

不動産市場のグリーン価値*

～リニューアルを考慮した東京オフィスビルのグリーン・プレミアムの推定～

清水 千弘・大西 順一郎**

＜要旨＞

環境配慮型社会において、グリーン・ビルディングに関する研究が注目されるようになってから十年以上が経過した。グリーン・ビルディングの条件を満たすためには、不動産の所有者は、その性能を具備するために、投資が要求される。グリーン・ビルディングは、不動産市場のアウトプットにおいて、投資に見合った経済価値が存在しているのかどうかといった研究は、欧米を中心ら多くの蓄積がある。本研究では、2011年から2022年までの東京オフィス賃料のデータセットを構築し、ヘドニック法を用いてグリーン・ビルディングの賃料プレミアムを推計した。その結果、環境認証の付いたオフィス物件は、平均して契約賃料に対して約1.5%のプレミアムを獲得していることが分かった。東京のオフィス市場は不均一であり、グリーン・プレミアムを同定する際には内生性の問題がある。本研究では、リノベーションの効果と合わせて、傾向スコアクラスタリングにより内生性の問題に対処した。リニューアル投資の確率に基づき、市場を層別化したうえで、セグメントごとのヘドニック・モデルを推計すると、リニューアル確率が低いと推定されたサンプル集団におけるグリーン・プレミアムは、-0.022 (0.007) と負で有意となる一方で、リニューアル確率が高いと推定されたサンプル集団では0.029 (0.014) と正で有意な結果、リニューアル確率の中間のサンプル集団では統計的に有意ではなかった。

JEL Classification Codes : C21, D10, R21, R31

Keywords : グリーン・ビルディング、ヘドニック・モデル、環境認証、リニューアル、傾向スコア

* 本稿の執筆にあたり、ケンブリッジ大学 Franz Fuerst 教授、ウィスコンシン大学マディソン校 Yongheng Deng 教授から貴重なコメントをいただいた。ここに記して御礼申し上げます。また、日本学術振興会科学研究費・基盤研究(A): 20H00082 の助成を受けている。

** 清水 千弘：一橋大学教授、大西 順一郎：麗澤大学客員研究員。

Green Value in Real Estate Market: Estimating of Green Premium for Office Market Considering the Renovation

By Chihiro SHIMIZU and Junichiro ONISHI

Abstract

More than a decade has passed since studies on green buildings gained attention in the academic and industrial literature. Many studies report the economic value of green buildings, mainly in the U.S. and European markets. This study constructed a dataset of Tokyo office rents from 2011 to 2022. We estimated the green office rental premium using a hedonic approach. Our results show that, on average, an office property with a green label gains a premium of approximately 1.5% on contract rents. However, the office market in Tokyo is heterogeneous and there are endogeneity issues when identifying the green premium. In this study, the endogeneity problem was addressed by propensity score clustering in conjunction with the effect of renovation. After controlling the market based on the probability of renewal investment and estimating a segment-specific hedonic model, the green premium in the sample population estimated to have a low probability of renewal is negative and significant at -0.022 (0.007), while the positive and significant at 0.029 (0.014) in the sample population estimated to have a high probability of renewal.

JEL Classification Codes: C21, D10, R21, R31

Keywords: green building, hedonic model, green label, renewal, propensity score matching

1. はじめに

消費・生産といった経済活動において、エネルギーの重要性は、経済の成長段階が高くなるほどに重要になってきている。もちろん、科学技術の進化によって、より少ないエネルギー投入によって財・サービスの生産が可能となってきているものの、世界的な人口増加、経済の発展を通じて、その消費量は増加し続けている。エネルギーの投入により、炭素系化合物が生み出されることを通じて、地球レベルの環境問題に対する関心が高くなってきている。そして、四半世紀にわたり、国際的な協調の下で、環境に配慮型社会への移行が進められようとしている。

具体的に取り組みとしては、地球環境問題の深刻化のみならず、地政学、エネルギー安全保障を含めた不確実性の拡大を背景に、持続可能な人類社会の実現を目指す ESG（環境、社会、ガバナンスを意識した経営）が、国際的な枠組みの整備や投資環境の整備など社会的経済的な取り組みを通じ、急速に拡大、進展している。

産業界において、現在の ESG への取り組みを加速させたのが、国連事務総長による PRI（Principle of Responsible Investing: 責任投資原則）の提唱（2006）など、単なる啓蒙的な政策から、市場への介入を通じて、環境を含めた行動指針が示されたことが大きな転機となったといっても過言ではないであろう。そして、このような金融市場を通じた取り組みは、様々な産業にまで普及しつつある。

日本においては GPIF（年金積立金管理運用独立行政法人）の PRI 署名（2015）に代表されるように、企業へ投融資を行う金融業界での取り組みは、積極化してきている。しかし、このような取り組みをより具体化しようとしたときには、企業や家計が環境配慮型社会へと適用しようとしたときにおいて、企業においては利潤が、家計においては効用がどのように変化するのか、つまり社会的公正が増加するのか、減少してしまうのかは、科学的な検証は、なされていないのではないかと考える。具体的には、環境への配慮は、企業の生産活動、家計の消費行動において費用を増加させるように作用してしまうが、アウトプットとして経済的な利潤が生みだされているのかどうかは、依然として不明である。

そこで、本稿では、不動産市場を題材として、費用をかけて環境配慮をした不動産が、市場においてアウトプットとして経済的な利益が生み出されているのかどうかを検証することを目的とする。不動産市場から排出される炭素系化合物は、経済全体が高いシェアを示すことがとられているために、比較的早い時期から、環境配慮に向けての取り組みがなされてきた。例えば、不動産の ESG 性能を測る指標としては、2000 年前後から環境認証制度が世界各国で本格的にスタートし、それぞれの市場で分析に耐えうる程度のシェアを確保しつつある（環境認証制度については付録参照）。

環境性能が高い不動産はグリーン・ビルディングと呼ばれ、環境認証の有無により得られる追加的な経済価値である「グリーン・プレミアム」についての実証研究は、2010 年代前半から積極化してきている。現在においても、不動産市場では環境規制の整備は継続し

ており、たとえば、日本においては2050年のカーボンニュートラル実現に向けて「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律」が2022年に公布され、公布後2年以内に販売・賃貸時の省エネ性能表示、公布後3年以内に全ての新築住宅・非住宅で省エネ基準適合が義務付けられるなど、不動産の環境性能の可視化の動きは継続的にすすんでいる。

