既存建物の補助事業を活用した省エネルギー改修の実態に関する調査研究

STUDY ON REFURBISHMENT UTILIZING THE SUBSIDY SYSTEM OF EXISTING BUILDING FOR ENERGY CONSERVATION

青笹 健 — * 1 秋元孝之 — * 2
清家 剛 — * 3 鷺崎桃子 — * 4
太田仁子 — * 5

Ken AOZASA — * 1 Takashi AKIMOTO — * 2
Tsuyoshi SEIKE — * 3 Momoko WASHIZAKI — * 4
Hitoko OHTA — * 5

キーワード：
省エネ改修, アンケート調査, ヒアリング調査, 躯体改修, 設備改修

Keywords:
Energy conservation refurbishment, Questionnaire survey, Interview, Flame refurbishment, Equipment refurbishment

We studied the actual condition and problems of energy conservation refurbishment projects utilizing the national subsidy system by questionnaire survey and interviews. One of the features of this study is to have grasped the actual condition about frame refurbishment of non-residence buildings with few repair examples. The refurbishment projects are implemented together with replacement of the existing equipment in many cases. And most of them are partial frame refurbishment. One of the subjects both the building owner and the construction builder pointed out was that the unclear cost-effectiveness of frame refurbishment.

1. はじめに

我が国では、住宅・建築物の省エネルギー対策として、一定規模以上の新築時、増改築時、大規模修繕時に省エネルギー措置の届出等が義務化され、近年、その対象規模が拡大されるなど、規制が強化されている。また、新築については、省エネルギー基準の適合義務化の方針も打ち出されている¹⁾。一方、膨大なストック建物の省エネルギー対策も重要と指摘され²⁾、省エネルギー改修（以下、省エネ改修）を支援する補助制度も拡充されている。

こうしたなか、筆者らは、補助事業を活用して省エネ改修を実施した事業者に対するアンケート及びヒアリング調査を行う機会を得て改修工事や事業者意識等の実態、課題を分析したので報告する。

2. 既存建物に関する省エネルギー対策の動向

エネルギー使用の合理化に関する法律（以下、省エネ法）における建築主等に対するエネルギー使用の合理化に関する判断の基準（以下、省エネ基準）の変遷を表1に示す。省エネ基準は1980年の制定後、住宅は基準値の強化、住宅以外の用途（以下、非住宅）は対象となる建物用途、設備の拡大と基準値の強化が行われている。

省エネ改修の省エネ効果には、改修前の断熱、設備仕様が大きく影響するが、既存建物では詳細の仕様が分からないことも多く、竣工当時の省エネ基準の水準がその推測の手掛かりの一つになる。

また、近年の省エネ改修に対する補助制度の例を表2に示す。補助対象となる建物用途、工事種別、補助率等に違いはあるが、多くの制度で開口部や外壁等の断熱改修（以下、躯体改修）、空調、照明

表1 住宅・建築物の省エネ基準の変遷

	住宅	建築物（非住宅）
1980年	昭和55年基準制定	[事務所] PAL, CEC/AC 制定
1985年		[物販店舗] PAL, CEC/AC 制定
1991年		[ホテル・旅館] PAL, CEC/AC 制定
1992年	平成4年基準制定	
1993年		[ホテル/病院/物販店舗/事務所/学校] PAL, CEC/AC, CEC/V, CEC/L, CEC/HW, CEC/EV 制定
1999年	平成11年基準制定	[飲食店] PAL, CEC/AC, CEC/V, CEC/L, CEC/HW, CEC/EV 制定 各用途の判断基準値の強化
2003年		[集会所/工場] PAL, CEC/AC, CEC/V, CEC/L, CEC/HW, CEC/EV 制定
2009年	住宅事業建築主基準制定	

表2 省エネ改修に関わる補助制度の動向

名称	所管	創設年度	対象建物 住宅 建築物	対象事業 新築 改修	対象工事 躯体 設備	補助率
住宅・建築物高効率エネルギーシステム導入促進事業	経済産業省	1999	○ ○	○ ○	○ ○	1/3
住宅・建築物省CO ₂ 先導事業 ^{注2)}	国土交通省	2008	○ ○	○ ○	○ ○	1/2
長期優良住宅先導事業 ^{注2)}	国土交通省	2008	○ —	○ ○	○ (住宅全体)	提案内容により異なる
建築物省エネ改修推進事業 ^{注2)}	国土交通省	2008	— ○	— ○	○ ○	1/3
住宅エコポイント	国土交通省 経済産業省 環境省	2009	○ —	○ ○	○ ○	1戸あたり30万ポイント
地域グリーンニューデール基金(省エネ改修補助事業)	環境省 (地方公共団体)	2009	— ○ (中小企業等)	— ○	○ ○	1/3等

