをしていくべきかを述べる。

第六章では我々の論文の核心となるシミュレーションとその結果について述べる。調査やヒアリングで得た情報を利用し、先述した 4 つの対策に関するシミュレーションを行う。これによって我々の目指す建築物への省エネルギーの義務付けが義務付けをしていない現在のエネルギー消費量と比較してどのような効果を得られるのかを試算する。

第七章では第一章から第六章にかけて述べてきたことを踏まえ、我々の主張する政策提言の妥当性を主張する。

【キーワード】

建築物 省エネルギー 再生可能エネルギー

目次

はじめに

第1章 問題意識

- 第1節（1． 1）省エネルギーの必要性
- 第2節（1． 2）建築分野の省エネルギー対策

第2章 現状分析

- 第1節（1． 1）諸外国の状況
- 第2節（1． 2）わが国の建設物の省エネルギー・創エネルギー政策の状況

第3章 現在の日本の建築物のエネルギー消費量

- 第1節（1． 1）既存の住宅のエネルギー消費量
- 第2節（1． 2）既存の非住宅のエネルギー消費量

第4章 先行研究及び本稿の位置づけ

- 第1節（1． 1）ロックイン現象
- 第2節（1． 2）建築物ストックに関する統計
- 第3節（1． 3）本稿の独自性

第5章 ヒアリング調査

- 第1節（1． 1）竹中工務店へのヒアリング調査
- 第2節（1． 2）大成建設へのヒアリング調査
- 第3節（1． 3）京都市へのヒアリング調査

第6章 将来予測

- 第1節（1． 1）新築着工棟数の将来予測
- 第2節（1． 2）京都市の条例を全国に適用した場合のエネルギー消費量
- 第3節（1． 3）省エネルギー化を最大限義務化した場合のエネルギー消費量
- 第4節（1． 4）既存建築物省エネ技術導入時期における経済効果

第7章 政策提言

先行論文・参考文献・データ出典

はじめに

日本は先進国の中でもエネルギー消費量が多い。しかしその発電に用いられる化石燃料のほとんどを輸入に頼っているという、エネルギー自給率が低い状況にある。自国で消費するエネルギーは自国でまかない、なおかつ温室効果ガス排出量も発電過程での危険性も少ない発電方法として、再生可能エネルギーの導入が急務と考えられる。

消費エネルギーは民生部門、運輸部門、産業部門に大別されるが、現段階において消費エネルギーの伸び率が最も大きいのは民生部門であり、その中の大半を占める建築物における消費エネルギーへの対策を行うことにより、大きな効果が得られるのではないかと我々は考えた。

そこで建築物の運用段階において、建築物全体でエネルギー消費量とエネルギー発電量が同じになるエネルギー消費正味ゼロ(ゼロエネルギービルディング ZEB・ゼロエネルギーハウス ZEH)の状態を目指すことが求められる。

建築物によるエネルギー消費量への対策として、1999年に経済産業省が ZEB・ZEH の普及に向けたロードマップ²を示しており、2030年に新築建築物は全体で ZEB に、また既築改修建築物は 1999 年比で半分を ZEB にするという目標を掲げている。

しかし我々は、このような目標を掲げているのにもかかわらず、新しく建物が建てられる際にいまだ省エネルギーに関して義務付けを行っていないことに疑問を感じ、このままでは上記の経済産業省の目標を達成することは困難であるだろうと考えた。

また、建築物は一度投資されるとその建築物が建っている間は新たに改修したり建て直したりすることが難しく、エネルギー消費量が削減されないまま建てられたものが多いと全体のエネルギー消費量の早期削減が困難になる。

ゆえに我々はこのロードマップよりも厳しい規制をかけることが必要であり、全国の建築物に省エネルギー化を早急に義務付けすることの重要性を訴える政策提言を行っていく。

²経済産業省 「ZEB の実現と展開に関する研究会 (2009) 『ZEB の実現と展開に関する研究会報告書』 (7 項～11 頁)」
(<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g91124d01j.pdf>) 2014/09/06 データ取得

第1章 問題意識

第1節 省エネルギーの必要性

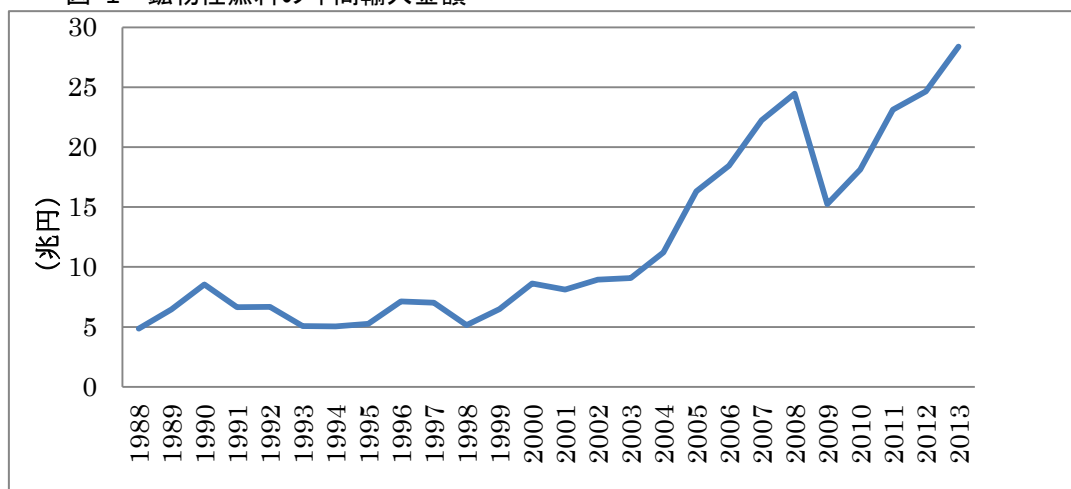
産業革命以降、人類は飛躍的な成長を遂げ、人々の暮らしは急速に豊かになっていった。そしてその原動力となったのは化石燃料であり、この化石燃料の使用により発生する温室効果ガスで引き起こされる地球温暖化による影響が現代では日に日に大きいものになってきている。こうした理由から、世界各国、また日本でも様々な分野において省エネルギーの取り組みが進められている。その一つとして原子力発電が脚光を浴びたが、チェルノブイリ原子力発電所の事故、また記憶にも新しい東日本大震災における福島第一原子力発電所の事故などが発生し、その安全性への疑問が浮上した。

そして今回の研究をするにあたって、我々が省エネルギーに取り組まなければならないと考える理由には大きく二つある。

経済面

まず一つ目に、経済面の問題がある。日本では東日本大震災での福島の原子力発電所の事故をきっかけに、原子力発電をすべて停止している。そしてその代替物として化石燃料を使用した火力発電の増設が始まっており、それにもとない化石燃料の輸入量も増加してきている。図 1 が示しているように、日本の鉱物性燃料(石油、石炭、天然ガス)の年間輸入金額は、30 兆円に至ろうとしている。このように、化石燃料の価格は高騰しており、こうした状態が恒常化すると、物価の高騰にもつながり、ひいては高コスト社会へとつながってしまうと考えられる。

図 1 鉱物性燃料の年間輸入金額

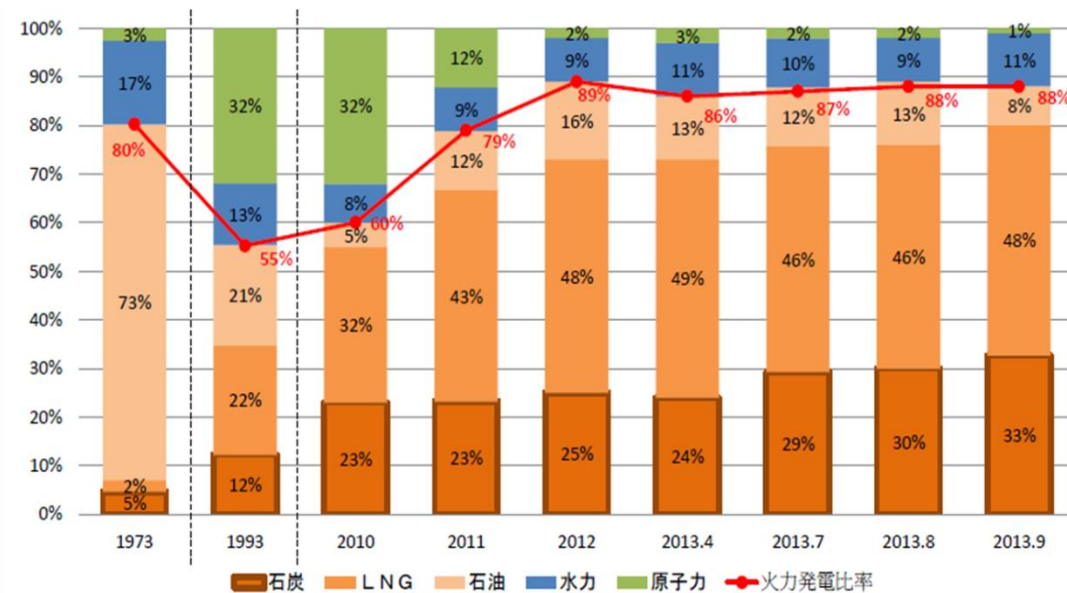


(出典) 財務省貿易統計³

環境面

二つ目の理由としては、自然環境への問題がある。先進国である日本は世界的な立場において率先して二酸化炭素排出量を減らす対策をとる必要があるにもかかわらず、火力発電を中心としたエネルギー供給にシフトしたことで、むしろ二酸化炭素排出量は年々増加してしまっている。電気事業者(一般・卸)の電源構成推移は図 2 のとおりである。このように、震災以前は原子力による発電は 3 割以上を占めていたが、震災後原子力による発電はほぼゼロになり、それに伴い化石燃料比率が 9 割に至ろうとしている。このことによって、温室効果ガス排出量も急増している。このような現状は地球温暖化にさらなる拍車をかけ、また先進国として温室効果ガス排出量削減の責任を負っている日本の社会的地位を脅かしかねないであろう。

図 2 電気事業者(一般・卸)の電源構成推移(発電力量比率)



出所：電力調査統計及び事業者からのヒアリングにより作成 6

(出典) 島倉克尚(資源エネルギー庁長官官房総合政策課企画官(石炭政策担当))「石炭政策を巡る最近の動向」一般財団法人石炭エネルギーセンター 平成25年度事業報告会平成26年1月30日

以上、経済面・環境面という二つの面から見て、現在日本は省エネルギー化に取り組まなければならない状況にあることが分かる。東日本大震災による福島第一原子力発電所の事故を受けてエネルギー政策への関心が高まっている中で、現状を省みて今後日本におけるエネルギー消費をどのように賄っていくかを考える必要がある。

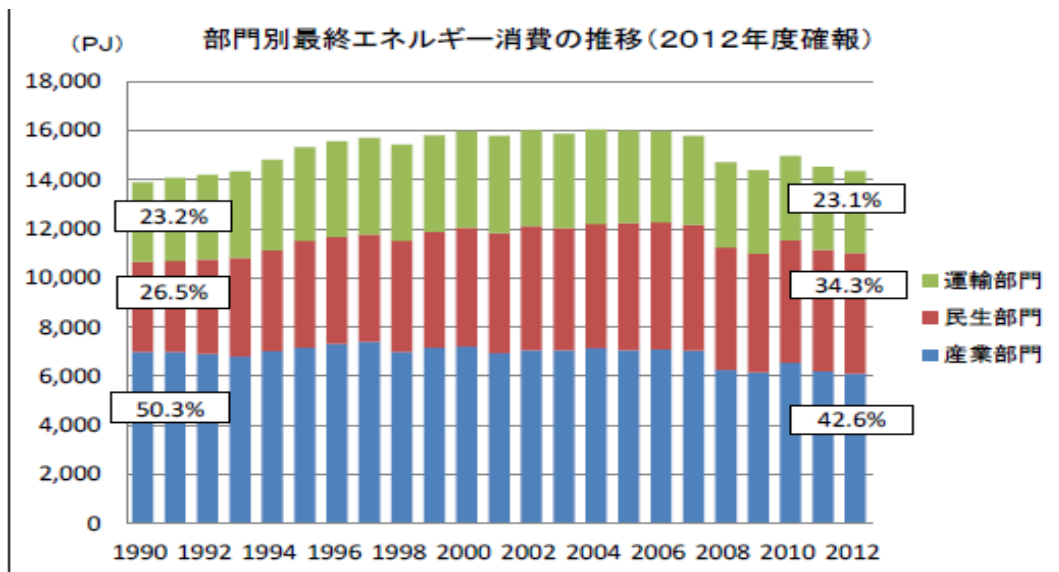
³ 財務省貿易統計 世界年度別(輸入) <http://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/time.htm>) 2014/09/06 データ取得