また、不動産市場は、個々の不動産は企業体そのものではないが、多数の顧客（テナント）を多数の類似競合（オフィスビルなど）と競争しながら賃料という収入を得ており、不動産を稼働させるためのエネルギー費用も、ビル単位での測定が可能である。その意味で実証研究になじみやすいともいえる。以下、第2節では、既往研究を整理するとともに、第3節ではデータとモデルの解説したうえで、オフィス市場におけるグリーン・プレミアムの測定を行う。また、第4節では、第3節で推計されたモデルの改善を行ったうえで、環境配慮型投資がアウトプットとしての経済的な価値を生み出す構造と条件を示す。そして、第5節では結論としてまとめる。

2. 既往研究

グリーン・ビルディングの追加的な経済的価値は、不動産開発者にグリーン・ビルディングを供給するインセンティブを与えるために重要である。さらに、このグリーン・プレミアムを特定することで、グリーン・ビルディングの政策設計に重要な情報やパラメータを提供することができる。グリーン・ビルディングは、エネルギー消費を節約し、従業員をより健康にすることで生産性を高め、テナントに利益をもたらすことが期待される。つまり、供給者・需要者の双方の利益につながる時に初めて、グリーン・ビルディングは、市場での価値を持つことになる。また、賃料の上昇は取引価格の上昇につながる。デベロッパーや投資家にとっても価格の上昇が見込まれるのであれば、グリーン・ビルディングへの供給・投資は合理的な判断となる。このようなグリーン・ビルディングの正のプレミアムの存在は、不動産市場において、追加的な環境投資を市場メカニズムの中で誘導できるかどうか、または資源配分は最適化できるかどうかを知るうえで、重要な実験になりうるのである。

そのようななかで、Eichholtz et al. (2010)、Fuerst and McAllister (2011) をはじめとして、オフィス市場におけるグリーン化の経済効果を実証的に明らかにした先駆的な研究がいくつか発表されている。以降、多くの国でグリーン・プレミアムの実証研究が進められており、Leskinen (2020) は70以上の査読済み論文についてレビューを行い、賃料については0～23%のプレミアムがあると報告している。Dalton and Fuerst (2018) は、Klewitz and Hansen (2014) による6ステップの手順に基づいて42論文を抽出し、メタアナリシスの結果、賃料プレミアムは6.02%（信頼区間4.30～7.75%）と報告している。

このように、グリーン・プレミアムの存在は実証されてきたものの、研究が進む中でい

くつかの課題もまた提示されている。先行研究の中で、今後の課題として整理されているものをみると、環境認証のどの部分がどれくらいのプレミアムを産んでいるか、物件の不均一性への対応、環境認証の普及を妨げている障害の分析、既存物件の「グリーン・レトロフィット」、グリーン認証が普及していくにしたがって変化する市場のダイナミクス、などが挙げられる。

この中で、環境認証のどの部分がどれくらいのプレミアムを産んでいるかについては、Yoshida, Onishi and Shimizu (2017) が、オフィス賃料、環境認証、実際のエネルギー使用量との関係についての新しい実証分析を行い、環境認証とオフィス賃料の正の相関を引き起こす要因について証拠を提供している。同研究では、まず、ビルのサステナビリティに関連する特徴が、電気と水の実際の消費量を減らすのに有効であることを示し、これらのサステナビリティに関連する特徴の効果をコントロールすると、環境認証が電力と水の消費量の削減に別々の効果を持つことを見出した。このように、環境認証が要求する様々な建物性能は、エネルギーと水の使用量を節約するのに有効である。しかし、電気と水の使用量の影響をコントロールすると、環境認証はオフィス賃料に直接影響を与えないことが示された。したがって、テナントは、グリーン・ビルディングに対して、環境認証のブランドではなく、エネルギーと水のコスト削減に関するグリーン・ビルディングの物質的便益に対して賃料プレミアムを支払っていると結論づけている。

また、物件の不均一性への対応については、とりわけ東京のような市場規模が大きく、均質でない市場において、グリーン・ビルディングの経済価値を特定する際の課題となる。グリーンラベルの経済価値を特定するにあたっては、不動産の価値を形成する属性をコントロールしたうえで、グリーン・ビルディングかどうかを識別する変数の効果を推計しなければならない。しかし、不動産の価値を決定する属性には、立地要因から建物要因まで幅広い多数の変数が存在する。このような場合には、特定の効果だけを識別することは、極めて困難である。加えて、環境認証の取得は強制ではなく、所有者の裁量によるため、それを取得するかしないかの選択そのものが、物件の特性によって異なることも予想される。このことは、グリーンラベルの有無が効果検証における介入であると仮定した場合、サンプルにおける処置群と対照群の間で共変量が異なることを示唆している。

特に、商業用不動産は異質性が高いため、プレミアムを推定するには、不動産の特性を注意深くコントロールする必要がある。つまり、推定値には内生的バイアスの1つであるサンプルセレクションバイアスが含まれることになる。

Onishi, Deng and Shimizu (2021) では、傾向スコアによるマッチング及び層化することで内生性に対処してグリーンプレミアムを推定している。傾向スコアは、介入が行われる確率を用いて、類似の共変量を持つサンプルを形成し、物件の特性をより正確にコントロールする。得られた結果を見ると、環境認証を取得する確率が高い大規模で築年が浅い物件では2.6%、環境認証を取得する確率が低い中規模で築年が経過した物件では5.4%と、グリーン・プレミアムが均質ではないことを示した。その一方で、環境認証の取得確率を基に

した傾向スコアを用いた分析では、環境認証制度の普及途上のため認証保有サンプルが少なく、サンプルの多くが捨てられてしまう問題があった。廃棄されるサンプルの多くは、バブル期以前に竣工した古い小規模ビルのサンプルであり、環境認証「のみ」のために投資する余力を持たないストックの多くを占める層において、グリーン・プレミアムが計測されていないことは課題であった。

プレミアムの実証からストック全体のグリーン化へ向けて問題意識が進展する中で、このような投資余力に乏しい古い中小物件のグリーン・ビルディング化が課題となっている。日本をはじめ各国で環境規制が強化されるなか、建設後に長期間経過することでストック全体に占めるグリーン・ビルディングの割合は増加すると考えられる。しかし、建築規制は新築物件のみを対象とする。ストック全体のグリーン化を実現するためには、既存物件に対する働きかけ、いわゆる「グリーン・レトロフィット」が不可欠である。既存物件の環境性能の向上には、建替えと改修工事が考えられる。取り壊し時の廃棄物の発生や、新規建設時の海外も含めた大量の資材調達が発生を考慮すると、建替えによる環境に与える負荷は無視できない。建て替えだけでなく、既存オフィスビルにおいて、高効率な空調設備への交換、照明器具の入れ替えなど環境性能を高めるような改修工事の促進が求められる。