¹⁾ 芝浦工業大学大学院理工学研究科
(〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5)

²⁾ 芝浦工業大学工学部建設工学科 教授・博士(工学)

³⁾ 東京大学大学院新領域創成科学研究科 准教授・博士(工学)

⁴⁾ 東京大学大学院新領域創成科学研究科

⁵⁾ ㈱大気社

¹⁾ Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

²⁾ Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng.

³⁾ Assoc. Prof., Graduate School of Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

⁴⁾ Graduate School of Frontier Sciences, The Univ. of Tokyo

⁵⁾ Taikisha Ltd.

等の建築設備の改修（以下、設備改修）が補助の対象となっている。さらに、エコポイントや地方公共団体が国の補助を得て設立した基金の活用など、省エネ改修に対する支援の新たな方向も見られる。また、こうした補助事業を活用した省エネ改修の省エネ効果については、設備改修の結果等を中心とした報告もなされている³⁾。

3. 調査目的

本調査は、国土交通省が実施した「住宅・建築物省エネ改修緊急促進事業（以下、平成 20 年度事業）」、「住宅・建築物省エネ改修推進事業（以下、平成 21 年度事業）」を活用した省エネ改修事業を対象に、当該事業に関わる事業者へのアンケート及びヒアリング調査に基づいて、既存建物における省エネ改修工事の実態や課題を把握し、今後の省エネルギー対策の促進に寄与することを目的とする。

当該事業は、住宅及び非住宅について、一定水準以上の省エネ効果が期待される省エネ改修事業を支援するもので、平成 21 年度事業では、躯体改修が必須要件となっている^{注3)}。なお、当該事業は、平成 22～23 年度は非住宅用途の建築物を対象として、名称を変更しつつ、同様の枠組みで継続されている。

本報では、まず、躯体改修が応募の必須要件となった平成 21 年度事業に関わる事業者へのアンケート調査結果に基づき、改修工事の実態や課題を分析した。また、一連の補助事業が初めて実施された平成 20 年度事業に関わる事業者へのヒアリング調査結果に基づき、省エネ改修の市場動向等を把握した。本報は、未だ改修事例が少ない非住宅における躯体改修に関して、実態の把握と課題の分析を行っている点が特徴である。

4. アンケート調査結果

4.1 調査概要

アンケート調査は、省エネ改修工事の実態、事業実施に関わる事業者の意識等を把握することを目的に、平成 21 年度の採択事業を対象に実施した。アンケートでは、表 3 に示す調査項目ごとに 3～8 個の設問を設け、単一回答（以下、SA）、複数回答（以下、MA）による選択方式を主とし、一部自由回答方式を用いた。調査票の送付数は 716 通で、返信数が 440 通、有効返信数が 426 通であり、有効返信率は 59% となった。なお、一通のアンケートで複数物件の回答が寄せられたものもあり、建物単位の有効回答数としては、非住宅 210 件、住宅 433 件である。

表 3 アンケート調査概要

項目	内容
実施期間	2009 年 3 月、7 月（回答期間 約 2 週間）
調査方法	調査票を郵送、郵送又はメールにて回答
調査項目	①回答者属性、②改修建物の用途・改修内容、③応募事業に対する感想、④省エネ改修を実施する際の課題、⑤今後の省エネ改修に関する要望、関心
送付・返信数	送付 716 通・返信 440 通（有効 426、有効返信率 59%）
有効回答(建物数)	非住宅 207 件（210 件）、住宅 219 件（433 件）

4.2 省エネ改修工事の実態に関する調査結果

(1) 対象建物の概要

改修の対象建物の用途は、非住宅では、事務所(自社ビル)が最も

多い。次いで物販店・飲食店、福祉施設の順に多く、幅広い用途で改修が行われている(図 1)。また、非住宅の築年数を見ると、築 15 年から築 25 年が多く、設備の更新時期に差し掛かっている建物が多いと推察される(図 2)。

図 1 改修対象建物の用途 (MA)

