特集2 SPECIAL FEATURE

モンゴルの住宅の現状と未来

～大気汚染・住宅性能・グリーン評価制度の課題と展望～

北海道大学大学院工学研究院建築環境学研究室博士課程



Enkh-Uchral E.（エンフウチラル）

2020年モンゴル科学技術大学建築学科卒業。2021年～2025年モンゴルパッシブハウス研究所NGO勤務。2023年モンゴル国立大学再生可能エネルギー工学修士修了。2025年4月より現所属。

住宅金融支援機構 国際・調査部 国際業務グループ



豊島義之（とよしま よしゆき）

1989年名古屋大学農学部卒業、同年住宅金融公庫に入庫。2021年～2024年国際・調査部調査担当部長として住宅ローン市場の調査業務に従事。2025年4月より現職。

ゲル地区の急拡大と住宅の現状

ウランバートルは、世界有数の寒冷都市のひとつである。冬の最低気温はしばしば－30℃を下回り、市街全体で石炭による暖房が行われるため，市街地は灰褐色のスモッグに覆われていることも多い。

ゲル地区の急拡大は、1990年の社会主義体制崩壊に端を発する。計画経済の終焉とともに国営牧場が解体され、多くの遊牧民が生計の基盤を失った。都市への移住が加速するなか、1994年にはモンゴル政府が土地の私有化を認める政策（Land Privatization Law）を打ち出し、ウランバートル郊外での自力建設住宅が急増した。その後も2000年代初頭の大規模な雪害（ゾド）による家畜の大量死、そして2008年のリーマンショック後の農村経済の悪化が、移住の波を繰り返し押し寄せた。

現在、ウランバートルの人口は約170万人で、国全体の人口の半数以上が集中している。そのうち約60万人が「ゲル地区」と呼ばれる自力建設住宅密集地に暮らしていると推計される。ゲル地区は市街地外縁に広大なエリアを形成しており、多くはインフラ（地域熱供給・上下水道）の整備が不十分である。

急速な都市化に対応するため、アパートの建設も大量に進められてきた。しかし、その質には深刻な問題がある。モンゴルの建設法（2021年改正）では、延べ床面積



冬季、石炭暖房による煤煙がウランバートル市街地を厚く覆う。

600m²以下の住宅は、設計ドキュメントの作成、建築士の監修、認定施工管理者の常駐といった一連の要件が免除される。そのため、多くの住宅が専門的な監督なしに建てられているのが実態だ。また短い施工シーズン（概ね5月～9月）と経済的制約が、速度と低コストを優先させ、断熱・気密・換気といった「見えない性能」は後回しにされがちである。

建設現場を見れば、その影響は歴然としている。断熱欠損、気密層の不連続、窓・バルコニー周辺の熱橋、そして結露・凍結による外装パネルの剥落――こうした事例が各地で報告されている。設計上の性能と実際の性能の乖離は、特に中国・韓国・ロシア・ヨーロッパなど多様な国からの輸入建材が混在するモンゴルの建設市場では深刻で、建材自体の性能が不明なまま施工されるケースも珍しくない。

こうした住宅の断熱性能の低さが、深刻な大気汚染を引き起こしている。暖房に石炭・薪・廃棄物が燃やされ続けた結果、冬季のPM2.5濃度はWHOの指針値を最大14倍上回ることもある。呼吸器疾患や循環器疾患のリスクが市民全体にのしかかるこの問題は、単なる「環境問題」ではなく、住宅の建設・制度・文化が絡み合った複合的な構造問題である。

モンゴルの高性能住宅の実測

前節の住宅の課題を実証的に把握するため、筆者は北海道大学の建築環境学研究室において、ウランバートルに新築された高性能住宅を対象とした実測調査を行っている。2024～2025年の暖房シーズン（11月～2月）を通じた連続計測から得られたデータからは、モンゴルにおける高性能住宅の可能性と限界の両面が浮き彫りになった。

調査対象は、ウランバートル市中部ゲル地区に2024年に竣工した木造戸建住宅である。パッシブハウスの考え方を取り入れた設計で、300mmのロックウール断熱材、トリプルガラス窓、熱交換効率95%の換気システム、輻射式電気床暖房（1階面積の約60%をカバー）を備えている。