既存オフィスビルの改修によるグリーレトロフィットの推進にあたっては、追加的投資の経済価値の測定は極めて重要になる。建替えに関連する研究としては、Chegut et al. (2019) が、環境認証物件の建設コストプレミアムは 6.5% であり、販売価格プレミアムよりは小さいことを示している。改修によるプレミアムを示した研究については、Geltner et al. (2017) がアメリカのオフィス市場で、Brounen et al. (2020), Aroul et al. (2021) が住宅市場で推計しているが、東京のオフィス市場を対象としたものは、筆者らが知る限りにおいて存在していない。東京のオフィス市場においてグリーン・レトロフィットに関する実証研究が進みにくい背景として、データ収集と推計手続きの 2 つの難しさがあると考えられる。まず、改修に関するデータの限界については、時期および内容、コストを含めてデータ収集と整備が難しいことが挙げられる。次に、推計上の問題として、グリーン・プレミアムの中に、環境性能向上を目的としない美観や設備の現代化工事による賃料上昇が含まれている可能性である。不動産は経年減価する資産であり、資産価値を維持するための建築面、設備面での定期的な改修は、現代の不動産経営では常識的な施策となっている。環境性能を高める工事を行うに際しても、単体では行わず、美観向上や設備現代化を目的とした改修工事と同時期に実施する方が経営判断としては合理的である。グリーン・プレミアムと、環境性能を高めることを目的としない改修による賃料増分を分離し、整理して認識する必要がある。

本研究では、Onishi, Deng and Shimizu (2021) で残された課題とされた、中小築古ビルにおけるグリーン・プレミアムが推定できるか検証する。同研究では、前述のように、環境認証を取得する確率が高い大規模で築年が浅い物件では 2.6%、環境認証を取得する確率が低い中規模で築年が経過した物件では 5.4% の経済価値が存在することを明らかにした。

つまり、環境認証がもたらす経済的価値は、極めて限定的な市場においてのみ発生することを示した。しかし、東京のオフィス市場のストックの大きなシェア占めるのは、中小築古ビルである。そして、このストックでの環境改善が実現できなければ、どれだけ新規供給ビルの環境基準を高めても、政策的な効果は極めて限定的になってしまうのである。そして、この中小築古ビルは、現在の状況では環境基準を満たすことが出来ないために、建物性能を改善する「リニューアル」投資を行う必要がある。そこで、本研究では、物件の不均一性による内生性へ対処しつつ、リニューアル投資を行い、その後に環境認証を取得した、つまり環境基準を満たしたビルのグリーン・プレミアムに注目し、その測定を行う。また、経済価値の推定に際しては、美観向上などのリニューアルと分離し、環境性能の向上がもたらすベネフィットを抽出することで、中小築古ビルのグリーン・レトロフィットに向けた示唆を得ることを目指す。

3. オフィスビルのグリーン・プレミアムの測定

3.1 データ

分析用データセットを構築するために、オフィス家賃・オフィスの立地・建物特性と環境認証に関するデータを収集・作成する。まず、賃料及び立地・建物特性については、株式会社ザイマックスのオフィスビルの賃料データベースを利用する。このデータベースには、規模、設備、場所（住所・座標を含む）などを測定する多くの建物特性が含まれている。例えば、建物の総面積、建物の築年数や空調設備、最寄りの地下鉄駅までの徒歩所要時間、物件の周辺環境、契約時点、リニューアルの履歴などである。契約事例を東京23区内に限定し、建物の総面積が300坪以上で、2011年から2022年の間に成約した事例を収集した。その結果、最終的に分析可能なサンプルは、37,495件の新規契約の賃貸事例からなるデータセットが構築された。また、物件周辺のアメニティの集積状況を示す変数として、清水ら（2020）による Walkability Index（オフィス向け、総合スコア）を使用している。

なお、リニューアルの履歴については、テナント誘致のための営業活動用に作成されたパンフレットでの記載を基にしている。そのため、リニューアル内容は物件によりまちまちで、範囲及び金額の記載はなく、リニューアル工事の時期のみがデータセットに含まれている。一般的に、企業は仲介会社同行のもと内見を行うことがほとんどであり、パンフレットの内容は顧客およびエージェントによって検証される。営業用パンフレットに掲載する以上、差はあったとしても何らかのテナントにとって魅力に感じる工事が実行されたと考えられ、リニューアル情報の品質及び信憑性は担保されていると考えられる。

分析のため、賃貸借契約の成約時点とリニューアル時期のデータから、成約時点以前にリニューアルの履歴が有れば1、履歴が無ければ0とするリニューアルダミーを作成している。全サンプルのうち、成約時点でのリニューアルした履歴があった事例は28%であった。

そして、環境認証の有無のデータについては、環境認証の認証機関のホームページに掲載されている公開情報を収集整理した。今回の分析では、CASBEE、CASBEE 不動産、DBJ Green Building 認証の3つの環境認証を用いている。上記の制度を選択した理由は3つある。まず、これら3つの環境認証制度は物件単位で認証されている。そのため賃料データとの統合が可能である。環境認証システムの中には、企業やポートフォリオ単位で評価するものもあるが、賃料データとの統合ができないため、今回の調査では使用していない。第2に、これら3つの環境認証制度では、建物のエネルギー消費や環境負荷の低減、利用者の効用、管理方針などを含めた総合的な環境性能を評価している。第3に、これらの認証制度では、これらの制度で定められた基準に基づいて、第三者機関が評価を行っている。

建物が上記の環境認証のいずれかを持っている場合、環境認証ダミーを1に、そうでない場合は0に設定し、家賃データをこれらのダミー変数と組み合わせた。今回のデータセットでは、環境認証ダミーの値が1のケースは全サンプルの4.3%を占めている。