図 2 改修対象建物の築年数（非住宅、SA）

(2) 回答者の概要

当該事業では、補助金受給者（建物所有者等）に代わり、関連する事業者が事務代行者として応募手続き等を進めることが認められており、アンケートも事務代行者等からの回答が多い（図 3）。回答者の業種としては、住宅では改修会社や設計事務所、非住宅では設備施工会社や設備改修会社が多く、幅広い事業者が関わっていることが分かる(図 4)。

図 3 回答者の属性（役割、MA）

図 4 回答者の属性（業種、MA）

また、建物所有者の省エネ改修に対する関心と改修計画の有無を見ると、省エネ改修そのもののへの関心は非住宅、住宅とも比較的高いが、中長期的な改修計画に関しては、住宅での関心があまり高くない様子も窺える（図5）。

図5 所有者の改修への関心、改修計画の有無（SA、無回答除く）

(3) 省エネ改修工事の内容

躯体改修について、非住宅では、開口部、屋根面（屋根・屋上、天井）に関わる改修が多く、壁面の改修はあまり行われていない。一方、住宅では、大半が開口部の改修を実施しており、壁・床・天井も一定の割合で改修されている（図6）。これは、当該事業において、住宅では、開口部と壁・床・天井を組み合わせた改修メニューを選択して応募することが可能^{注4)}であったことも関係していると考えられる。また、躯体改修における部位別の改修割合を見ると、非住宅では各部位とも改修割合50%以下が多く、部分的な改修にとどまっている様子が窺える（図7）。

設備改修について、非住宅では大半が空調用エネルギー消費に関わる熱源設備^{注5)}及び空調設備の改修を実施している。一方、住宅では熱源設備の改修が高い割合となっているほか、自然エネルギー（太陽光発電等）の導入も見られる（図6）。なお、当該事業では、家電製品に類するものは補助対象外とされ、家庭用ルームエアコン等の設置には本事業を適用できない点は留意が必要である。

図6 改修工事の内容（MA）

図7 躯体改修における部位別改修割合（SA）

(4) 改修工事期間中の建物使用状況

改修工事は、非住宅、住宅とも「居ながら工事」による実施数が多い。非住宅では、居ながら工事でも夜間、週末、中間期に工事が実施されており、執務者への影響を回避する配慮が見られる。住宅では、居ながら工事でも執務者（居住者）への影響なしとの回答が大半となっており、住宅と非住宅での違いが見られる（図8）。

図8 改修工事期間中の建物使用（MA）

4.3 事業者意識に関する調査結果

(1) 補助事業の応募動機と良かった点

応募動機に関して、非住宅では「設備更新時期を迎えた」「補助金が支給されるので」との回答率が高いが、その他にも「中長期的な改修計画があった」「エネルギーコスト上昇への対応」など、幅広い点が挙げられている。一方、住宅では、「補助金が支給されるので」、「関係事業者から提案があった」との受動的な回答も多い（図9）。

補助事業の良かった点としては、非住宅、住宅とも「関連工事費が対象であった」、「補助率の条件がよかった」といった費用面での条件の良さに関する回答率が高いほか、「簡易計算」「組み合わせの提示」などの申請書類等における分かり易さや応募のし易さといった点の回答率も高い（図10）。

【選択肢】

- 設備機器が古くなり更新時期を迎えた
- もともと中長期的な改修計画があった
- 躯体が老朽化して改修時期を迎えた
- 補助金が支給されるので
- エネルギーコスト上昇への対応を考えた
- 設備機器の補修費が高くなった
- 省エネの推進、地球温暖化防止への寄与を考えた
- 施主の環境意識が高かった
- 省エネ法改正等の国や自治体の規制強に対応した
- 関係事業者からの提案があった
- 省エネ診断を受けた、実施した
- ESCO 提案があった
- その他

図9 補助事業への応募動機（MA、上位三つまで）

【選択肢】

- 1 改修の関連工事費が補助金の対象であった
- 2 補助率の上限が「1/3」であり、他の補助金と比較して条件が良かった
- 3 発注方法に細かい規定を課していないかった
- 4 提案者が代行者でもよかった、資格がなかった
- 5 補助の要件が高くなかった
- 6 工事業者の入札、相見積りが要求されなかった
- 7 報告期間が改修工事後、1年間と短かった
- 8 省エネ率の簡易計算が可能で申請が容易だった(非住宅)
- 9 早見表で対象となる改修工事の組合せが示されていた(住宅)
- 10 申請書類の作成が簡単であった
- 11 エネルギー事業者やメーカーとの協力が得やすかった
- 12 その他