■ 気密性能・断熱性能

気密性能：n_{50} = 0.18 h^{-1}　／　C値 = 0.213 cm^2/m^2

壁中央部のU値（南面・夜間平均値）：0.079 W/(m²·K)

トリプル窓中央部のU値（夜間平均値）：0.80 W/(m²·K)

気密性能は極めて高く、日本の高性能住宅のめやすとされるC値1.0cm²/m²以下を下回っている。壁の断熱性能も設計通りの値を達成したことが確認された。

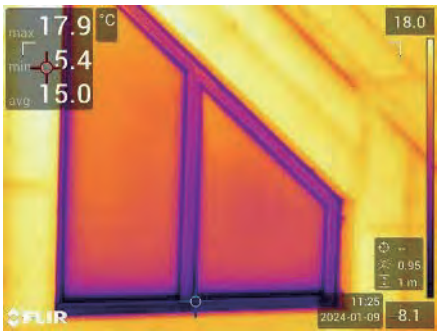
一方、赤外線サーモグラフィによる診断では、課題も明らかになった。アルミ製窓スペーサー部分において、室内外で約10℃の温度差（熱橋）が検出された。また、屋根と壁の接合部では約3℃の温度差が確認された。

モンゴルに建設されたパッシブハウス



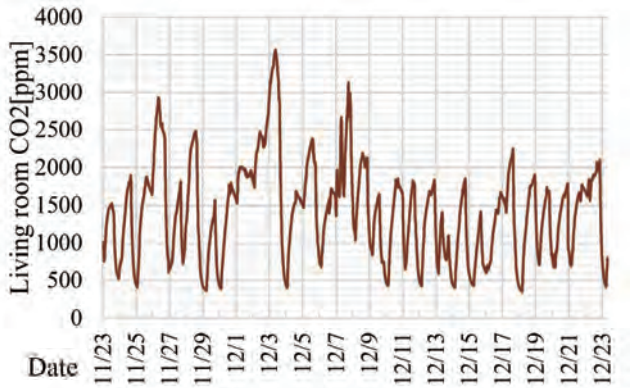
パッシブハウス的設計を採用した木造戸建住宅（2024年竣工、延べ床面積84.5m²）。

パッシブハウスの窓周りの低温



窓サッシのアルミスペーサー部分で約10℃の温度差が確認された（熱橋）。

室内CO2濃度の上昇



換気システム（ERVS）の停止時にCO^2濃度が急上昇し、最大約3,500 ppmに達した。

実測主要データ一覧

項目	測定値	備考
気密性能（n_{50}）	0.18 h^{-1}	極めて高い気密性
壁U値（中央部）	0.079 W/（m²·K）	設計値を達成
窓U値（中央部）	0.80 W/（m²·K）	トリプルガラス
窓スペーサー熱橋	約10℃の温度差	要ディテール改善
CO_2濃度ピーク	約3,500 ppm	換気停止時
リビング平均室温	22.7℃	屋外平均−20.2℃

室内空気質（CO^2濃度）の連続計測では、換気システムを停止した夜間・休日を中心に濃度が急上昇し、ピーク時には約3,500 ppmに達するケースが観測された（一般に快適とされる基準の目安は1,000 ppm以下）。居住者へのヒアリングでは、換気装置の稼働音が気になるために停止してしまうことが明らかになった。高気密住宅では換気を止めることの影響が格段に大きく、自動制御あるいは低騒音型システムの採用が必要と考える。

室温は、屋外の急激な気温変動（－30℃～－7℃）にもかかわらず、リビングで平均22.7℃と比較的安定していた。一方で、大型の南向き窓からの日射取得により26℃を超えるオーバーヒートも観測された。2階への暖房供給が限られていたため、フロア間の温熱環境の差も確認された。

BESTGERの誕生

以上で示した実測データが示すとおり、モンゴルでは「設計上の性能」と「実際の性能」の乖離が大きく、その解消には制度的なアプローチが不可欠である。この認識のもと、モンゴルでは近年、段階的な政策整備が進んでいる。

