特集 不動産の環境対策と身近な取り組みの効果【論説】

エコチューニング実践によるCO₂削減と
ビジネスモデルの確立に向けてIn order to realize practice of CO₂ reduction by Eco-tuning and to establish the Business model

Hiromi MITSUHASHI : Former professor of Nihon University

三橋 博巳*

1. はじめに

我が国の地球温暖化対策において、温室効果ガスの排出量を2050年までに世界全体で少なくとも半減、先進国全体で80%削減するとの目標を掲げている。国立環境研究所の2015年度速報では、2013年度のエネルギー起源CO₂排出量は、2015年度比1.8%増加、1990年度比15.6%増加となったが、業務その他部門（事務所・ビル、商業・サービス業等）からのCO₂排出量は、2013年度には1990年度比で約71%も増加しており、効果的な削減対策が喫緊の課題となっている。（図1参照）

また、国土交通省は、建築主への努力義務にとどまる現行の省エネ法だけでは実効性が不十分だと判断し、省エネ基準を満たさない建築着工を、段階的に規制する等の取り組みを発表しているが、既存建築物に対する対策が必要不可欠である。

環境省では、低炭素社会の実現に向けて、業務用建築物等の「エコチューニング」により削減された光熱水費から収益を上げるビジネスモデルの確立を目指し、平成26年度から「エコチューニングビジネスモデル確立事業」を実施しており、技術者の育成と全国の建築物での実践・効果検証、技術者資格制度・事業者認定制度の創設に向けた検討等を行っている。（環境省HP）

地球温暖化対策が求められる中、業務用建築物

図1 2013年度（平成25年度）の温室効果ガス排出量（確報値）について

国立環境研究所HPより

における省エネ対策の推進が重要な課題となっている。

公益社団法人全国ビルメンテナンス協会は環境省の委託事業を受け、「エコチューニングビジネスモデル確立事業」を実施しており、筆者もエコチューニングによるビジネスモデル確立事業検討委員会の委員長として参加している。平成26年度は全国約200棟の各種建物のエコチューニングについて具体的なデータ測定と検証を行っており「低炭素社会の実現に向けて業務用等の建築物から排出される温室効果ガスを削減するため建築物の快適性や生産性を確保しつつ、設備機器、システムの適切な運用改善等を行う」ことを掲げており、大規模な最新設備の導入ではなく、主に運用

最適化を目指している。

エコチューニングを進めるには、設備とエネルギーの両方に詳しい専門家が必要で、人材育成は重要な柱と言える。専門家の育成は、新しいビジネスにもつながる可能性がある。

本稿では全国ビルメンテナンス協会が取り組んでいる不動産として重要なストックである既存建築物のエコチューニングによるCO₂削減と省エネルギーの効果についての検証結果と資格制度など人材育成のビジネスモデル化の検討結果を紹介し、エコチューニングによるビジネスモデルの可能性と課題や今後の展望について論ずる。

2. エコチューニングとは

「エコチューニング」とは、「低炭素社会の実現に向けて、業務用等の建築物から排出される温室効果ガスを削減するため、建築物の快適性や生産性を確保しつつ、設備機器・システムの適切な運用改善等を行う」ことをいい、「エコチューニングにおける運用改善」とは、エネルギーの使用状況等を詳細に分析し、軽微な投資で可能となる削減対策も含め、設備機器・システムを適切に運用することにより温室効果ガスの排出削減等を行うことをいう（「エコチューニング」は環境省の造語）。業務用建築物におけるエコチューニングとは、こうした建築物の利用形態を把握し、建築物環境を損なうことなく適切な設備の運転と管理を行うことにより、無駄なエネルギー消費を削減することであり、その基本は「省エネルギー診断による個々のビルの利用特性に応じた運用改善計画の立案と、それに基づくきめの細かい設備管理の実践」である。このため、エコチューニングを推進する上で最も効果的な対策が、建築設備の運転管理・保守・保全業務を行う設備管理技術者をエコチューニングできる人材に育成することである。設備管理技術者をエコチューニングができる人材に育成するとともに、中・小規模な業務用建築物においてエコチューニングを実践し、CO₂排出削減効果を検証した。また、多様な用途の建築