図 10 補助事業の良かった点 (MA、上位三つまで)

(2) 省エネ改修における課題

非住宅では、躯体改修、設備改修とも「改修工事の初期投資や規模が大きくなること」「建物使用が制限されること」を課題とする回答が多い(図 11)。また、「費用対効果が分かりにくい」との回答は、躯体改修が設備改修と比べて回答率が高く、躯体改修の中で最も多い回答となっている。これは躯体改修が必須ではない平成 20 年度事業のアンケートでも同様の傾向が示されており⁴⁾、非住宅の躯体改修における大きな課題の一つであると言える。

住宅では、躯体改修、設備改修とも「改修工事の初期投資の大きさ」の回答率が最も高く、躯体改修では「改修工事の規模が大きくなること」との回答も多い。また、「費用対効果がわかりにくい」との回答も多いが、躯体改修と設備改修の差は非住宅ほど大きくない(図 11)。

図 11 省エネ改修が難しい理由 (MA、上位三つまで)

(3) 今後の省エネ改修への関心

躯体改修の場合、非住宅では今後の予定なしとの回答が最も多いが、住宅では開口部断熱・遮熱、屋根断熱、外壁断熱への関心が高い(図 12)。設備改修の場合、非住宅では今後の予定なし、照明設備の順に回答が多く、住宅では、太陽光発電、照明設備、給湯設備への関心も高い(図 12)。なお、今後の改修への関心と中長期的な改

修計画の有無についてクロス集計を試みたが、改修計画の有無による違いは見られなかった^{注6)}。

図 12 今後実施したい省エネ改修 (躯体改修、MA)

図 13 今後実施したい省エネ改修 (設備改修、MA)

4.4 非住宅における躯体改修を中心とする特徴分析

(1) 分析方針

当該事業では、改修事例が未だ少ない非住宅においても躯体改修が必須要件として実施されている。一方、アンケート結果では、前述のように、躯体改修が部分改修にとどまっていること、設備改修と比べて費用対効果が分かりにくいとの指摘が多いなどの課題が分かった。そこで、非住宅の躯体改修に焦点を当て、クロス集計によって、用途別、事業者別等の特徴分析を試みた。

(2) 建物用途別の躯体改修傾向

アンケートで回答数が多い事務所、ホテル、病院、物販店、福祉施設(入所施設)の5用途について、単一用途建物を対象に、躯体改修の傾向分析を行った。対象建物件数は、表4のとおりである。

表 4 単一用途建物の用途別回答数

事務所	ホテル	病院	物販店	福祉施設 (入所施設)
67	20	24	23	21

分析対象建物の築年数について、用途別の傾向を図 14 に示す。全体的に、築 10～30 年の建物が高い割合を占めるが、事務所、ホテルでは築 20～30 年、物販、福祉施設では築 10～20 年の建物の割合が高いといった違いも見られる。

用途別の躯体改修の内容を図 15 に示す。病院で屋根・屋上・天井、福祉施設で開口部の割合がやや高いものの、いずれの用途も、屋根・屋上・天井と開口部の改修が多く、用途による大きな違いは見られない。当該事業では、応募建物の平均規模は約 3,000 m²と中小規模の建物が多く、事務所、物販店など、用途によって建物形状に違いが見られることが報告されている⁶⁾。一方、実施した躯体改修手法には建物用途による違いが見られず、建物の形状等に応じた熱的な最適手法の採用よりも、工事の実施しやすさなど他の要因が優先さ

れ、実施手法が選択されているとも考えられる。

図 14 築年数の構成比率（用途別、不明除く）

図 15 躯体改修の内容（用途別）

(3) 事業者による意識の違い

当該事業では、工事施工者や設備機器会社等が事務代行者や作業協力者として事業に関わっている。ここでは建物所有者と事務代行者等の立場の違いに着目し、事業者意識の傾向分析を試みた。

図 16 に補助事業の良い点に関する回答を示す。建物所有者は費用面での条件の良さに関する項目で特に回答率が高く、関連事業者との協力が得やすいとの回答率も高い。事務代行者等も費用面での条件の良さに関しては高い回答率であるが、加えて申請書類の容易さや発注方式、代行者の提案が可能といった応募手続きに関わる項目の回答率も高く、事業に関わる立場によって若干の違いが見られる。