まず2019年には、エネルギー効率基準を満たす住宅向けのグリーンローン制度が商業銀行から開始された。金利12～16.8%、返済期間最大20年で、建物エネルギー性能証明（BEPC）の取得とベースライン基準対比20%以上の省エネが条件とされた。しかし普及は芳しくなく、高い初期建設コスト、専門人材の不足、国民への情報浸透の遅れが障壁となった。

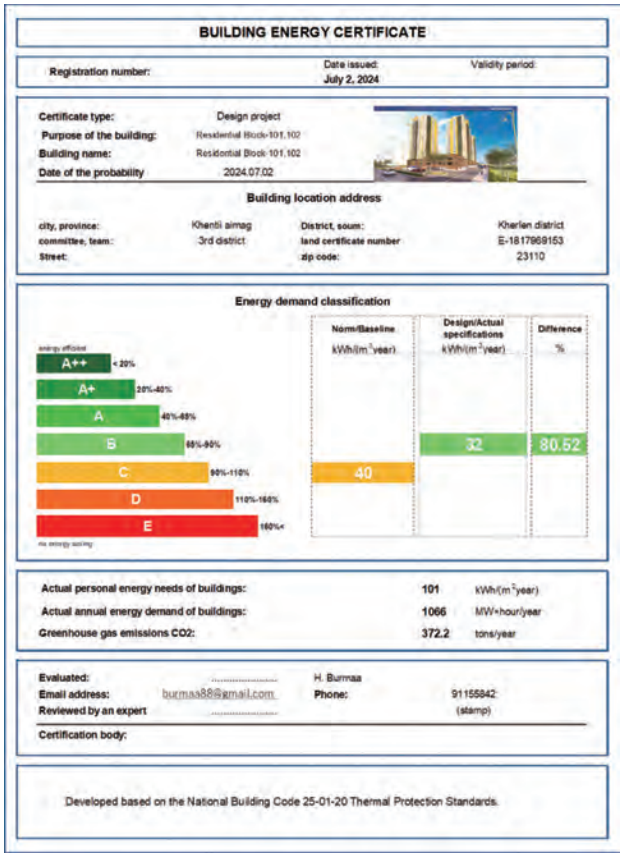
こうした反省を踏まえ、GIZ（ドイツ国際協力機構）、GGGI（グローバル・グリーン成長研究所）、GERESなどの国際機関の支援を受けながら、モンゴルグリーンビルディング評議会を中心に国独自の評価制度の策定が進められた。そして2024年12月、省令第108号によって、モンゴル初の統合的グリーンビルディング評価システム「BESTGER（BD 25-102-24）」が正式承認された。

BESTGERは以下の6カテゴリ・合計100点で住宅を評価する。

・エネルギー効率（35点）── 加熱需要削減率に基づく主要評価項目
・室内環境（12点）── 換気・CO^2・温熱快適性
・水の効率（18点）
・材料の持続可能性（10点）
・安全・耐久性（15点）
・環境配慮（10点）

認証レベルはCertified（40～49点）・Silver（50～64点）・Gold（65～79点）・Platinum（80点以上）の4段階で、グリーンローンの利用要件はSilver以上となっている。また規模に応じて、小規模・自力建設住宅向けの「簡易版（12項目）」と大規模向けの「包括版（32項目）」が用意されている。

BESTGERの評価シート


BUILDING ENERGY CERTIFICATE

Registration number:
Date issued: July 2, 2024
Validity period:

Certificate type: Design project
Purpose of the building:
Building name: Residential Block-101,102
Date of the probability: 2024.07.02

Building location address

city, province: Khentii aimag
committee, team: 3rd district
Street:
District, soum:
land certificate number: E-1817969153
zip code: 23110
Kherlen district

Energy demand classification

	Norm/Baseline kWh/(m²year)	Design/Actual specifications kWh/(m²year)	Difference %
A++			
A+			
A			
B		32	80.52
C	40		
D			
E			

Actual personal energy needs of buildings: 101 kWh/(m²year)
Actual annual energy demand of buildings: 1066 MW•hour/year
Greenhouse gas emissions CO2: 372.2 tons/year

Evaluated:
Email address: burmaa88@gmail.com
Reviewed by an expert
Certification body:
H. Burmaa
Phone: 91155842
(stamp)

Developed based on the National Building Code 25-01-20 Thermal Protection Standards.