物でエコチューニングを実践し、その実践を通じてエコチューニング技術を体系的に整理するための検討を実施した。さらに、既存の技術者資格制度や事業者認定制度を調査することにより、より実効性の高い技術者資格制度及び事業者認定制度を設計した。また、必ずしもエコチューニングへの関心が高くない業務用建築物オーナーをも対象にしたニーズ調査、認知度向上策等を行いながら、実現性・実行性のあるエコチューニングビジネス確立のための検討も併せて行った。

3. エコチューニング実践によるCO₂削減と省エネ測定

3-1 測定建物の概要

平成26年度における業務用建築物でのエコチューニングの実践は、(公社)全国ビルメンテナンス協会、(一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会、それぞれ会員会社の協力の下、合計194棟で測定を行った。実施期間は、平成26年7月から平成27年1月までの7か月間とした。

実践建築物194棟は、用途別では事務所76棟で全体の39.2%で（そのうち55.3%がテナント建築物）、商業施設が5.2%・ホテル7.2%・病院8.8%・教育施設3.1%等であった。また、延床面積が25,000m²未満が89.1%を占めている。竣工年代別では、昭和58年以降の建築物が81.9%である。地域別では、中国四国九州が32.0%、関東が27.8%となっている。（表1参照）

3-2 エコチューニング対策項目の設定

エコチューニング対策項目は、建物設備を、Ⅰ熱源設備、Ⅱ空調設備、Ⅲ電気設備、Ⅳ照明設備、Ⅴ給排水衛生設備、Ⅵ建築設備・その他の6分類に分け、各設備機器等に対してエコチューニング対策366項目を設定した。（表2参照）

3-3 測定結果

各集計分類項目における平成26年度のCO₂排出量と平成25年度を比較した増減割合（%）は表3

表1 測定建築物の概要

用途	棟数	割合	備考	延床面積区分	棟数	割合	地域区分	棟数	割合	竣工年代	棟数	割合
事務所	76	39.2%		5,000㎡未満	51	26.3%	北海道・東北	21	10.8%	S37年以前	2	1.0%
商業施設	10	5.2%	デパート・スーパー等	5,000㎡～10,000㎡未満	45	23.2%	関東	54	27.8%	S38～S47年	10	5.2%
ホテル	14	7.2%		10,000㎡～25,000㎡未満	75	38.7%	中部・北陸	31	16.0%	S48～S57年	23	11.9%
病院	17	8.8%		25,000㎡～50,000㎡未満	19	9.8%	近畿	21	10.8%	S58～H4年	59	30.4%
学校	5	2.6%		50,000㎡以上	4	2.1%	中国・四国・九州	62	32.0%	H5～H14年	65	33.5%
教育施設	6	3.1%		合計	194	100.0%	沖縄	5	2.6%	H15～H24年	35	18.0%
その他	66	34.0%					合計	194	100.0%		194	100.0%
合計	194	100.0%										

表2 エコチューニング対策項目

設備区分	対象機器	項目数
I.熱源設備	ボイラ・冷凍機・冷却塔・ポンプ・蓄熱槽・他	107
II.空調設備	システム・空調機・給排気ファン・ビルマルチ・他	126
III.電気設備	受変電設備	10
IV.照明設備	照明器具・照度システム・他	32
V.給排水衛生設備	ポンプ・トイレ・給水関係・給湯関係・他	55
VI.建築設備・その他	エレベーター・エスカレーター・建築関係・他	36
合計		366