第2節 建築分野の省エネルギー対策

第1節で述べたように、現在日本では省エネルギーの必要性が高まってきてはいるが具体的にどのようにして省エネルギーを達成することができるだろうか。我々は特に建築分野におけるエネルギー消費に問題意識を持ち、この分野での省エネルギーについて考察した。

図3は日本におけるエネルギー消費量を運輸部門・民生部門・産業部門の三つの部門に分け、その推移をグラフに表したものである。この図を見てわかるように、日本において、民生部門におけるエネルギー消費量の割合はその推移を見ても1990年比で他の2部門は減少、もしくは横ばいで推移しているのにも関わらず、民生部門の割合のみ7.8%の増加がみられた。

図3 部門別エネルギー消費量⁴



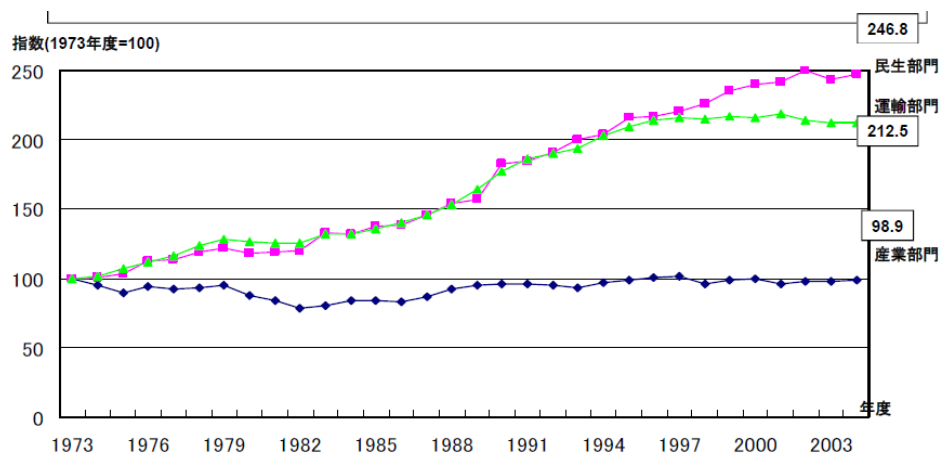
次に、図4は各部門のエネルギー使用量の増減を示したものである。このグラフでも、三つの部門を比較すると運輸部門、産業部門の変化に比べて、民生部門の割合は増加傾向にあることがみられる。このことから、民生部門において省エネルギーの対策が他の部門に比べて進んでおらず、この部門において省エネルギー対策が急務であることが推測される。

その中でも、日本全体のエネルギー消費量の3、4割を占める建築部門の消費エネルギーを削減することはすなわち大幅なエネルギー消費量削減を意味する。また、建築関連

⁴資源エネルギー庁総合政策課「平成24年度(2012年度)におけるエネルギー需給実績」(www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_014.pdf)2014/09/06 データ取得

のエネルギー消費量の割合は日本全体の 3 分の 1 を占める⁵ということもあり、建築物における省エネルギーに関する対策のポテンシャルは非常に高い。

図 4 部門別のエネルギー使用量増減の推移⁶



⁵ (出典)社団法人日本建設業連合会「建築分野の省エネ対策等について」(2012年3月1日)
(http://www.nikkenren.com/rss/pdf/220/201203_shoene.pdf) 2014/09/06 データ取得

⁶ 中上英俊「民生部門の省エネルギーへの期待と課題」(2013年2月27日)による

第2章 現状分析

ここまで説明してきたように、省エネルギーに関する対策が急務であることがわかるが、具体的に現在日本ではどのような政策がなされているのだろうか。ここでは建築物のゼロエネルギー化に向けた諸外国の政策の現状を述べ、日本の政策と比較する。

第1節 諸外国の状況

イギリス

まず、イギリスではすでに ZEB に向けた取り組みが進んでおり、新築住宅を 2016 年までに、非住宅の新築建築物を 2019 年までにすべてゼロカーボン化するという目標を発表している。

イギリスではこの目標に向けて、住宅においては、建築基準と省エネ基準の規制強化の具体的な予定を示しており、2006 年の基準を 2010 年に 25%、2013 年には 44%削減レベルにし、2016 年にはこれを 150%削減レベルにまで規制強化する予定である。この 150%という数字は、イギリスの建築基準法、省エネ基準で規定している冷暖房、換気、給湯、照明以外の家電製品、厨房も含めた家全体のエネルギー使用量をゼロにするために必要な削減レベルである。

非住宅に関しても、ZEB 化に関する基本方針として住宅との一貫性を重視しつつ、用途ごとの違い等に配慮した目標を提案している。省エネ基準で規定されていない二酸化炭素排出量については、本来であれば用途ごとに異なるが、仕組みが複雑になることを回避するため、省エネ基準で規定されている二酸化炭素排出量に対し、10~20%割り増しすることにより考慮する方針である。

アメリカも 2030 年までにアメリカで新築されるすべての業務ビルをゼロエネルギー化し、2050 年までには新築だけではなく、すべて一個一個の業務ビルをゼロエネルギー化するという目標を立てている。

アメリカ

イギリス同様、アメリカでも定期的に省エネ基準の強化が行われており、3 年ごとに規制強化が行われていく予定である。

またアメリカでは、製品の省エネ性能をラベルで示す ENERGY STAR という制度をアメリカ環境保護局が推進している。アメリカエネルギー省は 1979 年から、非住宅建築物のエネルギー消費関連データを定期的に収集してデータベース化しており、全米約 6,000 の既築ビルを対象にデータ収集を実施し、業務用ビルの ENERGY STAR のベンチマークに用いている。

図 5 イギリス・アメリカのゼロエネルギー化目標⁷

イギリス	2016 年	新築住宅すべてのゼロカーボン化
	2019 年	非住宅の新築建築物すべてのゼロカーボン化
アメリカ	2016 年	新築されるすべての業務ビルをゼロエネルギー化
	2019 年	すべて一個一個の業務ビルをゼロエネルギー化

このように、他国も ZEB 化について高い目標を掲げており、またそれを達成するべく、各国ゼロエネルギー技術の導入を促進するための政策を打ち立てている。日本もエネルギー基本計画にある「2020 年までに新築公共建築物等で、2030 年までに新築建築物の平均で ZEB を実現することを目指す」という決して低くはない目標を達成するため、またロックイン現象を回避するためにも、早い段階からできる限りの技術を導入し、ゼロエネルギー化を目指していかなければならない。

第2節 わが国の建設物の省エネルギー・創エネルギー政策の状況

ここでは日本の建築物における省エネルギーと創エネルギー政策の現状について述べる。

2009 年に経済産業省が掲げた ZEB・ZEH の普及に向けたロードマップでは、「2030 年に新築建築物は全体で ZEB に、また既築改修建築物は 2009 年比で半分を ZEB にする」と述べている。また住宅については、「2020 年までに標準的な新築住宅で、2030 年までに新築住宅の平均で ZEH（ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス）の実現を目指す」とある。ただ、これはあくまで目標であり強制力はない。実際に京都市の地球温暖化対策基本条例のように、「床面積合計 2,000 m²以上の特定建築物には年間 30,000MJ の再生可能エネルギー利用設備を設置」を義務付けしている自治体もあるが、このように建築物の再生可能エネルギー利用設備の設置を義務化している事例は少ない。後述するが、その条例の義務量もゼロエネルギー化にとっては十分ではない。ロードマップにおいても建築材料がトッランナー制度の対象となり、省エネ技術に対する義務化は徐々に進んできてはいるが、ZEB および ZEH、特に創エネルギーに関する具体的な施策は示されていない。また、省エネ法においても省エネ措置が著しく不十分な場合の罰則が指示、公表、命令にとどまっている。ZEB・ZEH の義務化までは至っておらず、現状のままではロードマップにおける目標を達成することは難しい。そのため、より強制力があり、かつ可能な限り高い義務量を課していかなければならない。

⁷ 経済産業省資源エネルギー庁省エネルギー対策課「ZEB を巡る最近の政策動向」（2011年5月）
<http://jcma.heteml.jp/bunken-search/wp-content/uploads/2011/05/009.pdf> 2014/09/06 データ取得

第3章 現在の日本の建築物のエネルギー消費量

第1節 既存の住宅のエネルギー消費量

これまで述べたように、現在日本では省エネルギーのための政策、その中でも特に建築物における省エネルギー化の義務付け強化する政策が必要となっている。この章では日本の建築物のエネルギー消費量の現状を分析し、将来予測のための基準となるモデルデータの作成について述べる。

現存する建築物のエネルギー消費量の現状を分析し、ゼロエネルギー化を義務化した場合のエネルギー消費量の将来予測をするにあたって、必要なデータを求めるためのモデルデータを作成した。特に既存の住宅のエネルギー消費量の現状分析・将来予測には以下のデータが必要であると考えた。

- i 都道府県別エネルギー消費量(MJ)
- ii 竣工年代別エネルギー消費量(MJ)
- iii 住宅の建て方別[戸建・長屋・共同住宅]エネルギー消費量(MJ)

1 m²あたりのエネルギー消費量をエネルギー消費原単位(MJ/m²)とし、そのデータに一住宅あたり延べ床面積(m²)を掛けることを基本として以下のような式を組んだ。この基本の式によって上記の i ~ iii のエネルギー消費量を表すことができる。

$$\begin{aligned} & \text{エネルギー消費原単位(MJ/m}^2\text{)} \times \text{一住宅あたり延べ床面積(m}^2\text{)} \\ & = \text{一住宅あたりエネルギー消費量(MJ)} \\ & \text{一住宅あたりエネルギー消費量(MJ)} \times \text{住宅数} \\ & = \text{住宅エネルギー消費量(MJ)} \end{aligned}$$

I 1 m²あたりのエネルギー消費量=エネルギー消費原単位(MJ/m²)を求める

「H24 消費エネルギー状況調査」⁸より①都道府県別・世帯あたりエネルギー消費量(MJ/世帯)、「平成 25 年 3 月 1 日住民基本台帳人口・世帯数、平成 24 年度人口動態(都道府県別)」⁹より②都道府県別世帯数(戸建・集合住宅)

①×②=③都道府県別エネルギー消費量(MJ)

⁸ 株式会社三菱総合研究所「平成 24 年度エネルギー消費状況調査」
(http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2013fy/E003078.pdf) 2014/11/03 データ取得

⁹ 総務省「平成 25 年 3 月 1 日住民基本台帳人口・世帯数、平成 24 年度人口動態(都道府県別)」
(http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01gyosei02_02000062.html) 2014/11/03 データ取得

「H25 住宅・土地統計調査第3表」¹⁰より④住宅数

③÷④＝⑤一住宅あたりエネルギー消費量(MJ)

「H25 住宅・土地統計調査第4表」より⑥一住宅あたり延べ床面積

⑤÷⑥＝⑦都道府県別エネルギー消費原単位(MJ/m²)

Ⅱ 全体のエネルギー消費量(MJ)を求める

④都道府県別&竣工年代別の住宅数×⑤一住宅あたりエネルギー消費量(MJ)

＝⑧都道府県別&竣工年代別エネルギー消費量(MJ)

これによって、都道府県ごと・竣工年代ごとに異なる住宅にどれくらいエネルギー消費量があるかを求めることができる。

Ⅲ 求められたデータの整合性を検証する

独自に求めたデータが実際のデータとどれくらい整合性があるかを確かめる。

「RIETI 都道府県別エネルギー消費統計」¹¹より家庭・都道府県別のエネルギー消費量のデータと比較する。再現データを「RIETI 都道府県別エネルギー消費統計」民生・家庭でわること整合性を求める。求められた数値が 100%に近いほど実際のデータと近く、整合性があるといえることができる。

試算データ/RIETI 都道府県別エネルギー消費＝整合性

計算結果：101%(表 2)