図表1に、構築されたデータセットの要約統計量を整理した。

図表1. 要約統計量

Statistic	N	Mean	St. Dev.	Min	Max
成約賃料 (円/坪)	37,495	18,440	6,994	6,100	76,000
延床面積 (坪)	37,495	6,099	12,344	300	133,751
基準階面積 (坪)	37,495	234	244	20	2,975
地上階数 (階)	37,495	11.999	8.244	2.000	60.000
築年数 (年)	37,495	25.068	11.671	0.003	87.847
最寄駅徒歩分数 (分)	37,495	3.300	2.213	0.000	19.000
リニューアルダミー	37,495	0.280	0.449	0.000	1.000
環境認証ダミー	37,495	0.043	0.202	0.000	1.000
Walkability Index	37,495	83.301	8.176	53.120	100.000
機械警備ダミー	37,495	0.953	0.212	0.000	1.000
個別空調ダミー	37,495	0.814	0.389	0.000	1.000
OAフロアダミー	37,495	0.823	0.382	0.000	1.000

3.2 基本モデルと分析上の課題

オフィスビルの新規賃料は、オフィスビルの特性を説明変数とした関数であり、その賃料関数は以下のようなヘドニック価格モデルで表される。

$$\ln r_n = \sum_{c=1}^c \beta_c X_{cn} + \varepsilon_n \quad (1)$$

ここで、 r は新規賃料を表す。 X は物件の特性を表すベクトルであり、延床面積、基準階面積、地上階数、成約時の築年数、最寄駅からの徒歩分数、Walkability Index、行政区ダミー、機械警備ダミー、個別空調ダミー、OAフロアダミーから構成される。

図表2. 基本モデルによる推計結果

<i>Dependent variable:</i>					
	成約賃料 OLS				
	Base Model	リニューアル	環境認証	リニューアル +環境認証	環境認証 ×築年数
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
延床面積	0.119*** (0.004)	0.118*** (0.004)	0.119*** (0.004)	0.119*** (0.004)	0.119*** (0.004)
基準階面積	0.017*** (0.005)	0.015*** (0.005)	0.016*** (0.005)	0.015*** (0.005)	0.016*** (0.005)
地上階数	0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)	0.002*** (0.000)
築年数	-0.008*** (0.000)	-0.009*** (0.000)	-0.008*** (0.000)	-0.009*** (0.000)	-0.008*** (0.000)
最寄駅徒歩分数	-0.019*** (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.019*** (0.001)	-0.019*** (0.001)
千代田区ダミー	0.169*** (0.004)	0.168*** (0.004)	0.169*** (0.004)	0.168*** (0.004)	0.169*** (0.004)
中央区ダミー	0.095*** (0.004)	0.094*** (0.004)	0.095*** (0.004)	0.093*** (0.004)	0.095*** (0.004)
港区ダミー	0.269*** (0.003)	0.266*** (0.003)	0.269*** (0.003)	0.266*** (0.003)	0.269*** (0.003)
新宿区ダミー	0.100*** (0.005)	0.097*** (0.005)	0.099*** (0.005)	0.097*** (0.005)	0.099*** (0.005)
品川区ダミー	0.034*** (0.005)	0.032*** (0.005)	0.033*** (0.005)	0.031*** (0.005)	0.033*** (0.005)
渋谷区ダミー	0.351*** (0.005)	0.351*** (0.005)	0.350*** (0.005)	0.350*** (0.005)	0.350*** (0.005)
リニューアルダミー		0.037*** (0.003)		0.037*** (0.003)	
環境認証ダミー			0.017*** (0.006)	0.015*** (0.006)	0.018* (0.009)
環境認証×築年数					-0.0001 (0.001)
Walkability Index	0.016*** (0.000)	0.016*** (0.000)	0.016*** (0.000)	0.016*** (0.000)	0.016*** (0.000)
成約年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
設備ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	37,495	37,495	37,495	37,495	37,495
R ²	0.656	0.658	0.656	0.658	0.656
Adjusted R ²	0.656	0.658	0.656	0.658	0.656
Residual Std. Error	0.209 (df = 37468)	0.208 (df = 37467)	0.209 (df = 37467)	0.208 (df = 37466)	0.209 (df = 37466)
F Statistic	2,751.519*** (df = 26; 37468)	2,670.021*** (df = 27; 37467)	2,650.442*** (df = 27; 37467)	2,575.354*** (df = 28; 37466)	2,555.718*** (df = 28; 37466)

Note:

* ** *** p<0.01

(1)式に基づくヘドニック・モデルによる推計結果を図表2の(1)に示す。賃料が高くなる

傾向がある建物特性としては、延床面積や基準階面積、地上階数などの建物規模が大きいこと、築年数が小さく新しいこと、最寄駅からの距離が小さいこと、東京 23 区のうち千代田区・中央区・港区・新宿区・渋谷区・品川区といったオフィスビルが集積した都心に所在していること、Walkability Index が高い、すなわち、建物周囲に飲食店や物販店、娯楽施設などのアメニティが充実していることが挙げられる。これらは、立地が良く利便性に優れ、美観がよく設備も充実し、巨大でグレード感を感じる建物ほど、賃料が高いという不動産ビジネスでの一般的な理解と整合的である。

ここから、式(1)による基本モデルをベースとして、リニューアルおよび環境認証の影響を分析する。まず、リニューアルの有無の影響を考慮するため、以下のモデルを構築する。

$$\ln r_n = \sum_{c=1}^c \beta_c X_{cn} + \gamma d_n + \varepsilon_n \quad (2)$$

ここで、 d はリニューアルの有無を表す。図表 2 の(2)は、式(2)による推定結果であり、リニューアルダミーの係数推定値は 0.037 (0.003) と統計的に有意な結果が得られている。リニューアル工事により建物に追加投資し、建物の美観もしくは設備性能を最新の基準まで引き上げることで、リニューアル工事を行わない場合に比べ、3.7%程度賃料が高くなる傾向にあることを示している。

次に、環境認証の有無を考慮するため、以下のモデルを構築する。

$$\ln r_n = \sum_{c=1}^c \beta_c X_{cn} + \delta g_n + \varepsilon_n \quad (3)$$

ここで、 g は環境認証ダミーを表す。図表 2 の(3)は、式(3)における推定結果であり、環境認証ダミーの係数推定値は 0.017 (0.006) と統計的に有意な結果が得られている。この結果は、環境認証の持つ建物は、環境認証を持たない同じ物件特性の建物に比べ、1.7%だけ賃料が高い、すなわちグリーン・プレミアムを 1.7%持つことを示している。

そして、リニューアルダミーと環境認証ダミーを同時投入した以下のモデルを推計する。

$$\ln r_n = \sum_{c=1}^c \beta_c X_{cn} + \gamma d_n + \delta g_n + \varepsilon_n \quad (4)$$