表3 測定結果の集計

用途	26年度 CO ₂ 排出量(t)	削減 割合	延床面積区分	26年度 CO ₂ 排出量 (t)	削減 割合	地域区分	26年度 CO ₂ 排出量 (t)	削減 割合	竣工年代	26年度 CO ₂ 排出量 (t)	削減 割合
事務所	36,673.7	-6.0	5,000㎡未満	11,981.8	-4.0	北海道・東北	13,339.8	-3.5	S37年以前	3,157.5	-4.0
商業施設	87,240.4	-13.0	5,000㎡～10,000㎡未満	18,213.9	-6.0	関東	31,495.3	-4.6	S38～S47年	4,102.8	-10.5
ホテル	11,585.0	-4.1	10,000㎡～25,000㎡未満	58,204.5	-4.7	中部・北陸	30,021.6	-4.9	S48～S57年	10,270.8	-5.3
病院	31,155.6	-2.4	25,000㎡～50,000㎡未満	29,910.0	-3.7	近畿	17,404.5	-5.5	S58～H4年	40,511.8	-5.0
学校	3,599.1	-5.6	50,000㎡以上	12,524.3	-5.4	中国・四国・九州	29,446.6	-5.6	H5～H14年	45,993.2	-4.5
教育施設	2,418.3	-9.0				沖縄	9,126.6	-0.9	H15～H24年	26,898.4	-3.2
その他	23,562.4	-27.2									

表4 エコチューニング対策項目の採用状況（上位8項目）

順位	大項目	中項目	小項目	採用 棟数
1	空調設備	空調システム	室内設定温度	66
2	照明設備		廊下・ホールの消灯・間引きの徹底	57
3	空調設備	空調システム	運転時間の短縮など機器の起動・停止時間の最適化	48
4	照明設備		LED照明の採用	33
5	照明設備		作業スペースの過剰照明の間引き	29
6	空調設備	給気・排気ファン	運転時間帯・運転方法の検討	27
7	給排水衛生設備		保温便座の通電方式、通電時間・期間の適否	26
8	空調設備	空調システム	外気導入量の適正化	25

の通りである。排出量は概ね削減されている。

教育施設が前年度比-9.0%と最大で、最も多い事務用途では-6.0%となっている。

また事務用途の中では「自社+テナント」が-9.0%，次いで庁舎が-7.7%だった。延床面積別では、「5,000m²～10,000m²」が-6.0%と最大となり次いで「50,000m²以上」が-5.4%の削減を示した。地域別では沖縄が-0.9%と削減割合が最も小さく、次いで北海道・東北の-3.5%であり、それ以外の地域は-4.4%～-5.6%を示している。竣工年代別では「昭和38年～昭和47年」が-10.5

%と最大でそれ以外は-3.2%～-5.3%となっている。「昭和37年度以前」を除いて竣工年度が新しくなるにつれて削減は小さくなっていく。

3-4 測定建築物におけるエコチューニング対策項目の検討

366項目について実践建築物194棟で採用された項目を設備機器やシステム別に分類集計を行い、用途別に適用されやすい項目、省エネ効果などを集計することにより効果的な項目についての検討を行った。194棟で採用された対策項目の実施件

表5 エコチューニングの遠隔支援 実践結果

	【対象1】病院	【対象2】大規模ビル	【対象3】中規模ビル	【対象4】店舗
所在地	東京都区内	東京都区内	兵庫県西宮市	滋賀県大津市
竣工年	平成23年	平成12年	平成6年	平成24年
延床面積	約9,000㎡	約80,000㎡	約5,200㎡	約3,000㎡
エネルギー原単位	2,505MJ/㎡・年	3,125 MJ/㎡・年	1,458 MJ/㎡・年	5,841 MJ/㎡・年
チューニング 主な実施内容	・空調機冷水出口温度の変更 ・熱源二次ポンプインバータ設定 変更 ・駐車場排気ファン調整	・外気取入量調整 ・夜間排気ファン停止 ・低層階冷水流量調整	・PAC-AC 運転調整（夏期冷やし 過ぎ防止） ・PAC-AC 運転調整（冬期暖め過 ぎ防止）	・冷ケース、冷凍機の運転調整 ・閉店時の換気適正化 ・冬期空調の温度・容量 制御
年間削減量 （検証段階を含む）	861GJ 47t-CO ₂ （空調熱源）	12,767GJ 846t-CO ₂ （空調熱源）	843GJ 45t-CO ₂ （全体）	490GJ, 26t-CO ₂ （冷凍冷蔵） 182GJ, 10t-CO ₂ （空調設備）
削減比率 （検証段階を含む）	10.4% （空調熱源）	10.2% （空調熱源）	11.1% （全体）	7.7%（冷凍冷蔵） 11.4%（空調設備）