図 17 に躯体改修の難しい理由に関する回答を示す。建物所有者、事務代行者等のいずれも「費用対効果がわかりにくい」との回答率が最も高く、建物所有者の回答率が事務代行者等よりも高い。また、事務代行者等では、「建物使用が制限される」と工事施工に関わる項目の回答率も高くなっている。

さらに、「費用対効果がわかりにくい」との回答に着目し、事業者別の違いを分析したものが図 18、図 19 である。図 18 は、事務代行者等の回答に関して、「費用対効果がわかりにくい」とする回答率を業種別に示したものであるが、全回答者と「費用対効果がわかりにくい」とする回答者の業種別の分布はほぼ同様であり、業種による偏りは見られない。また、図 19 は、建物所有者、事務代行者等のそれぞれについて、当該事業への応募に当たっての相談先の回答を示したものである。応募に当たっての相談先自体は、建物所有者が多岐にわたるのに対し、事務代行者等は設備機器会社等が多いといった違いが見られる。一方、全回答者と「費用対効果がわかりにくい」とする回答者を比較すると、業種別の割合は若干の違いはあるが、相談先の業種の分布にはあまり違いが見られない。なお、図 19 に示す回答は、あくまでも補助事業への応募に当たっての相談先であり、躯体改修に関する専門家が関与しているかどうかまでは判断できず、事業者の意識との関連についてはさらなる調査が必要である。

図 16 補助事業の良い点（事業者別、MA、上位三つまで）

図 17 躯体改修が難しい理由（事業者別、MA、上位三つまで）

図 18 「躯体改修の費用対効果がわかりにくい」と回答した事務代行者の業種別割合（MA）

図 19 「躯体改修の費用対効果がわかりにくい」と回答した事業者の当該事業の応募に当たっての相談先（MA）

5. 関係事業者のヒアリング調査

5.1 調査概要

省エネ改修事業の課題や市場動向を把握することを目的に、省エネ改修事業に関わる事業者のヒアリング調査を行った。ヒアリングでは、平成 20 年度の採択事業に関わったエネルギー事業者（2 社）、

総合建設業(2社)、設備施工会社(2社)、設備機器・計測機器会社(3社)、ESCO事業者(2社)、建築主(1社)の計11社を対象に、当該事業との関わり方、省エネ改修市場の現状と動向、省エネ改修促進に向けたインセンティブ等について調査した。

5.2 調査結果

省エネ改修市場の有望な分野として、竣工後10～15年経過した建物、省エネ法や自治体独自の省エネ規制を受ける建物、エネルギー多消費型建物(病院・ホテル・大型商業施設・高齢者関連施設等)、チェーン展開する施設(コンビニ・ファミレス・その他多店舗ユーザー等)、付加価値の向上を狙う賃貸ビルなどが挙げられた。

一方、躯体改修に対しては、設備改修に比べて費用対効果が低いこと、工事が大がかりで工期も長くなり、建物使用への制約が大きいことなどから建物所有者側の理解を得るのに困難である、改修後の効果検証が難しいなどといった前述のアンケート結果と同様の課題が挙げられた。また、改修工事を計画的に進める観点から、支援策の継続的、定期的な実施を要望する意見が多数挙げられ、補助金以外の支援策として、税制優遇、省エネ改修の実績や効果に関するデータ公開、省エネ改修やCASBEE評価を実施した建物の資産価値を向上する仕組みづくりも求められている。その他、改修事業との関わり方等について、各事業者から挙げられた回答を例示する。

- 1) 各業種の事業者に対して補助事業等の情報を提供し、共同で事業を進めている。建築主等に出向くことも多く、ニーズを把握しやすい(エネルギー事業者)。
- 2) 建物全体としての省エネ改修を主に行っており、設備改修だけではなく、建物全体の質、性能向上を目指し、比較的長期にわたる大規模改修を重視している(総合建設業)。
- 3) 設備改修、特にセントラル熱源方式の大規模建物を中心に改修を行っており、省エネ制御も重視している。工事受注にあたって省エネ診断を行うことも多い(設備施工会社)。
- 4) 専門設備の改修ノウハウを持ち、居ながら改修を得意とする。専門設備以外の改修、他社との協力は特に積極的には進めていない。中小ユーザーへの改修の浸透に期待している(設備機器メーカー)。
- 5) 設備改修でも、省エネの保証や効果の検証を重視しており、特にBEMSの導入促進への期待が大きい(計測機器メーカー)。
- 6) 費用対効果を重視しており、設備改修に特化することも多い。中小規模建物の省エネ改修では、建築主の資金調達において与信が得にくい案件が増加しているとの課題もある(ESCO事業者)。