推定結果を図表 2 の(4)に示す。リニューアルダミーの係数推定値は 0.037 (0.003)、環境認証ダミーの係数推定値は 0.015 (0.006) であり、それぞれ単独で投入した同図表の(2)および(3)と比較するとほぼ変化は見られなかった。

ここまでのモデルは、グリーン・プレミアムが全ての物件において均質であるという前提に立っている。しかし、この仮定は強く、オフィスビルの特性によってグリーン・プレミアムの大きさが異なるかの検証が必要である。Yoshida and Sugiura (2014) は、東京の居住用不動産において環境認証の有無により経年減価率が異なるとの問題意識から、築年数と

環境認証との交互作用項をモデルに加えて推定した。彼らの推定結果では、築年数と環境認証の交互作用項の係数はプラスで有意であり、建物の築年数が経過するほどグリーン・プレミアムが大きくなることが示唆されている。築年数と環境認証ダミーの交互作用項を加えたモデルは以下のように示される。

$$\ln r_n = \sum_{c=1}^c \beta_c X_{cn} + \delta g_n + \theta g_n * Age_n + \varepsilon_n \quad (5)$$

ここで、 Age は成約時点での建物の築年数を表す。式(5)における推定結果を図表2の(5)に示す。同図表の(3)と比較すると、築年数と環境認証ダミーの交互作用項は有意でなく、環境認証ダミーでは標準誤差が大きくなり、5%水準では有意ではなくなった。Yoshida and Sugiura (2014)とは異なる結果が得られた背景としては、オフィスビルは住宅に比べ寿命が長く、竣工年が経過してテナント誘致での競争力が衰えるとリニューアル工事を実施する意思決定がなされることが挙げられる。また、リニューアル工事を行うタイミングは均一ではなく、個々の不動産所有者や投資家の判断によるため、単一のモデルでは表現することが難しいことも背景として挙げられる。

4. モデルの改善

4.1 プロビット・モデルおよび層別化

前節で指摘した課題を解決するため、以下のようにモデルを改善する。まず、物件の築年数、規模、立地など各種変数からリニューアル確率を推定するプロビット・モデルを推計する。次に、このプロビット・モデルを用いて、各サンプルのリニューアルの発生確率を推定し、サンプルを3層に分割する。最後に、各層ごとに新規賃料を非説明変数、環境認証ダミーとリニューアルダミーを説明変数としたヘドニック・モデルを構築し、グリーン・プレミアムを推定する。

リニューアルの実施確率をマーケット・セグメンテーションに用いるのは、Onishi et al. (2021)において環境認証取得の確率を傾向スコアとして用いた際に、中小築古ビルでのサンプルの多くが廃棄され、本来グリーン・レトロフィットの対象となる層でグリーン・プレミアム推定ができなかったという課題を対処するためである。リニューアルと環境認証取得は、竣工後の追加投資という意味では類似した意思決定であり、その発生関数も類似していると考えられ、リニューアルの発生確率により層別化することで同一層内ではサンプルを均質化することができ、内生性バイアスに対処した推計が可能になる。併せて、環境認証の普及は途上であり依然としてサンプルが少ない一方で、リニューアルは比較的多くの事例があるため、層化によりサンプルが均質化された後も十分なサンプル数の確保が期待できる。

物件のリニューアル確率を以下のプロビット・モデルで推定する。

$$P(\mathbf{X}) = \Pr(d = 1|\mathbf{X}) = \Phi(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) = \int_{-\infty}^{\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}} \frac{1}{2\pi} \exp\left(-\frac{\mathbf{z}}{2}\right) d\mathbf{z} \quad (6)$$

プロビット・モデル(6)を用いてサンプルごとにリニューアル確率を推定し、リニューアル確率の三分位点を境界にしてサンプルを3層に分割する。分割後のサンプルそれぞれについて、以下のヘドニック・モデルを構築する。

$$\ln r_{in} = \sum_{c=1}^c \beta_{ic} X_{icn} + \gamma_i d_{in} + \delta_i g_{in} + \varepsilon_{in} \quad (7)$$

ここで、 i は層番号 ($i = 1, 2, 3$) を表す。

4.2 層別化による結果

前節に従い、リニューアルダミーを被説明変数としたプロビット・モデルの推計結果を図表3の(1)に示す。推定結果は概ねオフィスビル経営上の直観に即しており、規模が大きいほどリニューアル費用の回収見込みが期待でき、築年数が浅いうちは物理的・社会的劣化が進んでおらずリニューアルの必要性が乏しいことを反映している。また、立地関連の変数の係数推定値からは、都心かつ最寄駅から近いが周辺のアメニティが充実していない場合、リニューアルが発生しやすい傾向にあることを示している。このように、本分析におけるリニューアル確率を推定するプロビット・モデルは実態を反映しているものと考えられる。

全サンプルで成約賃料を被説明変数としたヘドニック・モデルで推計した結果を図表3の(2)に示す。これは、図表2の(4)と同じモデルであり、比較のための再掲である。環境認証ダミーの係数推定値は0.015 (0.006) であり、グリーン・プレミアムは+1.5%と推定された。リニューアルダミーの係数推定値は0.037 (0.003) であり、環境性能を高めるようなリニューアル工事を実施し環境認証を取得する場合、5%強の賃料上昇が期待できることを示している。

しかし、前章で指摘したように、図表3の(2)の推定は全てのサンプルの平均的なグリーン・プレミアムを示しており、物件の品質は均質ではない。そこで、プロビット・モデルで推定されたリニューアル確率の大小によりサンプルを3つの集団に層別化し、それぞれのサンプル集団においてヘドニック・モデルを推計した結果が図表3の(3)(4)(5)である。

(3)(4)(5)のモデルを比較すると、環境認証以外の他変数、特に最寄駅徒歩分数、各行政区ダミー、Walkability Indexといった立地関連の変数において、符号や大きさはほぼ同様の傾向を示す一方で、グリーン・プレミアムを示す環境認証ダミーの係数推定値のみが大きく異なっている。(2)の全サンプルのモデルでは、リニューアルと環境認証の効果を十分に分離することが難しいことを示している。