数は1,116件であり、平均すると1棟あたり5.7件の採用である。最も多く採用された項目は、室内設定温度の変更で66棟（約34%）である。次に照明の間引きが57棟（約30%）である。（表4参照）

4. エコチューニング遠隔支援について

現地設備管理者に省エネ専門知識が不足していても、遠隔から専門分析者の指導を受けることで施設のエコチューニングを実践する方法（「遠隔チューニング」と呼ぶ）がある。

現地施設のエネルギー使用データとともに空調設備等の運転データを収集し、クラウド上のデータベースに送り、遠隔地にいる専門分析者がインターネット環境からクラウド上の分析診断ツールを利用して分析を行い、現地施設管理者と協力してチューニングを実践する。平成26年度は4か所の異なる用途の施設に対して遠隔チューニングを実施し、省エネ効果を検証した。

今回対象とした4種類の異なる用途の施設について、遠隔チューニングの取り組みにより、概ね10%以上の省エネ効果が期待できること、また省エネ方策を示せることが分かった。設備計測データに続いて改善箇所を見つけ、対策を打ったのちの状況をデータで確認しながら調整を行う方法をとった場合に10%以上の省エネ効果が得られることを実証したものである。（表5参照）

また、この測定から、遠隔チューニングの効果的・効率的な実施方法および課題に関する考察を

行った結果、遠隔チューニングをビジネスとして成立させるために必要な要件は、①使いやすい分析ツール、②分析診断ノウハウを有する専門家、③顧客との契約関係、④現地常駐の施設管理者、ということが明らかとなった。

5. エコチューニングビジネスの普及に向けた検討

5-1. ビルオーナー等のアンケート結果と対応方針について

エコチューニングがビジネスとして成立する条件・課題を把握することを目的に、測定したビルオーナー等と、地方自治体向けのアンケート調査を実施した。（表6参照）

エコチューニング実践事業に対する評価全般についてのアンケート結果は次の通りである。

「関心がある」との回答は地方自治体が32.4%、ビルオーナー等46.3%となっており、いずれも「関心はない」の回答を上回っている。関心を持った理由については、「光熱水費の削減につながる」との回答が80～90%で最も多く、その他上位には「運用改善に省エネ推進を図ることができる」（約70%）「新たな投資がない」（約60%）となっていた。一方、「関心がない」理由としては、「提案内容の評価、妥当性確認ができないから」「実施時のリスクが判断できないから」「適切な業者がわからないから」（各約30～40%）が挙げられている。

エコチューニングビジネスは光熱水費の削減と

表6 平成26年度事業エコチューニングのニーズ調査

	①自治体向け	②ビルオーナー向け	③実践事業者向け
目的	庁舎等の公共施設を対象としたエコチューニングビジネスの成立条件・解決すべき課題等を把握する。	エコチューニングがビジネスとして成立する条件・解決すべき課題等を把握する。	エコチューニングの効果を検証するため、夏期における実施結果を踏まえて、実践事業に対する評価や今後の意向について把握する。
対象	地方自治体の施設管理担当 部局(管財課など)及び、環境 関連部局(温暖化対策担当部 署)宛てに実施。	(一社)日本ビルディング協会連 合会を通じて、同協会員企業 宛てに実施。	エコチューニングの計画・提案・実践を行った事業者を通じて、実践事業に係るビル オーナー等宛てに実施。
回収状況	・発送数:1,778件 ・回答数:1,118件 ・回収率:62.9%	・会員数:約1,300社 ・回答数:201件	・発送数:195件 ・回答数:120件 ・回収率:61.5%

表7 第1種エコチューニング技術者(仮称)に求める要件と評価・確認方法(案)