6. まとめ

国の補助制度を活用して省エネ改修を実施した事業者を対象としたアンケート及びヒアリング結果から明らかになった省エネ改修の実態をまとめると次のようになる。

- 1) 省エネ改修では幅広い業種が主体的に関わっている。
- 2) 改修事業を実施した建物所有者は改修への関心が高いが、中長期的な改修計画を立てていない建物の事業実施も多く、補助事業がこうした建物が改修を行うきっかけとなっている。
- 3) 省エネ改修を意図して行われている改修は、熱源・空調機器など設備機器の改修が主となっている。
- 4) 躯体改修について、非住宅では開口部等の改修を実施する建物が

多いが、部分的な改修も多く、建物の用途や形状によって選択する手法にはあまり違いが見られない。住宅では開口部を中心に行われており、屋根・外壁等の他の部位の改修についても関心が高い。

5) 省エネ改修の課題として、初期投資や工事規模の大きさ、費用対効果の分かりにくさが挙げられている。特に非住宅では、建物所有者、工事施工者等の事務代行者のいずれの立場からも躯体改修の費用対効果の分かりにくさが指摘されている。

7. あとがき

省エネ改修の促進策として補助制度への期待も大きいですが、改修に関わる様々な立場の事業者のそれぞれにとって使いやすい制度設計が望まれていると言える。また、躯体改修では、特に非住宅において、躯体改修や設備改修を含めた総合的な改修として適切な手法がどのようなものであるか、躯体の省エネ改修効果に係る評価手法・検証手法などの確立も課題である。

最後に、本調査は、本研究は、国土交通省による平成20年度「住宅・建築物省エネ改修緊急促進事業」及び平成21年度「住宅・建築物省エネ改修推進事業」に関するアンケート調査・ヒアリング調査を基に行ったものである。本事業への応募者の方々、関係者各位に深く感謝致します。

注釈

- 1) 本報は、日本建築学会学術講演梗概集等に発表した内容^{4),5),6)}についてさらなる分析を進め、修正・加筆してとりまとめたものである。
- 2) 平成23年度の事業名称
- 3) 構造躯体(外皮)、建築設備の省エネ改修に関するものが対象。工場・実験施設・倉庫等の生産用設備を有する建築物の改修、後付の家電等の交換は対象外とされている。その他、建物全体で省エネ率10%以上の省エネ効果が見込まれること等が応募の要件とされている。
- 4) 躯体改修の実施部位数、設備改修の対象設備等から、住宅全体で概ね10%以上の省エネ効果が期待される組み合わせが提示されている。
- 5) 熱源機器には空調用・給湯用を含む。
- 6) 非住宅における今後実施したい躯体改修の回答例(上位三つ): 「改修への関心が高いが中長期的な改修計画は立てていない(総数86件)」とする事業者……「予定なし50%、開口部断熱23%、屋根断熱23%」「改修への関心は高く中長期的な改修計画を立てている(総数89件)」とする事業者……「予定なし52%、開口部断熱22%、屋根断熱15%」

参考文献

- 1) 低炭素社会に向けた住まいと住まい方会議：低炭素社会に向けた住まいと住まい方とりまとめ骨子案，2010.11
- 2) 社会資本整備審議会建築分科会建築環境部会：中長期的視点に立った住宅・建築物における環境対策のあり方についての中間とりまとめ，2009.6
- 3) (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構，平成22年度建築物・BEMS成果発表会資料，2010.11
- 4) 太田ら：既存建物の省エネルギー改修に関する研究 その1～その3，日本建築学会学術講演梗概集E-1，pp.1187～1192，2010.7
- 5) 青笹ら：既存建物の省エネルギー改修に関する研究 その4～その6，日本建築学会学術講演梗概集E-1，pp.965～970，2011.7
- 6) 秋元、青笹：省エネ改修事業に関する分析，第7回住宅・建築物の省CO₂シンポジウム補助資料，pp.65～75，2011.10

[2011年10月20日原稿受理 2011年11月30日採用決定]