図表3. プロビット・モデルおよび層別化による推計結果

	Dependent variable:				
	リニューアルダ ミー	成約賃料			
	probit Probit (1)	全サンプル (2)	OLS		
		RN確率低 (3)	RN確率中 (4)	RN確率高 (5)	
延床面積	0.027 (0.027)	0.119*** (0.004)	0.115*** (0.007)	0.088*** (0.007)	0.139*** (0.007)
基準階面積	0.141*** (0.032)	0.015*** (0.005)	0.01 (0.008)	0.067*** (0.008)	-0.022*** (0.008)
地上階数	0.007*** (0.002)	0.002*** (0.000)	0.0004 (0.001)	0.004*** (0.001)	0.001** (0.001)
築年数	0.067*** (0.001)	-0.009*** (0.000)	-0.012*** (0.000)	-0.006*** (0.001)	-0.003*** (0.000)
最寄駅徒歩分数	-0.013*** (0.004)	-0.019*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.017*** (0.001)	-0.020*** (0.001)
千代田区ダミー	0.075*** (0.028)	0.168*** (0.004)	0.142*** (0.006)	0.165*** (0.007)	0.167*** (0.008)
中央区ダミー	0.109*** (0.029)	0.093*** (0.004)	0.106*** (0.006)	0.079*** (0.007)	0.088*** (0.009)
港区ダミー	0.165*** (0.024)	0.266*** (0.003)	0.265*** (0.005)	0.280*** (0.006)	0.233*** (0.007)
新宿区ダミー	0.241*** (0.033)	0.097*** (0.005)	0.040*** (0.009)	0.119*** (0.008)	0.125*** (0.009)
品川区ダミー	0.217*** (0.034)	0.031*** (0.005)	0.051*** (0.010)	0.058*** (0.008)	0.037*** (0.009)
渋谷区ダミー	-0.011 (0.035)	0.350*** (0.005)	0.342*** (0.007)	0.337*** (0.008)	0.368*** (0.011)
リニューアルダミー		0.037*** (0.003)	0.025*** (0.007)	0.053*** (0.004)	0.023*** (0.004)
環境認証ダミー		0.015*** (0.006)	-0.022*** (0.007)	0.004 (0.012)	0.029** (0.014)
Walkability Index	-0.003*** (0.001)	0.016*** (0.000)	0.014*** (0.000)	0.018*** (0.000)	0.014*** (0.000)
成約年ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
設備ダミー	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Observations	37,495	37,495	12,498	12,498	12,498
R ²		0.658	0.751	0.65	0.559
Adjusted R ²		0.658	0.751	0.649	0.558
Log Likelihood	-17,897.78				
Akaike Inf. Crit.	35,849.57				
Residual Std. Error		0.208 (df = 37466)	0.188 (df = 12469)	0.202 (df = 12469)	0.217 (df = 12469)
F Statistic		2,575.354*** (df = 28; 37466)	1,344.786*** (df = 28; 12469)	827.443*** (df = 28; 12469)	564.506*** (df = 28; 12469)

Note:

* ** *** p<0.01

また、(3)(4)(5)のグリーン・プレミアムの符号と大きさに注目すると、リニューアル確率

が低いと推定されたサンプル集団(3)におけるグリーン・プレミアムは、 -0.022 (0.007) と負で有意な結果が得られた。一方で、リニューアル確率が高いと推定されたサンプル集団(5)では 0.029 (0.014) と正で有意な結果となった。中間のサンプル集団(4)では統計的に有意ではなかった。リニューアル確率が低い物件ではグリーン・プレミアムが顕在化せず、高くなるほどグリーン・プレミアムが強く現れる傾向にあることが示された。

4.3 オフィス市場における環境配慮の経済価値

得られた結果は、テナント誘致というオフィスビル間の競争下における差別化の観点からも整合的である。リニューアルの必要性が少なく劣化が進んでいない物件が多くを占める市場セグメントにおいては、市場において魅力的な要因を多く備えており、相対的に認証の価値が埋没しやすい。また、このセグメントは築年数が比較的新しいことから、法規制および技術進歩により環境性能が高く認証取得を念頭において計画されたため、多くの物件で認証取得が進んでいることも背景にあると考えられる。

一方で、リニューアルの必要性が強い、社会的、経済的劣化が進む市場セグメントにおいては、建築当時の環境規制も現在ほどは厳しくなく、また環境性能による不動産取引規制もなかったことから、環境認証を取得している物件は依然として希少であり、認証取得は競争力を高める可能性があることを示している。

また、本分析では、リニューアルダミーと環境認証ダミーを同時投入していることから、テナントがオフィスビルのどのような点を評価しているかについても示唆を与える。リニューアル工事は、一般的に、壁紙やカーペットの張り替えといった表面的な美観工事が中心であり、一方で環境認証取得のためには省エネ性能が高い空調設備への交換や断熱のような、テナントの目には触れにくい環境性能を高める工事が必要である。本分析においてリニューアル確率が高いセグメントのみで環境認証ダミーが有意に正であったことは、劣化が進んだ物件においては、目に見える美観だけでなく、目には見えないはずの省エネルギー性能や快適性を追求することが競合との差別化を実現し、より収益性につながることを示唆している。

5. 結論

環境配慮型社会に向けて、地球規模での取り組みの重要性は、ほぼ多くの国において合意が得られている。そのような中で、具体的な政策へと接続していこうとしたときには、科学的な根拠に基づきながら、経済成長を阻害しないように、社会経済制度を設計していくことが要求される。とりわけ地球環境問題に対する取り組みは、今後のにおいても継続され、長期的に実施されるために、その制度設計は慎重に行う必要があることは言うまでもない。

環境配慮型社会を実現していこうとしたときには、政府、企業、家計ともに投資が要求

される。例えば、環境配慮型建築物の建設、または既存建物の環境性能の向上には、建物に対する投資が要求される。その結果として、エネルギーの消費の削減を通じた炭素系化合物の排出を低下させ、水の使用量などを減少させることに加えて、アウトプットとしてどのような経済的な価値をもたらされるのかといったことは、市場参加者、とりわけ供給者にとって重要な問題となる。

本稿では、東京のオフィス市場を対象として、環境性能の高さを証明する「環境認証」の有無が、アウトプットとして経済的価値を産み出しているのかどうかを検証したものである。得られた結果を見ると、従来の先行研究と同じような方法でヘドニック・モデルを構築して環境認証の効果を識別したところ、おおよそ1.5%程度の家賃プレミアムが存在することが明らかにされた。しかし、リニューアル投資の確率に基づき、市場を層別化したうえで、セグメントごとのヘドニック・モデルを推計すると、リニューアル確率が低いと推定されたサンプル集団におけるグリーン・プレミアムは、-0.022 (0.007) と負で有意となる一方で、リニューアル確率が高いと推定されたサンプル集団(5)では0.029 (0.014) と正で有意な結果、リニューアル確率の中間のサンプル集団では統計的に有意ではなかった。この結果は、一連の先行研究が示してきたように、環境配慮型投資をしたとしても、ある一定の条件の下でしか、グリーン・プレミアムは発生しないことを意味している。