求める要件	評価・確認方法
①エコチューニング技術の体系的知識	・講習の受講 ・学科試験による知識の確認
②技術者の資質	・技術者倫理等に関する講習の受講 ・学科試験による知識の確認
③エコチューニングに関する診断能力	・3,000㎡以上の建築物を対象とし書類審査 診断結果の報告 エコチューニング計画の報告
④エコチューニング計画の立案能力	必要に応じて指導員による現地指導
⑤計画に基づくエコチューニングの実践指導	上記計画に基づき、以下を書類審査 必要に応じて面談 エコチューニング結果の整理・報告 オーナー等との調整内容・経緯の報告
⑥オーナー等への報告・改善提案能力	計画の改善提案の報告
⑦技術者の業務実績	以下の項目を想定し書類審査 業務実績、経歴年数、ほかの保有資格など

いう直接的なメリットに加え、運用改善で可能なこと、新たな投資がないことが訴求点となっているが、関心がない理由も踏まえ、実践事業の成果の情報発信や事業者認定制度、技術者資格制度、認定機関、コーディネート機関等の適切な制度設計が必要である。

5-2. 技術者資格制度と事業者認定制度について

エコチューニング技術を体系的に理解し、設備の運用状況を的確に診断し、快適性や生産性を確保しつつ運用改善によってエネルギー消費を削減するための計画を立案、その計画に基づく指導ができる。加えてその実践結果を評価・分析し、ビルオーナー等に更なる改善提案ができる技術者(仮称:第1種エコチューニング技術者)と、ビ

表8 エコチューニング事業者に求める要件と評価・確認方法(案)

求める要件	評価・確認方法
①エコチューニング技術の提案実施能力	事務所に第1種エコチューニング技術資格を登録している従事者及び第2種エコチューニング技術者の資格を有する従事者がいること
②事業者の経営状況・実施体制	以下の項目を想定し書類審査 経営状況、事業継続性、法令遵守体制
③マネジメントシステムの整備	下記の事項に対する事業者としての対応方針を書類審査。ただしISO9000シリーズの認証を取得している場合には例外を認めることとする。 品質方針と品質目標、品質マニュアル 管理体制 等
④関連・類似業務の実績	以下の項目を想定し書類審査 業務実績(件数、規模)、実施経歴 等

ルの設備管理において省エネルギーに関しての一定の基礎(応用)技術を持つ技術者として、エコチューニング事業の実施計画に基づき、通常の設備管理業務においてエコチューニングの実践を担う技術者(仮称:第2種エコチューニング技術者)の2種の資格制度を想定している。求める要件について表7に示す。

「エコチューニングのニーズ調査」の結果では、エコチューニングビジネスの実践・展開のためには、事業者(エコチューニング事業者)に対し、安心して依頼できることが必要不可欠である。安心・信頼される事業者の要件として、①提案の技術能力、②事業者の経営状況・実施体制、③マネジメントシステム、④関連・類似業務の実績を想定している。また、エコチューニング事業は、エコチューニング技術の体系的な知識を有し、診断、計画立案、実践、報告、改善提案を行える技術者を有していることが1つの要件となる。

エコチューニング前
図2 エコチューニングビジネスモデルのイメージ

図4 エコチューニングビジネスモデル（コンサルタント契約）

【1】ビルオーナー等を対象としたエコチューニングビジネスのスキーム図（案）

図3 エコチューニング各ビジネススキーム

【2】公共施設等を対象としたエコチューニングビジネスのスキーム図（案）

6. エコチューニングビジネス確立に向けて

6-1. ビジネスモデルについて

エコチューニングビジネスモデルは、エコチューニング事業者が、業務用建築物から排出される温室効果ガスを削減するため、建築物の快適性や生産性を確保しつつ、設備機器・システムの適切な運用改善の提案・実践を行うことである。この際の運用改善とは、エネルギーの使用状況等を詳細に分析し、軽微な投資で可能となる削減対策も含め、設備機器・システムを適切に運用することにより温室効果ガスの排出削減等を行うことである。

サービスの対価としては、エコチューニングの実践によって削減された光熱水費の削減額の範囲内とし、これをビルオーナー等とエコチューニング事業者で分け合う。報酬割合は実践内容によって適切に設定されることが望ましく、変動報酬、