独自に求めたデータと実際のデータに整合性は十分にあるため、シミュレーションに用いて現実的な数値を出すことができると考えられる。

¹⁰ 総務省統計局「平成 25 年住宅・土地統計調査」(<http://www.stat.go.jp/data/jyutaku/>) 2014/11/03 データ取得

¹¹ RIETI 「都道府県別エネルギー消費統計」(<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/>) 2014/11/03 データ取得

表 1 一住宅あたりエネルギー消費量

	エネルギー消費原単位 (MJ/m ² ・年)	一住宅あたり床面積 (m ²)	一住宅あたりエネルギー消費量 (MJ・年)
北海道	740	93.59	93,590
青森	509	122.63	122,630
岩手	491	121.52	121,520
宮城	537	97.04	97,040
秋田	466	137.48	137,480
山形	450	140.33	140,330
福島	518	114.29	114,290
茨城	344	108.49	108,490
栃木	341	110.00	110,000
群馬	345	109.49	109,490
埼玉	390	87.51	87,510
千葉	376	89.84	89,840
東京	408	67.69	67,690
神奈川	399	77.87	77,870
新潟	291	133.79	133,790
富山	267	149.62	149,620
石川	290	128.82	128,820
福井	278	143.53	143,530
山梨	345	112.80	112,800
長野	309	126.83	126,830
岐阜	317	123.48	123,480
静岡	354	105.21	105,210
愛知	342	95.47	95,470
三重	310	113.87	113,870
滋賀	280	120.21	120,210
京都	350	88.66	88,660
大阪	370	77.49	77,490
兵庫	319	94.71	94,710
奈良	306	111.60	111,600
和歌山	330	109.30	109,300
鳥取	279	125.27	125,270
島根	277	129.48	129,480
岡山	311	111.05	111,050
広島	333	96.83	96,830
山口	335	104.39	104,390
徳島	296	113.11	113,110
香川	292	113.32	113,320
愛媛	325	102.09	102,090
高知	350	95.34	95,340
福岡	326	86.90	86,900
佐賀	291	117.77	117,770
長崎	336	99.48	99,480
熊本	321	102.20	102,200
大分	324	99.76	99,760
宮崎	353	98.06	98,060
鹿児島	383	89.95	89,950
沖縄	387	76.76	76,760
全国平均	359	107.98	107,977

表 2 都道府県別エネルギー消費量試算データ

	一戸建て＋長屋＋共同＋その他 試算データ(TJ)	RIETI 家庭(TJ)	カバー率
北海道	163,644.08	132,652	123%
青森	31,961.95	28,118	114%
岩手	29,273.43	25,239	116%
宮城	50,313.19	42,976	117%
秋田	25,411.81	21,756	117%
山形	24,850.47	22,415	111%
福島	41,119.63	38,473	107%
茨城	43,086.69	38,994	110%
栃木	29,371.75	26,636	110%
群馬	30,167.17	26,884	112%
埼玉	108,437.63	104,038	104%
千葉	93,307.20	97,348	96%
東京	214,342.14	221,439	97%
神奈川	135,150.12	137,519	98%
新潟	35,228.16	45,270	78%
富山	16,234.82	19,620	83%
石川	16,373.97	20,441	80%
福井	11,295.86	14,041	80%
山梨	13,666.32	11,247	122%
長野	32,883.27	31,322	105%
岐阜	30,986.30	30,104	103%
静岡	56,055.49	55,482	101%
愛知	112,369.15	122,216	92%
三重	26,624.03	28,869	92%
滋賀	19,473.60	18,838	103%
京都	40,438.60	42,205	96%
大阪	129,215.30	147,307	88%
兵庫	82,135.94	86,056	95%
奈良	19,566.25	20,316	96%
和歌山	14,828.23	14,052	106%
鳥取	8,189.23	8,300	99%
島根	10,043.07	10,513	96%
岡山	28,306.82	28,729	99%
広島	42,664.75	42,289	101%
山口	22,515.68	21,190	106%
徳島	10,707.97	11,116	96%
香川	13,936.64	14,192	98%
愛媛	20,835.91	19,527	107%
高知	11,564.59	10,290	112%
福岡	69,832.25	70,977	98%
佐賀	10,758.75	11,199	96%
長崎	19,822.22	18,995	104%
熊本	24,342.81	23,572	103%
大分	16,788.16	16,123	104%
宮崎	16,745.75	14,332	117%
鹿児島	25,819.51	21,165	122%
沖縄	16,982.35	16,060	106%
合計	2,047,668.98	2,030,442	101%

第2節 既存の非住宅のエネルギー消費量

次に、既存の非住宅のエネルギー消費量のモデルデータを作成する。

既存の非住宅のエネルギー消費量を算出するにあたり、以下の手順で行った。

I 非住宅全体の延床面積を求める。

まず法人建物調査第 32 表をもとに非住宅における階数別の建築物数を求め、第 23 表により非住宅一件あたりの平均延床面積を求めた。この二つをかけることによりそれぞれの階数の延べ床面積をもとめることができ、それらを合計することにより、非住宅全体の延床面積を求めることができる。

II 階数別の消費エネルギー消費量を求める。

次に、建築物エネルギー消費量調査報告に載っている 1 m²あたりの階数別エネルギー消費原単位を求めたそれぞれの階数別延床面積にかけることで、それぞれの階数ごとの消費エネルギー量、またそれらを合計することで非住宅全体のエネルギー消費量が求められる。

III 求められたデータの整合性を検証する。

以上のように求められた非住宅全体のエネルギー消費量を住宅の場合と同様に RIETI 民生 業務他のデータをもとに試算した非住宅全体のエネルギー消費量で割ってカバー率を確かめた結果、カバー率は 99%となった。以上より、この値は整合性があると言える。

図 6 非住宅エネルギー消費量（階数別）¹²

階数別建物数(件)		階数別延床面積(建物数×平均延床面積)(m ²)	
1階	151930	1階	227287280
2階	219920	2階	329000320
3階	100090	3階	149734640
4～5階	79380	4～5階	118752480
6～9階	42540	6～9階	63639840
10～15階	8840	10～15階	13224640
16～20階	580	16～20階	867680
21～30階	550	21～30階	822800
31階以上	310	31階以上	463760
合計	604140	合計	903793440

¹² 建築物エネルギー消費量調査報告 (http://www.bema.or.jp/src/sc761/bema_digest_36.pdf)
 2014/11/03 データ取得
 法人建物調査
 (<http://www.estat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do? toGL08020103 & tclassID=000001030800& cycleCode=0& requestSender=dsearch>) 2014/11/03 データ取得

表 3 RIETI による非住宅エネルギー消費量の試算

建築物ストック(非住宅延べ床面積 H15)		
	延べ床面積(万m ²)	エネルギー消費量(TJ)
全国	168,857	1126292
北海道	7,650	51026
青森県	1,910	12740
岩手県	2,181	14547
宮城県	2,695	17976
秋田県	1,477	9852
山形県	1,889	12600
福島県	2,969	19804
茨城県	4,283	28568
栃木県	3,413	22765
群馬県	3,321	22151
埼玉県	5,931	39560
千葉県	5,661	37759
東京都	15,048	100372
神奈川県	8,125	54195
新潟県	4,102	27361
山梨県	2,558	17062
長野県	2,070	13807
静岡県	1,517	10119
富山県	1,228	8191
石川県	3,965	26447
岐阜県	4,256	28388
愛知県	6,042	40301
三重県	12,406	82749
福井県	3,183	21231
滋賀県	2,794	18636
京都府	2,969	19804
大阪府	11,139	74298
兵庫県	7,415	49459
奈良県	1,262	8418
和歌山県	1,311	8744
鳥取県	859	5730
島根県	1,456	9712
岡山県	3,134	20904
広島県	4,053	27034
山口県	2,392	15955
徳島県	1,029	6864
香川県	1,626	10846
愛媛県	1,890	12606
高知県	853	5690
福岡県	5,978	39874
佐賀県	1,348	8991
長崎県	1,606	10712
熊本県	1,940	12940
大分県	1,666	11112
宮崎県	1,293	8624
鹿児島県	2,112	14087
沖縄県	856	5710

RIETI¹³により、筆者作成

表 4 非住宅都道府県別エネルギー消費量

消費エネルギー(階数別延床面積×消費エネルギー原単位)(MJ)		
1階	279336067120	
2階	404341393280	
3階	184023872560	
4～5階	145946797920	
6～9階	81681734640	
10～15階	18091307520	
16～20階	1239047040	
21～30階	1500787200	
31階以上	845898240	
合計	1117006905520	
RIETI	1126292000000	
整合性(消費エネルギー量/RIETI)	0.99175605	

このように、非住宅における全体のエネルギー消費量は 1117006905520MJ/年となった。以上のように求めた値は後述するのなかで利用する。

¹³ RIETI 都道府県別エネルギー消費統計

(<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/index.html>) 2014/11/03 データ取得

第4章 先行研究及び本稿の位置づけ

第1節 ロックイン現象

中央環境審議会地球環境部会「中央環境審議会地球環境部会意見具申 東日本大震災を踏まえ地球温暖化対策の観点から、復旧・復興、電力需給逼迫解消等において配慮すべき事項」環境省

東日本大震災を受けて、政府は我が国のエネルギーシステムの歪み・脆弱性を是正し、革新的なエネルギー戦略を策定することとなった。中央環境審議会ではそのようなエネルギー政策の見直しと、それと並行して中長期的な地球温暖化対策のあり方について、震災の影響も踏まえながら検討がなされている。

この意見具申書では、省エネルギー化においてロックイン現象が課題であると述べている。建築物は一度投資されると新たに改修をしたり建て直したりすることは難しく、仮に断熱性の効果が薄い建築物や再生可能エネルギーの利用についての検討が不十分な建築物が建てられ、存続し続けると長期間にわたって将来のエネルギー消費量や二酸化炭素排出量が高止まりする。この現象がロックイン現象であり、ロックイン現象回避のために早期に節電・省エネルギー・省 CO₂ を促進しなければならない。

ロックイン現象は建築物の省エネルギー化において大きな課題であるが、具体的に数値データを利用してロックイン現象の状況を示すシミュレーションは行われていない。本稿の独自性は、これまで行われていなかった、建築物のロックイン現象を示すためのシミュレーションを行うことにある。現状を分析し、ロックイン現象が起きた場合の将来予測と対策が適切になされロックイン現象が緩和された場合の試算を具体的にを行う。

また、シミュレーションを行う上で、ベースとした研究としては次節以降に掲げるものがある。

第2節 建築物ストックに関する統計

国土交通省 総合政策局 情報安全・調査課 建設統計室（2010）「建築物ストック統計検討会 報告書」国土交通省

現在社会では使い捨て型の社会から、良いものをつくって長く使うというストック型社会への転換が急務であり、また平成 18 年に閣議決定された「住生活基本計画」においても住宅政策の基本的な指針として「ストック重視」が定められたことから、建築物のストックに関する住宅政策の転換がなされているところである。建築物のストックに関する施策の適切な評価・立案を行なうためには日本全体を網羅する建築物ストックの統計が必要であるが、現在そのように全体を網羅するストック統計は存在しない状況である。そのような状況を受け、この報告書では建築物ストックの統計の作成について具体的な検討を行い、統計の作成に向けた基礎的な情報の整備を目的としている。

これまで、建築物ストックに関する統計はその必要性がありながらも整備されていない状況であった。例えば日本全体の建築物に係る維持修繕費の予測、建築物に関する消費エネルギーの分析等、様々な調査の基礎的な資料として、建築物ストックの網羅的な統計データは必要とされている。この統計情報が整備されることによって、建築物ストックに関する施策の適切な評価や立案がなされ、重要な資料として使われる。

本稿ではこの報告書の建築物ストックに関する情報を使いながら、建築物ストックのエネルギー消費量を求め、新築のエネルギー消費量と合わせて将来予測を行なう。

第3節 本稿の独自性

以上の先行研究を踏まえ、本稿の独自性は実際に統計データを用いて建築物の現在のエネルギー消費量について分析をし、対策の場合分け、それによる比較・将来予測をする点にあると考える。具体的には以下の 5 つの項目について現状分析または将来予測を行なう。

- 対策① 床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再エネ設備導入
- 対策② 床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ 以上の再エネ設備導入
- 対策③ 床面積合計 1,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再エネ設備導入
- 対策④ 新築+既存最大限再エネ技術導入