さらに深刻な問題は、環境性能、または技術は常に進化していくことである。技術進歩は、価格の低下をもたらす。例えば、エネルギー効率の高い液晶テレビが登場して久しいが、技術進歩によって、よりエネルギー効率が高く、大型のテレビが登場し、旧来型のテレビの価格は大きく低下した。環境認証の基準を変化させなければ、時間の経過とともに、そのプレミアムが消滅するだけでなく、一層高い基準に変更していけば、取り壊しをして建て直さなければならないようなストックが増加していつてしまう。つまり、極めて環境負荷の高い建設・不動産市場を創造してしまうことになる。

そうすると、今後において、どのような政策的な対応が重要になるのであろうか。「脱炭素社会の実現に資するための建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律等の一部を改正する法律」が2022年に公布され、公布後2年以内に販売・賃貸時の省エネ性能表示、公布後3年以内に全ての新築住宅・非住宅で省エネ基準適合が義務付けられた。このような投資は、アウトプットとして何を産み出しているのかを考えたときに、不動産市場に歪みをもたらし、市場から撤退を命じられるストックを増加させ、建て替えの促進や放置される不動産の増加にもつながる可能性もある。または、高所得世帯には恩恵があっても、低所得世帯にとっては、負担の増加だけに繋がるような社会を促進してしまうかもしれない (Fuerst and Shimizu (2016))。

そうしたときに、長期的な視野の下で、持続可能性の高い社会を実現していくために、市場の持続可能性をも踏まえて、新しい建設・不動産市場の在り方をデザインしていくことが要請されているものと考えられる。

参考文献

- 清水千弘・馬場弘樹・川除隆広・松縄暢 (2020), 「Walkability と不動産価値: Walkability Index の開発」, *CSIS Discussion Paper* (The University of Tokyo) No.163,
<https://www.csis.u-tokyo.ac.jp/wp-content/uploads/2020/06/163.pdf>
- Aroul, R. R., Hansz, J. A., & Yang, J. (2021), “Fix it with Green: The Valuation Impact of Green Retrofits on Residential Transaction Price,” *Journal of Housing Research*, 30(2), pp. 142-162.
- Brounen, Dirk & Groh, Alexander & Haran, Martin. (2020), “The value effects of green retrofits,” *Journal of European Real Estate Research*. ahead-of-print. 10.1108/JERER-12-2019-0049.
- Chegut, A., Eichholtz, P., & Kok, N. (2019), “The price of innovation: An analysis of the marginal cost of green buildings,” *Journal of Environmental Economics and Management*, 98, 102248.
- Dalton, B., & Fuerst, F. (2018), “The ‘green value’ proposition in real estate: A meta-analysis,” *In Routledge handbook of sustainable real estate*, Routledge, pp. 177-200.
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2010), “Doing well by doing good? Green office buildings,” *American Economic Review*, 100(5), pp. 2492-2509.
- Fuerst, F., and P. McAllister (2011), “Green noise or green value? Measuring the effects of environmental certification on office values,” *Real estate economics*, 39(1), pp. 45-69.
- Fuerst, F and C. Shimizu (2016), “Green luxury goods? The economics of eco-labels in the Japanese housing market,” *Journal of Japanese and International Economy*, 39, pp. 108-122.
- Geltner, D., L. Moser and Van de Minne, Alex. (2017), “The Effect of Green Retrofitting on US Office Properties: An Investment Perspective,” SSRN Electronic Journal. 10.2139/ssrn.3028183.
- Klewitz, J., and E.G.Hansen (2014), “Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review,” *Journal of cleaner production*, 65, pp. 57-75.
- Leskinen, N., J. Vimpari and S.Junnila (2020), “A review of the impact of green building certification on the cash flows and values of commercial properties,” *Sustainability*, 12(7), 2729.
- Onishi, J., Deng, Y., Shimizu, C. (2021), “Green Premium in the Tokyo Office Rent Market,” *Sustainability*. 13(21), 12227.
- Yoshida., J and A. Sugiura (2014), “The Effects of Multiple Green Factors on Condominium Prices,” *The Journal of Real Estate Finance and Economics*. 50, pp. 412-437.
- Yoshida, J., J. Onish and C. Shimizu (2017), “Energy Efficiency and Green Building Markets in Japan,” In: Coulson, N., Wang, Y., Lipscomb, C. (eds) *Energy Efficiency and the Future of Real Estate*. Palgrave Macmillan US, pp. 139-159.

付録

現在、世界各国で実施されている環境認証制度（グリーンラベル制度）は以下の通りである。グリーンラベル制度は、大きく分けて3つのカテゴリーに分類される。まず、建物のエネルギー効率に特化した認証がある。例えば、米国の「Energy Star」、英国の「EPCs」、日本の「BELS」などがある。次に、建物の環境性能を総合的に評価する認証制度がある。このタイプの認証は、建物の省エネ能力を審査するとともに、水の使用量、建築材料、室内環境、交通量、周辺環境への影響など、さまざまな環境要素を評価する。アメリカの「LEED」、イギリスの「BREEAM」、日本の「CASBEE」などがある。さらに、個々の建物进行评估するのではなく、不動産を所有・運営する企業などのポートフォリオレベルの持続可能性評価ベンチマークである「GRESB」もある。

ここでは、日本のグリーンラベルについて説明する。日本では、1970年代のオイルショック以降、エネルギー効率が注目されるようになり、1979年には「エネルギーの使用の合理化に関する法律」が制定され、工場や自動車、家電製品などに規制がかけられることとなった。この法律は2005年に改正され、建築物も対象となっている。

また、地方自治体でも規制や評価制度が整備されている。東京都では、1997年に環境保全基本計画（BPEP）、2000年に東京都環境安全条例を制定した。2005年以降、大規模マンションの開発者は、購入希望者に項目別のグリーンスコアを提示することが義務付けられている。さらに、2002年6月には、建築物環境計画の提出制度が導入された。この制度では、総床面積が5,000平方メートル以上の新築または増築される建物は、建築環境計画の提出が義務付けられている。また、延床面積が2,000平方メートル以上の新築・増改築建物は、任意で建築環境計画を提出することができるようになった。評価結果は、東京都の公式サイトで公開されている。建築環境計画の提出制度では、4つの評価ポイントを設けている。「エネルギーの合理的な利用」「資源の適切な利用」「自然環境の保護」「ヒートアイランド現象の緩和」である。また、2010年1月からは、再生可能エネルギーを利用した設備の導入を検討することが義務化されている。