固定報酬、または変動と固定の併用など柔軟なビジネスモデルとする。また、両者の協議の結果、契約書によって定められることとし、対価の支払い・報酬割合についてはビルオーナー等の民間企業との契約、途方自治体等の公共施設との契約のそれぞれを検討する。公共施設の場合は、管理方法において地方自治体等が直接管理する場合、指定管理者が管理する場合と様々であり、また各地方自治体が定める条例等を踏まえて行う必要がある。（図2参照）

6-2. ビジネスモデルの契約スキーム等について

エコチューニングのビジネスモデルとしては、①ビルメンテナンス会社が、エコチューニング計画を策定・提案し実践するビジネスモデル、②エコチューニング計画の策定と同計画に基づき施設管理者へ実践指導するコンサルタント業務としてのビジネスモデルの2種類あると考えられる。

(図3 参照)

発注者が民間ビルオーナー等でも地方自治体等の場合でも、エコチューニング契約で定めるべき事項は大きく異なることはない。したがって契約書は、コンサルタントする場合と実践までを含めて契約する場合の2つがあり、契約書で定める基本事項は、①委託料の支払い②光熱水費提言実績額の算出方法③放熱水費低減実績額の補正方法④省エネ器具等の設置⑤損害となる。なお、個別の建築物の状況を踏まえ内容の詳細についてはビルオーナー等とエコチューニング事業者の間で協議の上締結することが必要である。(図4 参照)

7. まとめ

平成26年度から全国で約200棟での測定・効果検証と技術の体系的な整理をし、エコチューニングビジネスモデルの確立に向け検討を行った。検討結果からCO₂の削減効果と省エネ効果を検証した。また技術者資格制度・事業者認定制度も検討し、エコチューニングビジネスモデル化スキームの提案を行った。平成27年度は資格制度・認定制度について試行し、さらにエコチューニング推進センターを創設し、エコチューニング事業ビジネスモデル化に向けて引き続き検討しているところである。エコチューニングビジネスを確立するためには行政、オーナー、管理会社の組織的な連携と協働が不可欠となる。それによって省エネルギーとCO₂削減の実現可能性が大きくなる。環境性能の高い建物が増えることは、関連業界にとってメリットがあり、地球環境にとっても有益である。また全国に普及していくことによって継続的なエコチューニングによる長期的なCO₂削減が可能となり低炭素化都市と低炭素社会の実現が可能となると考えている。

こうしたモデル事業の取り組みや行政、民間、

オーナー、などの協働によって省エネ、CO₂削減が促進され、地球環境の時代にふさわしい業務として定着していくことが望まれる。

8. おわりに

本稿は環境省の委託事業である「エコチューニングビジネスモデル確立事業」の検討結果の資料にもとづいたものである。環境省地球環境局、(公社)全国ビルメンテナンス協会、(一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会、三菱UFJリサーチ&コンサルティング(株)、パナソニック(株)エコソリューションズ社、(一社)日本ビルダング協会連合会並びに関係各位に感謝申し上げます。

引用文献・参考文献

- 1) (公社)全国ビルメンテナンス協会 (一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社「平成26年度エコチューニングビジネスモデル確立事業委託業務 報告書」平成27年3月
- 2) 環境省 地球環境局 総務課 低炭素社会推進室 各講演の個別資料「業務用建築物等の「エコチューニング」による低炭素化・省エネビジネス創出シンポジウム」平成27年3月
 - ① 環境省 地球環境局 総務課 低炭素社会推進室「エコチューニングビジネスモデル確立事業について」
 - ② (一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会「エコチューニングの効果と技術体系～実践事業の成果～」
 - ③ パナソニック(株)エコソリューションズ社「エコチューニングの遠隔支援ビジネスモデルの構築」
 - ④ (公社)全国ビルメンテナンス協会「エコチューニングの普及・定着に向けた取り組み～技術者資格制度、事業者認定制度の創設に向けて」
 - ⑤ (一社)日本ビルダング協会連合会「エコチューニングへの期待と課題」