現状のままではロックイン現象が起り、エネルギー消費量を早期に削減することが困難になるため、本稿の将来予測を通してその対策のための政策を考察する。

第5章 ヒアリング調査

第5章では、『第4章 本稿の独自性』で述べた試算のために行なったヒアリング調査について詳しく述べる。第1節、第2節は上記の対策④の試算をするために行なったヒアリング調査の結果について述べる。また、我々は、建築物の省エネルギー化のための現在の技術とその効果について調査するために、竹中工務店と大成建設の2社へヒアリング調査を行った。そして第3節では、上記の対策①から対策③の試算をするために、日本で初めて新築建築物への再生可能エネルギー利用設備の設置を条例によって義務付けをした京都市へ、その条例の運用状況についてヒアリング調査をした結果を述べる。

第1節 竹中工務店へのヒアリング調査

竹中工務店は現在世界が目指すべき温室効果ガスの排出を抑えた社会の実現のために、建築物の運用時のエネルギー消費量を削減することによって貢献している建築会社である。その究極の姿が ZEB であり、2004 年に竣工した東京本店社屋において、自立型 ZEB を目指した取り組みを進めている。これによって、旧社屋の 2002～2004 年度平均消費量と比較して、2009 年には総量で 50% 近くの削減を達成するという成果をあげている¹⁴。我々は既存の建築物への省エネルギー化の技術などを 7 月 14 日に設計本部専門役 高井啓明氏、CSR 推進部部長 佐藤経生氏、同 課長 川人尚美氏にお話を伺った。また、その後は電子媒体によって質問をさせていただき、先方で使用している ZEB 化を目指した技術や、それらの技術を用いて、一般的なオフィスビルでは何階建てまで ZEB 化が可能であるかなどを教えていただいた。

(1) ヒアリング調査内容

- ・住宅では平屋二階建て程度であれば屋上に 4 kW 程度のソーラーパネルで賄うことができる。非住宅は人が多くて稼働時間が長く、さらにタワー状のものは屋根の面積が限られるため、壁面の太陽光パネルを使うことも考えられる。
- ・発電効率は落ちてしまうが、現在開発されつつある壁面太陽光、地中熱利用、下水熱利用など、太陽光パネル以外の様々な再生可能エネルギーを活用できる条件があれば、10 階建てまで可能と考えられる。
- ・既存の建築物の改修については、日本建設業連合会の HP の資料¹⁵を参照

¹⁴竹中工務店「竹中工務店東京本店社屋 自立型 ZEB への取り組み」

(<http://www.takenaka.co.jp/solution/needs/zero/service01/index.html>) 2014/09/06 データ取得

¹⁵ 社団法人日本建設業連合会 建築本部 常務理事 今倉章好 サステナブル建築専門部会主査 高井啓明 環境性能評価専門部会主査 三浦寿幸 「建築分野の省エネ対策等について」

(http://www.nikkenren.com/rss/pdf/220/201203_shoene.pdf)

) 2014/11/04 データ取得

・新設ビルにおいて、コストをかければ運用時の消費エネルギー（CO₂ 排出量）を 30～40%程度削減可能と試算されている。しかし 30 年ほど前の新設時との比較であるため、40%削減しても現在の最先端の新設ビルと同等の性能にはならないと考えられる。よって屋根太陽光発電のみで ZEB 化が可能なのはよくて 2 階建てくらいまで。

(2)ヒアリング調査まとめ

上記のヒアリング内容は、教えていただいたものの中で後に述べる将来予測に関するシミュレーションや分析に使用したものである。現段階の技術では屋上太陽光発電なら住宅、非住宅とも 2 階建てまで、将来的に壁面太陽光発電やその他の再生可能エネルギーの技術が発展した場合、10 階建てまで建てられる可能性があることがわかった。

第2節 大成建設へのヒアリング調査

2014 年 6 月 16 日、大成建設は日本で初めての ZEB 実証棟を完成させた。そこで、ZEB 実証棟の導入している技術やその実際の運用状況等を聞くために、我々は 7 月 15 日、大成建設技術センターに訪問し、実証棟の見学も兼ね、設計本部 熊谷智夫氏、同梶山隆史氏、環境本部 御器谷良一氏、技術センター 堀越研一氏にヒアリング調査を行った。そこでは実証棟の電力収支の内訳、導入している技術といった実証棟に関する情報、また ZEB の普及を促進するためにどのようなことが必要になってくるかなどについてお話を伺った。

さらに、9 月 24 日、再度大成建設技術センターに訪問し、設計本部 加藤美好氏、同熊谷智夫氏、技術センター 堀越研一氏、同 森川泰成氏にヒアリング調査を行った。

(1)ヒアリング調査内容

- ・階数上限は現時点では 3, 4 階建てまでであるが、その建物のエネルギー使用状況によって異なる。例えば一番電力消費量が多い夏に休暇である学校というように、電力消費量の少ない建築物であれば導入しやすい。
- ・一般的に商業施設などの特殊な建物ではなく、オフィスなどは 3 階まで ZEB 化が可能。壁面のパネルの発電効率はこれから上がっていくようにメーカーが研究しているので将来的に 7, 8 階の建物には導入でき、2020 年には実現できるようにしたい。
- ・大成建設では、建築物において建築寿命は 60 年、太陽光発電の寿命は 20 年としている。
- ・ZEB 導入におけるコストは、一般の省エネビルの倍であるが、2020 年には一般の省エネビルの 2～3 割増し程度に収めたい。従来の省エネビルは、45%省エネ程度であり、ZEB 化のためにはさらに 30%省エネして、省エネ率が 75%で、そのうえに 25%の創エネを行って ZEB 化を達成するというのが目標。

(2)ヒアリング調査まとめ

上記のヒアリング内容も、教えていただいたものの中で後に述べる将来予測に関するシミュレーションや分析に使用したものである。建築物において建築寿命は 60 年、太陽光発電の寿命は 20 年としている。また、建築費用は一般の省エネビルの 2～3 割増し程度に収めたいということだった。

第3節 京都市へのヒアリング調査

京都市は、全国に先駆けて再生可能エネルギーの設置を義務化した条例¹⁶を導入した市である。この条例では 2,000 ㎡以上の特定建築物を新築・増築する際に年間で 3 万 MJ 以上の再生可能エネルギーの発電設備を導入することを定めている。そこで、今後我々の研究の参考にするために、2014 年 9 月 5 日、京都市役所を訪問した。京都市環境政策局 地球温暖化対策室藤田将行氏、京都市環境政策局 地球温暖化対策室 担当課長補佐 第三種電気主任技術者 吉見和彦氏、京都市環境政策局 地球温暖化対策室 担当課長補佐 瀬野伸輔氏にヒアリング調査を行った。そこで実際の条例の適用例や、設置義務量に対する達成率などについてお話を伺った。

(1) ヒアリング調査内容

- ・再生可能エネルギーの設置義務量の根拠としては「平成 22 年度の特定建築物における運用時消費エネルギーの平均値を基に、一次エネルギー換算で 1%程度の量として」(『再生可能エネルギー利用設備義務規定について』平成 24 年 4 月 1 日施行)設定されたものである。
- ・再生可能エネルギー設置の達成状況としては、平成 24 年度から平成 26 年度までの累計の利用量(万 MJ)/利用義務量(万 MJ)が算出されており、全体が 263%、非住宅が 364%、住宅が 164%である。
- ・設置義務量は達成状況などの実情に合わせて変えていくが、まず義務化することが難しいため、補助金などで補っていく。

(2) ヒアリング調査まとめ

- ・条例による再生可能エネルギーの設置義務量に対し、実際の達成状況はそれを大きく上回っていたことがわかった。この設置義務量、またその達成状況の数値は、再生可能エネルギーの設置義務量を策定し、それを全国に導入した場合のシミュレーションを行うにあたって一つの指標として利用した。

¹⁶ 京都市地球温暖化対策条例

(<http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000117/117668/jourei.pdf>) 2014/09/06 データ取得

第6章 将来予測

第1節 新築着工棟数の将来予測

建築物におけるエネルギー消費量の将来予測に先駆け、住宅・非住宅の新築着工棟数をもとに将来の新築着工棟数の将来予測を行った。まず、国土交通省「【建築物】構造別、用途別—建築物の数、床面積の合計、工事費予定額」¹⁷より1990年から2013年までの新築着工棟数の総計・住宅合計・非住宅合計を算出した。次に人口減少による建築物の新築着工棟数への影響を考慮するため、「e-Stat 政府統計の総合窓口」¹⁸より5年に一度調査される日本全国の人口(1995年～2010年までの実測値)を調べた。1995年から2010年まで5年おきの新築着工棟数と人口を比較し、一人あたりの新築着工棟数を算出した。そして、この2つの数値の相関より、2015年・2020年・2030年・2040年の一人あたりの新築着工棟数を予測した。しかし、これにより算出された新築着工棟数予測値は、人口減少幅が大きいため2030年時点でマイナスになってしまった。よって1995年から2010年までの一人あたりの新築着工棟数をグラフ化し累乗近似曲線を求め、各年にあたる累乗近似曲線上の値を一人あたりの新築着工棟数とすることとした。この累乗近似曲線の数式のxに代入する値は、5年で1増加するとして1995年から2010年までは1・2・3・4、2015年・2020年・2030年・2040年は2020年と2030年の差が10年あることを考慮して、5・6・8・10とした。このようにして算出した値が表5の新築着工棟数/人口の総計・住宅・非住宅である。最後に、内閣府による全国の人口予測¹⁹(2015年～2040年の予測値)に、算出した一人あたりの新築着工棟数を総計・住宅・非住宅それぞれかけ、2015年・2020年・2030年・2040年の新築着工棟数を算出した。

算出した結果が以下の表5とグラフ1である。

(表5)

(青字は実測値)

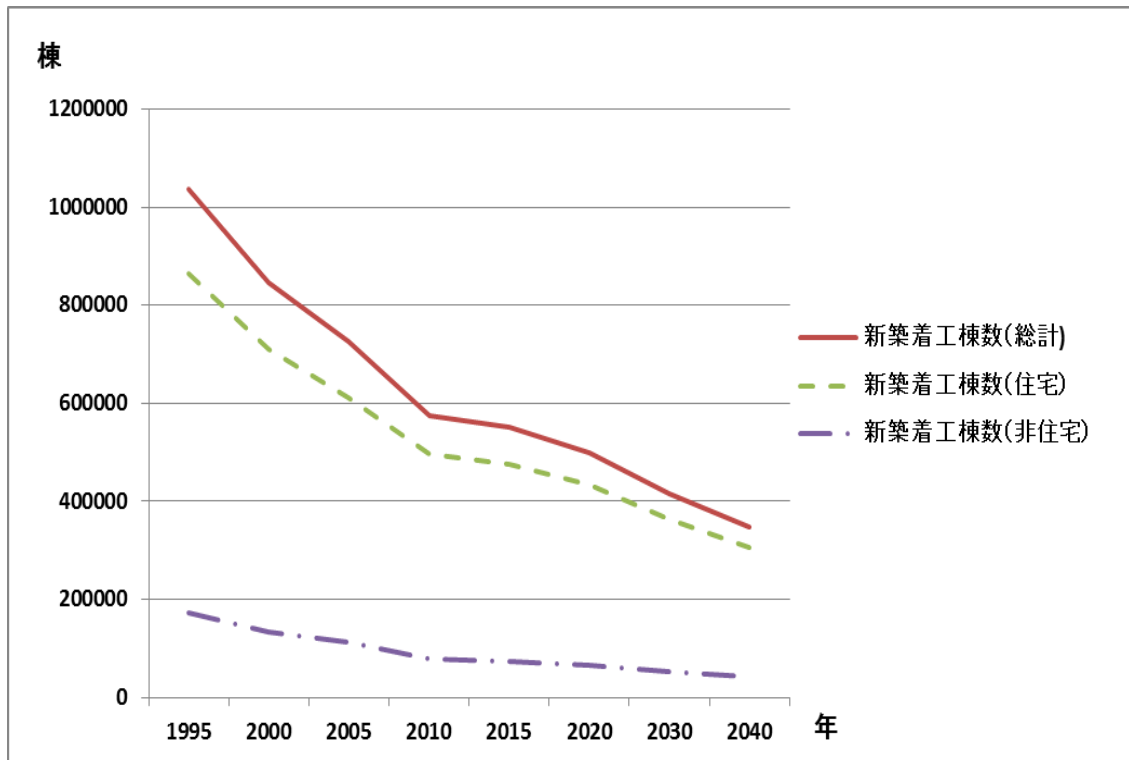
西暦	人口	新築着工総計(棟)	新築着工数(住宅)	新築着工数(非住宅)	新築着工総計/人口	新築着工数(住宅)/人口	新築着工数(非住宅)/人口
1995	125,570,246	103,745	86,492	17,253	0.008261949	0.006887969	0.00137398
2000	126,925,843	84,683	71,755	13,507	0.006671849	0.005607644	0.001064204
2005	127,767,994	72,561	61,144	11,417	0.005679153	0.004785549	0.000893604
2010	128,057,000	57,569	49,702	7,867	0.0044956	0.003881248	0.000614351
2015	126,597,000	55,011.5988	47,521.4536	7,480	0.004344586	0.003753758	0.000590854
2020	124,100,000	49,969.1248	43,339.3419	6,649	0.00402652	0.003492291	0.000535845
2030	116,618,000	41,648.17639	36,341.28695	5,356	0.003571333	0.003116267	0.000459274
2040	107,276,000	34,907.2109	30,602.8283	4,315	0.00325401	0.002852715	0.0004075