2001年には、国土交通省が「CASBEE」を開始した。CASBEEは、BREEAMやLEEDと同様に、(1)室内環境、(2)サービスの質、(3)敷地の屋外環境、(4)エネルギー、(5)資源・素材、(6)敷地外環境など、持続可能性のさまざまな側面を多面的に評価する手法を採用している。CASBEEでは、「環境品質」(Q)値と「環境負荷」(L)値の比率であるBuilding Environment Efficiency (BEE)という総合指標を提供している。2021年8月現在、482棟の建物が認証されている。2012年には、CASBEEのバリエーションとして「CASBEE不動産」が登場した。これはCASBEEを簡略化したもので、審査にかかる時間とコストの削減を目的としている。また、国土交通省は、建築物のエネルギー消費性能（省エネ性能）を認証する「Building-Housing Energy-efficiency Labeling System (BELS)」を制定している。開発者、販売者、賃貸者には省エネ性能の表示が義務付けられており、省エネ

性能などの評価・表示には5段階の星マークが付けられている。

また、民間企業もグリーン・ビルディング認証プログラムを設立している。主に金融機関が推進しており、日本政策投資銀行などが認証プログラムを立ち上げている。例えば、DBJ Green Building 認証は、「環境・社会への配慮」がなされた不動産とその不動産を所有・運営する事業者を支援する取り組みとして2011年に創設され、(一財)日本不動産研究所が認証業務を実施している。不動産のサステナビリティを「Energy & Resources (建物の環境性能)」「Amenity (テナント利用者の快適性)」「Resilience (危機に対する対応力)」「Community & Diversity (多様性・周辺環境への配慮)」「Partnership (ステークホルダーとの協働)」の5つの視点から評価する。評価対象は、オフィスビル、ロジスティクス、リテール、レジデンスとなっている。

本調査で分析に用いたグリーンラベルシステム (CASBEE、CASBEE Real Estate、DBJ Green Building 認証) は、LEED や BREEAM と比較すると、評価項目や評価方法が必ずしも一致していない。しかし、これらはいずれも総合的な環境認証システムを形成しており、幅広いカテゴリーで共通点が多い。

付表. 環境認証性の一覧

	LEED	Energy Star	BREEAM	EPCs	HQE	GRESB
分析対象	-	-	-	-	-	-
開発	U.S. Green Building Council (US)	U.S. Environmental Protection Agency (US)	Building Research Establishment (UK)	UK Government (UK)	HQE Association (France)	GRESB (Netherlands)
運用開始	1998	1995	1990	2006	1996	2010
評価対象	建物	建物	建物	建物	建物	企業
タイプ	総合的	省エネルギー	総合的	省エネルギー	総合的	総合的
グレード	4 ranks	Energy Star ≥ 75	5 ranks	8 ranks	4 ranks	4 quadrants
設備性能	Yes	-	Yes	Yes	Yes	-
運営	Yes	Yes	Yes	-	-	Yes
水消費	Yes	-	Yes	-	Yes	Yes
材料	Yes	-	Yes	-	Yes	-
室内空間	Yes	-	Yes	-	Yes	Yes
生物多様性	Yes	-	Yes	-	Yes	-
交通	Yes	-	Yes	-	-	-
廃棄物	Yes	-	Yes	-	Yes	-
汚染	Yes	-	Yes	-	Yes	-
その他	-	-	Management, Performance verification	-	-	Organization, Disclosure, Risk assessment, Green lease
参考文献	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

	Greenstar	NABERS	CASBEE	CASBEE for real estate	DBJ Green Building Certificate	BELS
分析対象	-	-	Yes	Yes	Yes	-
開発	Green Building Council of Australia (Australia)	Australian Government (Australia)	MLIT (Japan)	MLIT (Japan)	Development Bank of Japan (Japan)	MLIT (Japan)
運用開始	2003	1990	2004	2012	2011	2014
評価対象	建物	建物	建物	建物	建物	建物
タイプ	総合的	省エネルギー	総合的	総合的	総合的	省エネルギー
グレード	6 ranks	5 ranks	5 ranks	4 ranks	5 ranks	5 ranks
設備性能	Yes	-	Yes	Yes	Yes	Yes
運営	Yes	Yes	-	Yes	-	-
水消費	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	-
材料	Yes	-	Yes	Yes	-	-
評価項目	室内空間	Yes	Yes	Yes	Yes	-
	生物多様性	Yes	-	Yes	Yes	-
	交通	Yes	-	Yes	Yes	-
	廃棄物	Yes	Yes	-	Yes	-
	汚染	Yes	-	Yes	-	-
	その他	Management, In- novation	-	Earthquake re- sistance, Handi- capped accessible	Earthquake re- sistance, Useful life, Disaster risk	Environment risk, Crime prevention, Tenant relation
参考文献	(7)	(8)	(9)	(9)	(10)	(11)

- (1) U.S. Green Building Council. <https://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-design-and-construction-current-version> (accessed on 13 October 2021)
- (2) ENERGY STAR.
<https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/CommercialRealEstate.pdf> (accessed on 31 January 2023)
- (3) Building Research Establishment Ltd.
<https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/> (accessed on 31 January 2023)
- (4) Energy Saving Trust.
<https://energysavingtrust.org.uk/advice/guide-to-energy-performance-certificates-epcs/> (accessed on 31 January 2023)
- (5) Behqe. <https://www.greenbuilding.saint-gobain.com/hqe-international> (accessed on 10 February 2023)
- (6) GRESB. <https://gresb.com/nl-en/real-estate-assessment/> (accessed on 8 February 2023)
- (7) Green Building Council Australia.
<https://gbca-web.s3.amazonaws.com/media/documents/introducing-green-star.pdf> (accessed on 31 January 2023)

(8) NABERS.

<https://www.nabers.gov.au/about/what-nabers> (accessed on 31 January 2023)

(9) Institute for Building Environment and Energy Conservation (IBEC).

<https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/beeE.htm> (accessed on 31 January 2023)

(10) Development Bank of Japan.

https://www.dbj.jp/en/pdf/service/finance/g_building/gb_presentation.pdf (accessed on 31 January 2023)

(11) Housing Performance Evaluation and Display Association.

<https://www.hyoukakyokai.or.jp/bels/bels.html> (accessed on 31 January 2023)