¹⁷ 国土交通省「【建築物】構造別、用途別—建築物の数、床面積の合計、工事費予定額」(<http://www.mlit.go.jp/common/001025763.xls>) 2014/10/17 データ取得

¹⁸ e-Stat 政府統計の総合窓口「全国の人口、人口増減、面積及び人口密度(大正9年～平成17年)」(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/images/xls.gif>) 2014/10/17 データ取得

¹⁹ 内閣府「年齢区分別将来人口推計」(http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2012/zenbun/s1_1_1_02.html) 2014/10/17 データ取得

(グラフ 1)



第2節 京都市の条例を全国に適用した場合のエネルギー消費量

第5章3節で紹介したように京都市は条例によって義務付けられている再生可能エネルギー利用設備の設置量（義務量）よりも、実際の再生可能エネルギー利用設備の設置量（期待量）の方が大幅に上回っている。ここではまず義務量の設置量を全国に適用した場合のエネルギー消費量「対策① 床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再エネ設備導入」として試算し、次に「対策② 床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ 以上の再エネ設備導入」として、期待量の設置量を全国に適用した場合のエネルギー消費量を試算した。そして最後に、京都市のこの条例の適用範囲を広げた場合、エネルギー消費量にどのような変化があるかを調べるために「対策③ 床面積合計 1,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再エネ設備導入」として、床面積合計を 2000 m²以上から 1000 m²以上まで広げた場合のエネルギー消費量を算出した。

この試算を行うために e-Stat 政府統計総合窓口 建築着工統計 2013 年度 表8 着工建築物:構造別（鉄筋コンクリート造）、用途別、規模別（建築物の数、床面積の合

計)²⁰ を使って床面積合計 2000 m²以上の新築着工棟数及び 1000 m²以上の新築着工棟数を算出した。これらを使って対策①から対策③までを計算する。

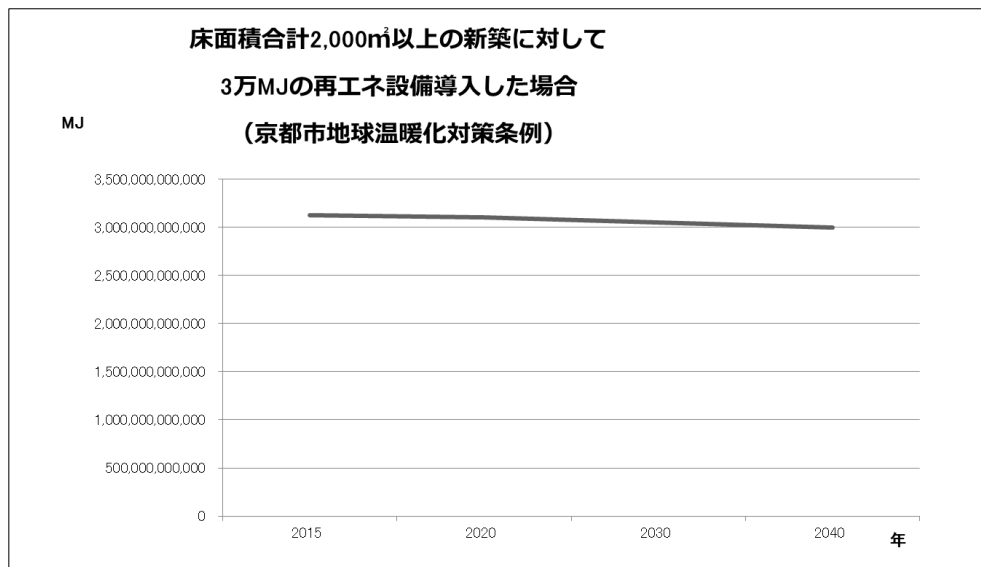
対策① 床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入

ここでは京都市の条例で義務付けられている、床面積合計 2,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入した場合の全国のエネルギー消費量を試算する。計算方法としては、この章の第 1 節で説明した、何も対策を行っていない場合のエネルギー消費量からこの政策による再生可能エネルギーの供給量（義務量ベース）を引いて算出した。式は以下の通りである。

$$\begin{aligned} & \text{新築エネルギー消費量 (新築着工棟数} \times \text{一棟あたりのエネルギー消費量)} \\ & - \text{除却エネルギー消費量 (耐用年数を迎える棟数} \times \text{エネルギー消費原単位} \times \text{延べ床面積)} \\ & + \text{既存エネルギー消費量 (2014 年までの建築物のエネルギー消費量)} \\ & - \text{この政策による再エネ供給量 (義務量ベース) (床面積合計 2,000 m}^2 \text{以上の新築着工棟数} \\ & \times 30,000 \text{MJ)} \\ & = \text{床面積合計 2,000 m}^2 \text{以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入し} \\ & \text{た場合のエネルギー消費量} \end{aligned}$$

また、政策によって義務付けを行わなかった場合と比較するために以上の計算によって算出したエネルギー消費量の 2015 年から 2040 年までの将来予測を行った。以下の図が対策①を行った場合の将来予測の推移である。対策を行わなかった場合と比較して、3.5%の削減が見られた。

(表 6)



²⁰ e-stat 政府統計総合窓口 建築着工統計 2014 年度 表 8 着工建築物:構造別(鉄筋コンクリート造)、用途別、規模別(建築物の数、床面積の合計) http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_toGL08020103_&listID=000001118772&requestSender=search 2014/10/23 データ取得

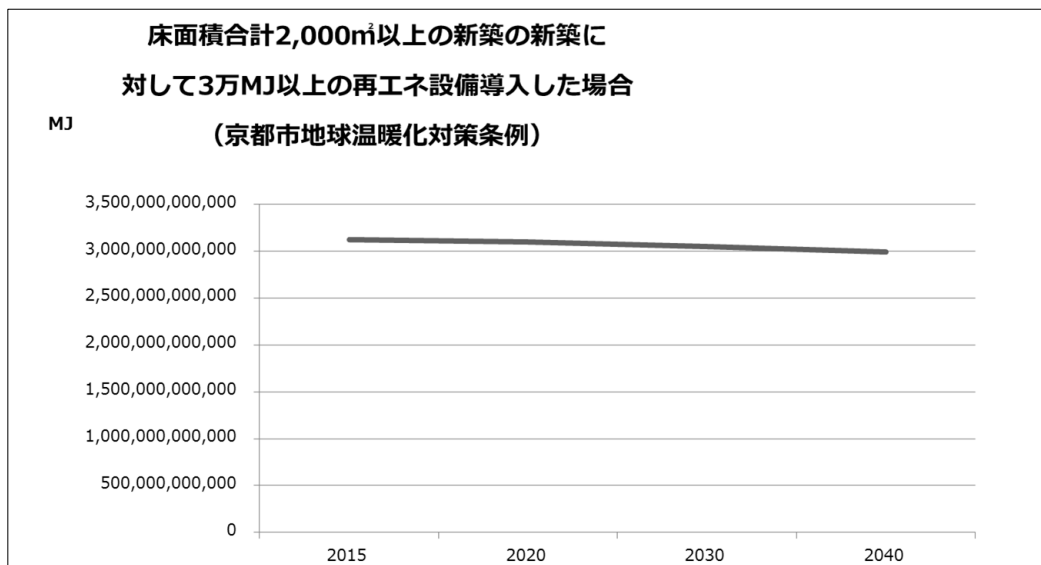
対策② 床面積合計 2,000 ㎡以上の新築に対して 3 万 MJ 以上の再生可能エネルギー利用設備を導入

ここでは京都市の実際のヒアリングによって入手した、義務量よりも上回っている、京都市の平成 24 年度から平成 26 年度までの累計の利用量(万 MJ)/利用義務量(万 MJ) (全体 263%、非住宅 364%、住宅 164%) を加味して計算した。計算方法としては、対策①と同じように、この章の第 1 節で説明した、何も対策を行っていない場合のエネルギー消費量からこの政策による再生可能エネルギーの供給量(期待量ベース)を引いて算出した。式は以下の通りである。

$$\begin{aligned}
 & \text{新築エネルギー消費量 (新築着工棟数} \times \text{一棟あたりのエネルギー消費量)} \\
 & - \text{除却エネルギー消費量 (耐用年数を迎える棟数} \times \text{エネルギー消費原単位} \times \text{延べ床面積)} \\
 & + \text{既存エネルギー消費量 (2014 年までの建築物のエネルギー消費量)} \\
 & - \text{この政策による再エネ供給量(期待量ベース) (床面積合計 2,000 ㎡以上の新築着工棟数} \\
 & \quad \times 30,000 \text{MJ} \times \text{京都市の条例の運用状況)} \\
 & = \text{床面積合計 2,000 ㎡以上の新築に対して 3 万 MJ 以上の再生可能エネルギー利用設備を導入} \\
 & \quad \text{した場合のエネルギー消費量}
 \end{aligned}$$

また、対策①と同じように政策によって義務付けを行わなかった場合と比較をするために以上の計算によって算出したエネルギー消費量の 2015 年から 2040 年までの将来予測を行った。以下の図が対策②を行った場合の将来予測の推移である。対策を行わなかった場合と比較して、4%の削減が見られた。

(表 7)



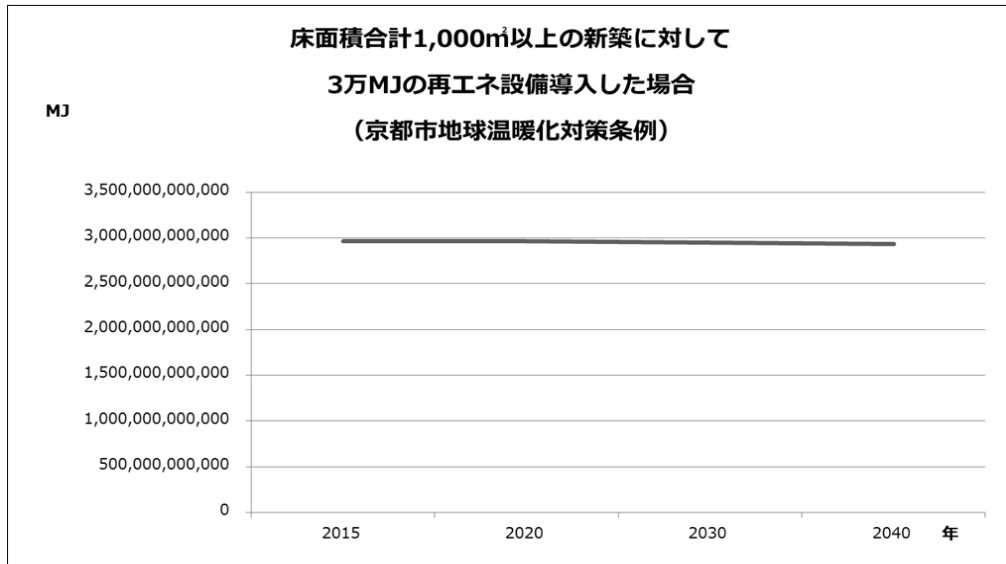
対策③ 床面積合計 1,000 ㎡以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入

ここでは京都市の条例の適用範囲を床面積合計 2000 ㎡以上から床面積合計 1000 ㎡以上にまで広げた場合のエネルギー消費量を試算した。計算方法としては、この章の第 1 節で説明した、何も対策を行っていない場合のエネルギー消費量からこの政策による再生可能エネルギーの供給量(対象拡大+義務量ベース)を引いて算出した。式は以下の通りである。

新築エネルギー消費量（新築着工棟数×一棟あたりのエネルギー消費量）
 -除却エネルギー消費量（耐用年数を迎える棟数×エネルギー消費原単位×延べ床面積）
 +既存エネルギー消費量（2014 年までの建築物のエネルギー消費量）
 -この政策による再エネ供給量（対象拡大+義務量ベース）（床面積合計 1,000 m²以上の新
 築着工棟数×30,000MJ）
 =床面積合計 1,000 m²以上の新築に対して 3 万 MJ の再生可能エネルギー利用設備を導入し
 た場合のエネルギー消費量

また、対策①、対策②と同じように政策によって義務付けを行わなかった場合と比較をするために以上の計算によって算出したエネルギー消費量の 2015 年から 2040 年までの将来予測を行った。以下の図が対策③を行った場合の将来予測の推移である。対策を行わなかった場合と比較して、6%の削減が見られた。

（表 9）



第3節 省エネルギー化を最大限義務化した場合のエネルギー消費量

<1>

ヒアリング調査の結果に基づき、将来、10 階建てまでの新築建築物は省エネルギー化と再生可能エネルギー使用量をまかなうことが可能であると仮定して予測を行うこととした。これを用いて 10 階建ての場合に建築面積²¹あたりで(エネルギー消費量)=(エネルギー発電量)と表すことができるので

A：壁面太陽光パネルによる発電量(MJ)

B：壁面太陽光パネル以外による発電量(MJ)

C：建築面積あたりのエネルギー消費量(MJ)

D：屋上太陽光パネルによる発電量(MJ)

E：太陽光パネル以外による発電量(MJ)

(表 8)

(B=D+E)

とおくと

$C=A+(D+E)/10 \cdots \textcircled{1}$

ここで

$A=D \times 0.8 \times 0.5 \times 0.2$

= (屋上太陽光パネルによる発電量) × (壁面による発電効率の低下²²) × (南向きの壁における壁面太陽光パネルの占める割合) × (建築面積に対する南向きの壁の面積の割合)²³

$C = (\text{住宅のエネルギー消費原単位} \times \text{住宅の平均建築面積}) + (\text{非住宅のエネルギー消費原単位} \times \text{非住宅の平均建築面積})$

$D = (\text{住宅と非住宅合計の平均建築面積}) \times 2/3^{24} (= \text{建築面積における太陽光パネルの占める割合}) \div (\text{太陽光パネル面積}^{25}) \times (\text{最大出力 } 0.21\text{kw}^{26}) \times 24(\text{h}) \times 365(\text{日}) \times 0.13^{27} (\text{稼働率}) \times 3.6(\text{MJ/kwh})$

によって求めることができる。

しかし、C の建築面積あたりのエネルギー消費量は、大成建設へのヒアリングによれば 2020 年には 75%削減することが可能であり、竹中工務店の HP²⁸によれば 2030 年には 85%削減するこ

	一棟あたりの建築面積(m ²)	一棟あたりの壁面の面積(m ²)	壁面÷建築面積(表 8)
合計	468	87	0.18
住宅	342	74	0.22
非住宅	1175	137	0.12

²¹ 建築面積とは、一棟あたりの延べ床面積を一棟あたりの平均階数で割った値であり、一階分の平均床面積のことである。太陽光パネルを設置する場合は建築面積全面を利用することは通常不可能であるから、2/3(注 15 より)をかけた値を使用している。

²² 東京ガスへのヒアリングより

²³ 一般社団法人 日本ビルディング協会連合会

(<http://www.iboma.or.jp/%E5%B9%B3%E6%88%90%E5%BC%92%E5%BC%95%E5%B9%B4%E5%BA%A6%E3%83%93%E3%83%AB%E5%AF%9F%E6%85%8B%E8%AA%BF%E6%9F%BB%E6%9D%B1%E4%BA%AC%E8%A6%81%E7%B4%84%E7%89%88/>) 2014/11/04 データ取得

より、平均階高は 4m、筆者が求めた平均建築面積の平方根値より建築面積の一辺の長さの平均を住宅・非住宅それぞれで求め、一棟あたりの建築面積と一階あたりの壁面の割合を比較したところ、壁面の建築面積に対する割合は住宅・非住宅ともに約 0.2 であることがわかった。(表 8)

²⁴ 「ニアリ・ネット・ゼロ・エネルギー・ビル (nnZEB)普及に関する国際動向と目標 東京理科大学 倉淵 隆 24 頁) (<http://www7.kankyo.metro.tokyo.jp/building/doc/01kurabuchi.pdf>) 2014/10/30 データ取得

²⁵ TOSHIBA プレスリリース 「住宅用太陽光発電システム事業に参入」 (http://www.toshiba.co.jp/about/press/2010_03/pr_j0101.htm) 2014/10/30 データ取得

²⁶ 同上

²⁷ 経済産業省が固定価格買い取り制度の際に便宜上設けた数値

太陽光発電総合情報 (http://standard-project.net/solar/column_words_setsubi_riyouritsu.html) 2014/10/30 データ取得

²⁸ 竹中工務店「ゼロエネルギービル」 (<http://www.takenaka.co.jp/solution/needs/zero/index.html>) 2014/10/30 データ取得

とが可能である、と予想されている。これをもとに予測したエネルギー消費量削減割合を C の値にかけ、さらにこれによって求められた C の値を、E の値を算出する際にも反映させた。以上で求められた A、C、D、E の値は以下の表 9 の通りである。

(表 9)

(単位：MJ)

	固定値	2015年	2020年	2030年	2040年
A 壁面太陽光発電量	13920.58554				
C 建築面積あたりのエネルギー消費量		425.584	491.084	539.805	478823
D 屋上太陽光発電量	174007.319236921				
E その他の再生可能エネルギー発電量		3,942,630	4,597,623	5,084,834	4475013

2015 年から 2040 年のエネルギー消費量を算出するにあたって、元となるのは第 6 章第 1 節で求めた新築着工棟数(総計・住宅・非住宅)である。まず、新築着工棟数に一棟あたりのエネルギー消費原単位をかけた値に既存建築物のエネルギー消費量を足した、現状の技術のままの建築物が消費するエネルギー消費量を求めた。(表 10)

(表 10)

(単位：MJ)

	新築着工総計(棟)	新築着工数(住宅)	新築着工数(非住宅)	エネルギー消費量(合計)	エネルギー消費量(住宅)	エネルギー消費量(非住宅)	新築エネルギー消費量(計)	新築エネルギー消費量(住宅)	新築エネルギー消費量(非住宅)
2015	550,012	475,214	74,800	3,123,496,115.746	1,860,718,764.663	1,262,777,351.084	162,051,350.359	18,271,996	162,033,078.364
2020	499,691	433,393	66,498	3,105,843,925.398	1,861,050,435.543	1,244,793,489.855	144,065,881,109	16,663,974	144,049,217,135
2030	416,482	363,413	53,069	3,065,319,407.968	1,861,513,917.822	1,203,805,490.146	116,035,225.051	13,973,225	116,021,251,826
2040	349,077	306,028	43,049	3,030,429,843.194	1,861,829,454.194	1,168,600,389.000	94,707,766.50	11,766,770	94,696,000,880

以後、ヒアリング結果を反映したシミュレーションによって求める削減されたエネルギー消費量はこの値と比較することで効果を検証していく。

既存住宅

既存住宅に関して、ZEH 化を義務づけた場合と何も対策を講じなかった場合のエネルギー消費量の変化を試算する。以下の条件を考慮した上で、ZEH 化することができる住宅が消費するエネルギー消費量を求める。ZEH 化した住宅の分のエネルギー消費量は、ZEH 化の義務化をした場合のエネルギー削減可能量と考えることができる。

(条件)

- ・住宅の耐用年数は約 47 年²⁹
- ・太陽光パネルの耐用年数は 20 年
- ・つまり、太陽光パネルをつけることが可能なのは、耐用年数が残り 20 年以上あるもの
- ・住宅に関しては屋根に 4 kWh の太陽光パネルを設置すればゼロエネルギー化は可能³⁰。
- ・既存住宅に関して存在するデータは昭和 25 年～平成 25 年 9 月

以上の条件に留意して、既存住宅のエネルギー消費量の将来予測を行なう。義務化する年は 2015 年、2020 年、2030 年と場合分けし、それぞれの年に耐用年数残り 20 年以上ある住宅が ZEH になる。

①2015 年に義務化した場合

2015 年時点で耐用年数が残り 20 年以上ある住宅は ZEH になると想定。

2015-27=1988 年=昭和 63 年

図 7 より、竣工年代が昭和 56 年～平成 25 年 9 月の住宅は ZEH になり、20 年後(2034

²⁹ 川島会計総合事務所「建物の法定耐用年数表」(<http://www1.m-net.ne.jp/k-web/genkasyokvaku/genka-tatemono.htm>) 2014/11/04 データ取得

³⁰ 竹中工務店へのヒアリング結果より

年)に耐用年数を迎え、滅失する。

本稿の「第3章第1節 既存のエネルギー消費量」において算出した竣工年代別エネルギー消費量から、ZEHになった分削減可能なエネルギー消費量を求めることができる。昭和56年～平成25年9月に竣工された住宅はZEHになるため、2015年時点で普通の住宅として消費されるはずだったエネルギー消費量は、ZEH化による削減可能量になる。
→昭和56年～平成25年9月に竣工された住宅のエネルギー消費量は783,976,879,809。

②2020年に義務化した場合

①の場合と同様に2020年時点でZEHになっている住宅のエネルギー消費量を求めることで、削減可能なエネルギー消費量を求めることができる。

→昭和56年～平成25年9月に竣工された住宅のエネルギー消費量は783,976,879,809。

③2030年に義務化した場合

→昭和56年～平成25年9月に竣工された住宅のエネルギー消費量は783,976,879,809。

(図7)

昭和25年以前
昭和26年～35年
昭和36年～45年
昭和46年～55年
昭和56年～平成2年
平成3年～7年
平成8年～12年
平成13年～17年
平成18年～20年
平成21年
平成22年
平成23年
平成24年
平成25年1月～9月

既存非住宅

非住宅の建築寿命は約60年とされており、ZEB化を既存の非住宅に導入することで大幅なエネルギー消費量の削減が可能である。そこで、ZEB化を既存の非住宅にも義務付けすることでどれほどの効果が見込めるかを示すために、ZEB技術を既存の非住宅に導入した場合と導入しなかった場合とで比較することにした。

まず、何も対策をせず現状のまま進めていった場合が第3章第2節で述べたように年間1,117,006,905,520MJとなる。

次に、ZEB技術を導入した場合であるが、現在の技術では2階までゼロエネルギー化が可能であると仮定し、また、3階以上のものに対しても、20%の省エネルギーが可能である。ソーラーパネルの耐用年数が20年であるので、1,2階であり、かつ建築寿命を60年とし、残存の建築寿命が20年以上の非住宅にのみ導入するという条件で試算を行った。新築着工統計第51表により平成20年の非住宅の総延床面積と年代ごとの新築着工延床面積が分かるため、平成20年における非住宅のうち残存の建築寿命が20年以上であるものの割合が求められる。それによると、残存の建築寿命が20年以上の非住宅は全体の88.96%であり、これだけの建築物にZEB技術が導入することができるということになる。

よって、この割合だけ1,2階はゼロエネルギー化することができ、3階以上は消費エネルギーを2割削減することができる。以下のように計算して、このときのエネルギー消費削減量は685,312,584,905MJ、すなわちエネルギー消費量全体の61.35%になった。

(表11)

建築寿命(年)	
60	
総延床面積(H20)(㎡)	1108836000
残存建築寿命20年以上(1968～)(㎡)	986442300
残存建築寿命20年以下(1967～)(㎡)	122393700
導入可能率(%)	88.96196552

(表 12)既存の非住宅への ZEB 技術導入によるエネルギー削減量

エネルギー削減量(1～2階)(MJ)	
608212906593	
エネルギー削減量(3階以上)(MJ)	
77099678312	
エネルギー削減量(合計)	エネルギー削減率(%)
685312584905	61.35258

(参考) 新築着工統計第 51 表より筆者作成

(2)新築着工予測

次に、人口変化と新築着工数の実測値から相関を求め、2030 年まで予測した。この値に第 3 章第 2 節で使用した非住宅の 1 ㎡あたりのエネルギー消費原単位と平均延床面積をかけることで、新築着工予測におけるエネルギー消費量を求めることができる。

(3)除却数予測

(1)で利用した新築着工統計第 51 表により、建築寿命を 60 年として過去の新築着工延床面積と照らし合わせることでその年の除却数を予測することができる。これも新築着工予測と同様に、非住宅の 1 ㎡あたりのエネルギー消費原単位と平均延床面積をかけることで、除却数予測におけるエネルギー消費量を予測することができる。新築着工予測と除却数予測を考慮することによって将来のエネルギー消費量の変遷を把握することができる。

<2>

京都市の条例を全国に適用した場合のエネルギー消費量を考えるにあたり、2,000 ㎡以上の建築物に再生可能エネルギー設備を設置したときのエネルギー発電量は第 6 章第 2 節で求めたとおりである。

ゆえに

(京都市の条例を全国に適用した場合のエネルギー消費量)

= (新築のエネルギー消費量) - (京都市の条例を全国に適用した場合のエネルギー発電量)

+ (既存建築物のエネルギー消費量) - (除却棟数分のエネルギー消費量)

で求められるから、以下の表 13 のようになる。

(表 13)

(単位: MJ)

エネルギー消費量(合計)	エネルギー消費量(住宅)	エネルギー消費量(非住宅)	京都市発電量(計)(MJ)	京都市発電量(住宅)(MJ)	京都市発電量(非住宅)(MJ)
3,123,496,115,746	1,860,718,764,663	1,262,777,351,084	5,189,959,830	3,475,400,544	1,714,559,286
3,105,843,925,398	1,861,050,435,543	1,244,793,489,855	28,659,016,221	19,323,145,121	9,335,871,100
3,065,319,407,968	1,861,513,917,822	1,203,805,490,146	67,513,435,508	45,900,730,771	21,612,704,737

既存エネルギー消費量(計)	既存エネルギー消費量(住宅)	既存エネルギー消費量(非住宅)	除却合計(MJ)	除却住宅(MJ)	除却非住宅(MJ)
2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520	20,210,960,333	3,948,327,533	16,262,632,800
2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520	19,877,681,431	3,615,048,631	16,262,632,800
2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520	32,371,542,803	3,148,875,603	29,222,667,200

<3>

再生可能エネルギー設備の導入や建築物の省エネルギー化を現在の技術において可能な限り最大限取り入れた場合のエネルギー消費量を考えるにあたり、本節の冒頭で述べた求め方により発電量を求めると

$$C=A+(D+E)/10 \cdots \textcircled{1}$$

の左辺は建築面積あたりのエネルギー消費量、右辺は建築面積あたりのエネルギー発電量であるから、右辺に新築着工棟数をかけたものがその年の新築建築物におけるエネルギー発電量である。ここで、2015 年から 2020 年の間は 5 年間、2020 年から 2030 年、2030 年から 2040 年までの間はそれぞれ 10 年間あり、また、2015 年に新築された建築物は設置した太陽光パネルが 20 年後に耐用年数を迎えたとしても新しい太陽光パネルを設置するので発電量が減ることはない(ただし技術革新によって同じ建築面積であっても発電量が増えることが予想されるが、その増加分は考えないこととする)。ゆえに 2015 年に新築された建築物に設置された太陽光パネルによる発電量は 2040 年まで継続されることとなる。これは 2020 年、2030 年の場合も同様のので求める式は

(2015 年のエネルギー発電量)

= (一棟あたりの建築面積) × {壁面太陽光パネルによる発電量 + (屋上太陽光パネルによる発電量 + 太陽光パネル以外による発電量) ÷ 10}

(2020 年のエネルギー発電量)

= (一棟あたりの建築面積) × {壁面太陽光パネルによる発電量 + (屋上太陽光パネルによる発電量 + 太陽光パネル以外による発電量) ÷ 10} + (2015 年のエネルギー発電量) × 5

(2030 年のエネルギー発電量)

= (一棟あたりの建築面積) × {壁面太陽光パネルによる発電量 + (屋上太陽光パネルによる発電量 + 太陽光パネル以外による発電量) ÷ 10} + (2015 年のエネルギー発電量) × 5 + (2020 年のエネルギー発電量) × 10

(2040 年のエネルギー発電量)

= (一棟あたりの建築面積) × {壁面太陽光パネルによる発電量 + (屋上太陽光パネルによる発電量 + 太陽光パネル以外による発電量) ÷ 10} + (2015 年のエネルギー発電量) × 5 + (2020 年のエネルギー発電量) × 10 + (2030 年のエネルギー発電量) × 10

となる。

さらに、省エネルギー化によって既存の建築物の 2 階までのエネルギー消費量を正味ゼロにすることが可能であると仮定し、2014 年までに建築された既存建築物数より 2015 年、2020 年、2030 年、2040 年に削減されるエネルギー消費量を耐用年数を加味して算出した。また、非住宅については<1>で述べたとおり、2020 年にエネルギー消費量 75%削減(大成建設へのヒアリングより)、2030 年にエネルギー消費量 85%削減(竹中工務店 HP より)が可能であるから、この分のエネルギー消費量も引く必要が。る。

以上より算出された再生可能エネルギー設備の導入や建築物の省エネルギー化を現在の技術において可能な限り最大限取り入れた場合のエネルギー消費量は下の表 13 のようになる。

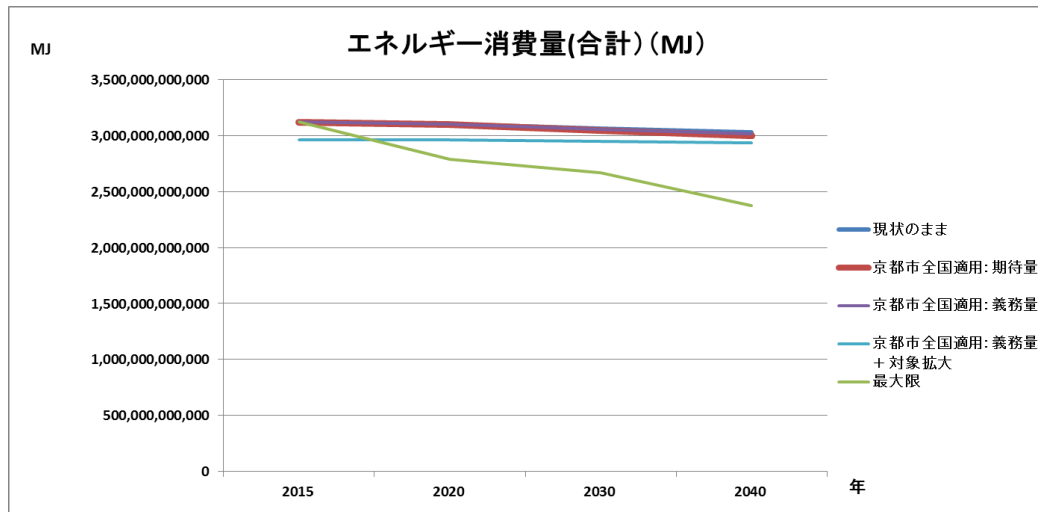
(表 14)

(単位: MJ)

	エネルギー消費量(合計)	エネルギー消費量(住宅)	エネルギー消費量(非住宅)	最大限発電量(合計)	最大限発電量(住宅)	最大限発電量(非住宅)
2015	1,546,700,198,599	1,076,596,508,818	470,103,689,781	645,637,253	145,376,036	500,261,217
2020	1,522,959,816,465	1,076,178,925,495	446,780,890,970	3,973,189,979	894,630,239	3,078,559,740
2030	1,487,481,025,997	1,074,948,264,444	412,532,761,553	11,497,140,105	2,588,773,568	8,908,366,536
2040	225,955,420,928	177,415,166,613	48,540,254,315	19,593,793,480	44,118,706,22	15,181,922,858
新築エネルギー消費量(計)	162,051,350,359	18,271,996	162,033,078,364	2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520
	144,065,881,109	16,663,974	144,049,217,135	2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520
	116,035,225,051	13,973,225	116,021,251,826	2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520
	94,707,576,650	11,766,770	94,695,809,880	2,981,655,725,720	1,864,648,820,200	1,117,006,905,520
既存エネルギー消費量(計)	20,210,960,333	3,948,327,533	16,262,632,800	783,976,879,809	685,312,584,905	108,664,294,904
	19,877,681,431	3,615,048,631	16,262,632,800	783,976,879,809	685,312,584,905	108,664,294,904
	32,371,542,803	3,148,875,603	29,222,667,200	783,976,879,809	685,312,584,905	97,051,777,153
	45,933,459,176	2,831,132,776	43,102,326,400	832,721,695,9	597,745,132,535	70,264,290,931

以上<1>～<3>より、現状のままのエネルギー消費を続けた場合、京都市の条例を全国に適用した場合、再生可能エネルギー設備の導入や建築物の省エネルギー化を現在の技術において可能な限り最大限取り入れた場合の 3 つのシミュレーション結果をまとめたのが下のグラフ 2 である。

(グラフ 2)



このグラフからわかるとおり、新築の 2,000 m²の建築物に京都市の定める 3 万 MJ 以上の再生可能エネルギー設備の設置を全国義務付けた場合、その利用量が義務量の約 2～3 倍であったとしても、効果は大変小さいことが伺える。数値で表すと 2015 年時点の現状のままのエネルギー消費量から 2040 年時点の京都市条例の全国適用（義務量+対象拡大）のエネルギー消費量削減割合は約 6%なのに対し、2040 年時点の最大限省エネルギー化した場合のエネルギー消費量の削減率は約 23.9%である。単に建築物数の違いから見ても既存建築物のほうが多く、既存建築物にも規制をかけなければ建築物の省エネルギー化を進めることは困難であるとわかった。

第4節 既存建築物への省エネ技術導入時期における経済効果

既存建築物において省エネルギー技術を早急に導入する必要性を示すために、既存建築物への省エネルギー技術導入を開始する時期を 2015 年と、それ以降の場合を予測した。2015 年に導入を開始した場合と比較することにより、早期に導入することで発電においてどれほどのコストを削減することができるかを求めた。具体的な算出方法は以下のとおりである。

I 年間の導入施設数

2015 年における既存の建築物のうち床面積の合計が 2000 m²以上の施設数の 1/20 を、年間の技術導入施設数として定める。

II 導入の開始時期

導入の開始時期を 2015 年、2020 年、2025 年、2030 年、2040 年のパターンに分けて試算し、それぞれ 2015 年から導入した場合とエネルギー消費量を比較する。

III 発電コスト

II で求めた導入開始時期による建築物のエネルギー消費量の差に 1kwh あたりの発電コストをかける。

以上のことにより、既存建築物において省エネルギー技術の導入時期が 2015 年から何年遅れることにより、発電においてどれほどのコストを浪費してしまうかを求めることができる。

(表 15)年間の導入義務数

	年間導入義務数(棟)
住宅	290221
非住宅	5820

(表 16)エネルギー消費量の差(住宅)

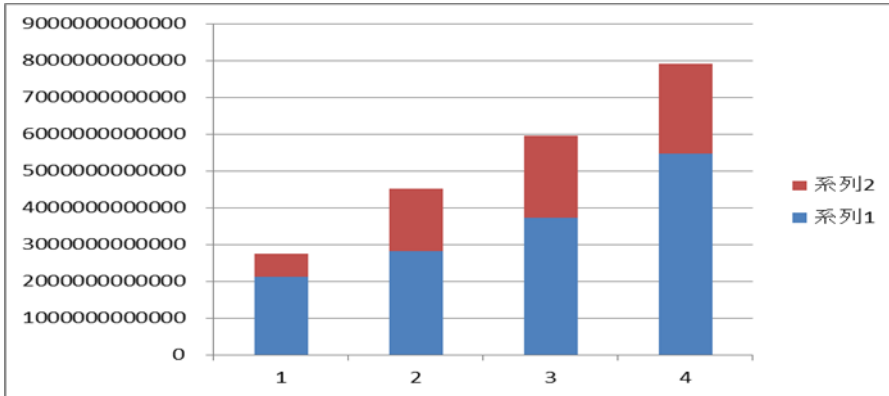
	導入義務数(施設)	未導入(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)
2015	290221	5514195	0	5804416	0	5804416	0	5804416	0	5804416	0	5804416
2016	290221	5223974	0	5564996	0	5564996	0	5564996	0	5564996	0	5564996
2017	290221	4933753	0	5245770	0	5245770	0	5245770	0	5245770	0	5245770
2018	290221	4643533	0	4926543	0	4926543	0	4926543	0	4926543	0	4926543
2019	290221	4353312	0	4607317	0	4607317	0	4607317	0	4607317	0	4607317
2020	290221	4063091	290221	4317096	0	4208284	0	4208284	0	4208284	0	4208284
2021	290221	3772870	290221	4026875	0	4396406	0	4396406	0	4396406	0	4396406
2022	290221	3482649	290221	3736655	0	4185494	0	4185494	0	4185494	0	4185494
2023	290221	3192429	290221	3446434	0	3974583	0	3974583	0	3974583	0	3974583
2024	290221	2902208	290221	3156213	0	3763671	0	3763671	0	3763671	0	3763671
2025	290221	2611987	290221	2865992	290221	3473450	0	3552760	0	3552760	0	3552760
2026	290221	2321766	290221	2575771	290222	3183228	0	3341848	0	3341848	0	3341848
2027	290221	2031546	290221	2285551	290223	2893006	0	3130937	0	3130937	0	3130937
2028	290221	1741325	290221	1995330	290224	2602782	0	2920025	0	2920025	0	2920025
2029	290221	1451104	290221	1705109	290225	2312557	0	2709114	0	2709114	0	2709114
2030	290221	1160883	290221	1414888	290226	2022331	290221	2418893	0	2287291	0	2287291
2031	290221	870662	290221	1124668	290227	1732104	290221	2128672	0	2067637	0	2067637
2032	290221	580442	290221	834447	290228	1441877	290221	1838451	0	1847983	0	1847983
2033	290221	290221	290221	544226	290229	1151648	290221	1548230	0	1628329	0	1628329
2034	290221	0	290221	254005	290230	861418	290221	1258010	0	1408675	0	1408675
2035	0	0	254005	0	290231	571187	290221	967789	0	1189021	0	1189021
2036	0	0	0	0	290232	280956	290221	677568	0	969367	0	969367
2037	0	0	0	0	280956	0	290221	367347	0	749713	0	749713
2038	0	0	0	0	0	0	290221	97126	0	530059	0	530059
2039	0	0	0	0	0	0	97126	0	0	310405	0	310405
2040	0	0	0	0	0	0	0	0	290221	20184	0	20184
2041	0	0	0	0	0	0	0	0	20184	0	0	0
2042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	2015年から対策			2020年から対策			2025年から対策			2030年から対策			2040年から対策		
	導入義務数(施設)	未導入(施設)	2015~との差(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	2020~との差(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	2025~との差(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	2030~との差(施設)	導入義務数(施設)	未導入(施設)	2040~との差(施設)
2015	5820	110584	0	116404	5820	0	116404	5820	0	116404	5820	0	116404	5820	0
2016	5820	104764	0	114138	9374	0	114138	9374	0	114138	9374	0	114138	9374	0
2017	5820	98944	0	111871	12927	0	111871	12927	0	111871	12927	0	111871	12927	0
2018	5820	93123	0	109604	16481	0	109604	16481	0	109604	16481	0	109604	16481	0
2019	5820	87303	0	107338	20034	0	107338	20034	0	107338	20034	0	107338	20034	0
2020	5820	81483	5820	96984	15501	0	102804	21321	0	102804	21321	0	102804	21321	0
2021	5820	75663	5820	91164	15501	0	100336	24674	0	100336	24674	0	100336	24674	0
2022	5820	69843	5820	85343	15501	0	97869	28026	0	97869	28026	0	97869	28026	0
2023	5820	64022	5820	79523	15501	0	95401	31379	0	95401	31379	0	95401	31379	0
2024	5820	58202	5820	73703	15501	0	92934	34731	0	92934	34731	0	92934	34731	0
2025	5820	52382	5820	67883	15501	5820	84646	32284	0	90466	38084	0	90466	38084	0
2026	5820	46562	5820	62062	15501	5820	78826	32284	0	87123	40561	0	87123	40561	0
2027	5820	40742	5820	56242	15501	5820	73005	32284	0	83779	43038	0	83779	43038	0
2028	5820	34921	5820	50422	15501	5820	67185	32284	0	80436	45515	0	80436	45515	0
2029	5820	29101	5820	44602	15501	5820	61365	32284	0	77093	47992	0	77093	47992	0
2030	5820	23281	5820	38782	15501	5820	55545	32284	5820	67929	44648	0	73749	50469	0
2031	5820	17461	5820	32961	15501	5820	49724	32284	5820	62109	44648	0	70145	52684	0
2032	5820	11640	5820	27141	15501	5820	43904	32284	5820	56289	44648	0	66540	54900	0
2033	5820	5820	5820	21321	15501	5820	38084	32284	5820	50469	44648	0	62936	57116	0
2034	5820	0	5820	15501	15501	5820	32284	32284	5820	44648	44648	0	59331	59331	0
2035	0	0	5820	9680	9680	5820	26444	26444	5820	38828	38828	0	55727	55727	0
2036	0	0	5820	3860	3860	5820	20623	20623	5820	33008	33008	0	52283	52283	0
2037	0	0	3860	0	0	5820	14803	14803	5820	27188	27188	0	48840	48840	0
2038	0	0	0	0	0	5820	8983	8983	5820	21367	21367	0	45396	45396	0
2039	0	0	0	0	0	5820	3163	3163	5820	15547	15547	0	41952	41952	0
2040	0	0	0	0	0	3163	0	0	5820	9727	9727	5820	38509	38509	0
2041	0	0	0	0	0	0	0	0	5820	3907	3907	5820	32689	32689	0
2042	0	0	0	0	0	0	0	0	3907	0	0	5820	26868	26868	0
2043	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5820	21048	21048	0
2044	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5820	15228	15228	0
2045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5820	9408	9408	0
2046	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5820	3587	3587	0
2047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3587	0	0	0

(表 18)発電コスト(1kwh あたり)

発電コスト | 11 (円・kwh) |

(グラフ 3)対策が遅れることにより発生する発電コスト(2015 年比)



このグラフからわかるとおり、2020 年に既存建築物への省エネルギー技術の導入を開始した場合、2015 年導入開始した場合と比べ、2 兆 7497 億 6966 万 2409 円発電コストが発生する。また、2025 年導入開始の場合は 4 兆 5265 億 8900 万 7087 円、2030 年からでは 5 兆 9639 億 722 万 4176 円、2040 年からでは 7 兆 9032 億 8126 万 1289 円の発電コストが生じる。このことより、既存建築物においても早急に省エネルギー技術を導入していかなければならないことが言える。

第7章 政策提言

以上のことから、政策提言のポイントとして以下の3点が挙げられる。

- ①新築のみならず既存の建築物まで規制の対象を広げる
- ②再生可能エネルギー利用設備の容量を3万MJよりも大きいものにする
- ③再生可能エネルギー利用設備設置対象を2,000㎡以下のものにも広げる

京都市の「2,000㎡以上の特定建築物には3万MJ以上の再生可能エネルギー利用設備の設置を義務付ける」という条例が国の法律として適用された場合の試算において、全国の新築の建築物にそのまま適用しても、また京都市の利用状況を全国に反映しても、どちらも何も対策を行わなかった場合とエネルギー消費量がほとんど変わらず、エネルギー消費量削減のための対策としては効果があまり期待できないということがわかった。

このことから、新築のみならず既存の建築物にも対象を広げ、さらに再生可能エネルギー設備の設置義務の規制の範囲を3万MJより大きいものにし、2,000㎡以下の建築物まで広げる必要がある。

大成建設や竹中工務店へのヒアリング結果をもとに、建築物のエネルギー消費量を最大限削減し、可能な限り再生可能エネルギー設備を設置した場合のエネルギー消費量の試算結果は第6章第3節の(表14)と(グラフ2)の通りであり、京都市の条例を全国に適用した場合と比較して導入の効果は大きいことが見込める。

この試算結果と、2015年・2020年・2030年の各年において何も対策を講じなかった場合を比較すると、一年あたりのエネルギー消費量は平均で1,579,172,802,684MJ少なく、半分以下に収めることができることがわかる。つまり対策が1年遅れるごとに1,579,172,802,684MJずつ、およそ2倍のエネルギー消費量を浪費してしまうと言える。

表に示した数値は2015年から導入した場合の数値であるから、もし2020年から導入する場合は2015年から2020年までの間に $1,579,172,802,684(\text{MJ}) \times 5(\text{年}) = 7,895,864,013,420(\text{MJ})$ のエネルギー消費量を浪費してしまい、2030年から導入する場合は2015年から2030年までの間に23,687,592,040,259(MJ)のエネルギー消費量を浪費してしまうことになる。

ゆえに、新築建築物に対しても既存建築物に対しても可能な限りのエネルギー消費量削減と再生可能エネルギー設備の設置を早急に義務付けることが求められる。

先行研究・参考文献・データ出典

- ・財務省貿易統計 世界年度別(輸入)

(<http://www.customs.go.jp/toukei/suii/html/time.htm>) 2014/09/06 データ取得

- ・資源エネルギー庁総合政策課 「平成 24 年度(2012 年度)におけるエネルギー需給実績」

(www.enecho.meti.go.jp/statistics/total_energy/pdf/stte_014.pdf) 2014/09/06 データ取得

- ・社団法人日本建設業連合会「建築分野の省エネ対策等について」(2012 年 3 月 1 日)

(http://www.nikkenren.com/rss/pdf/220/201203_shoene.pdf) 2014/11/2 データ取得

- ・中上英俊 「民生部門の省エネルギーへの期待と課題」

(http://www.rite.or.jp/news/events/pdf/Nakagami_ALPSII_2013.pdf#search='%E6%B0%91%E7%94%9F%E9%83%A8%E9%96%80%E3%81%AE%E7%9C%81%E3%82%A8%E3%83%8D%E3%83%AB%E3%82%AE%E3%83%BC%E3%81%B8%E3%81%AE%E6%9C%9F%E5%BE%85%E3%81%A8%E8%AA%B2%E9%A1%8C') (2013 年 2 月 27 日)による 2014/11/2 データ取得

- ・経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー対策課「ZEB を巡る最近の政策動向」(2011 年 5 月)

(<http://jcma.heteml.jp/bunken-search/wp-content/uploads/2011/05/009.pdf>)

2014/11/02 データ取得

- ・経済産業省 「エネルギー基本計画」

(http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf)

2014/11/03 データ取得

- ・建築物エネルギー消費量調査報告

(http://www.bema.or.jp/src/sc761/bema_digest_36.pdf)

2014/11/01 データ取得

- ・法人建物調査

(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do? toGL08020103 &tclassID=000001030800&cycleCode=0&requestSender=dsearch>) 2014/11/01 データ取得

- ・法人建物調査第 23 表(<http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000009049793>)

2014/10/31 データ取得

- ・RIETI 都道府県別エネルギー消費統計

(<http://www.rieti.go.jp/users/kainou-kazunari/energy/index.html>) 2014/11/01 データ取得

- ・京都市地球温暖化対策条例

(<http://www.city.kyoto.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/0000117/117668/jourei.pdf>)

2014/09/06 データ取得

・中央環境審議会地球環境部会「中央環境審議会地球環境部会意見具申 東日本大震災を踏まえ地球温暖化対策の観点から、復旧・復興、電力需給逼迫解消等において配慮すべき事項」環境省

(<https://www.env.go.jp/council/02policy/y020-65/ref03.pdf>)

2014/11/04 データ取得

・中上英俊（2011）「東日本大震災後のエネルギー政策とZEBへの期待」

『NEDO省エネルギーフォーラム2011』講演資料 住環境計画研究所

(<http://www.nedo.go.jp/content/100432755.pdf>) 2014/11/04 データ取得

・国土交通省 総合政策局 情報安全・調査課 建設統計室（2010）「建築物ストック統計検討会 報告書」国土交通省

(<http://www.mlit.go.jp/toukeijouhou/chojou/stockhoukokusyo.pdf>)

2014/11/04 データ取得