BESTGERが重要なのは、モンゴルの人々自身が主体となって制度を構築した点である。国際機関からの技術移転を受けつつも、モンゴルの気候・建設慣行・経済実態に合わせた独自の基準が作られた。これは単なる「外国制度の輸入」ではなく、自国の住宅問題を自らの制度で解決しようとする意思表示でもある。

ただし、制度の誕生はゴールではない。BESTGERの審査・認証を担える人材は現時点で著しく不足しており、制度が有効に機能するためには運用体制の整備が急務である。設計段階でのエネルギー計算の第三者認証、施工中の気密層・断熱材の施工写真記録、完成後の検査（「Red Book」による竣工検査）等、制度を機能させる仕組みの整備はこれからである。

人材育成と建材の試験

制度（BESTGER）を機能させるためには、少なくとも二つの要素が不可欠である。一つは「人材育成と施工資格

制度」、もう一つは「建材の性能試験・認証体制」である。

■施工技術者の育成：BIS制度の参照

北海道では、高気密・高断熱住宅の普及に伴い、1990年代から「BIS（建物断熱施工技術者）制度」が発展してきた。これは、断熱材の欠損なき施工、気密テープの適切な施工、熱橋を回避するディテール設計の理解を体系化し、試験と実地研修によって認定する民間資格制度である。北海道の住宅性能向上における役割は大きく、設計値と実測値の乖離を縮小するうえで不可欠な仕組みとして機能してきた。

モンゴルに必要なのも、これに類する施工技術者資格制度の構築である。BESTGERの評価基準を正しく理解し、断熱・気密設計の詳細を現場に落とし込むことができ、そして設計と施工の整合を自らチェックできる専門技術者の層を厚くしない限り、どれほど優れた制度設計も絵に描いた餅である。具体的な要件としては、断熱・気密の適切な設計と施工、熱橋に配慮したディテール設計、設計図と現場の整合確認が挙げられる。

■建材の性能試験・認証体制の確立

もう一つの課題は、建材の性能を客観的に測定・認証する体制の欠如である。現在のモンゴルでは、中国・韓国・ロシア・ヨーロッパなど多様な国からの輸入建材が混在しているが、その多くは性能値が不明確なまま市場に流通している。断熱材の熱伝導率、窓のU値（熱貫流率）、気密部材の性能、これらが正確に把握されていなければ、いくら精密なエネルギー計算を行っても結果は空虚なものとなる。

日本では、一般財団法人建材試験センター（JTCCM）のような中立・公的な第三者機関が、建材の熱伝導率をGuarded Hot Plate（GHP）法で測定・認証し、設計者がカタログ値を信頼して使用できる体制を整えてきた。No Measurement, No Managementの原則こそが、省エネ性能の実効性を担保する土台となっている。

モンゴルが整備すべきは、ISO/IEC 17025の認定を受けた国内の中立的な建材試験機関である。当面は、熱伝導率測定（GHP法）、窓・ドアのU値試験、気密性試験の3分野から体制を整えることが現実的な出発点となろう。日本からの技術移転と機器支援を組み合わせることで、短期間での体制構築の可能性もある。

これからの研究と支援の展望

現在、北海道大学の建築環境学研究室では、札幌版次世代住宅や木造アパートの断熱リノベーションの研究等、寒冷な気候下における寒冷地住宅の研究が行われている。また、都市スケールのデジタルツインによる住宅のエネルギー消費シミュレーション等、様々なスケールの研究が行われている。この蓄積を、モンゴルの住宅改善に活かすことができる。具体的には以下の連携・支援活動を推進したいと考えている。

◆ 実測研究の継続・拡充：今回の調査は単一事例に留まったが、ウランバートル市内の多様な住宅タイプ（ゲル・戸建・アパート）を対象とした実測データの蓄積が、モンゴル版の断熱・気密基準策定に直結するエビデンスとなる。
◆ 施工技術者資格制度の共同構築：モンゴルグリーンビルディング評議会・パッシブハウス研究所NGOなどの現地機関とともに、BIS制度を参照したモンゴル独自の研修カリキュラムと認定試験の開発を支援する。
◆ 建材試験体制の技術移転：熱伝導率測定・U値試験・気密試験の分野で、建材試験センター等との連携のもと、モンゴル国内に中立的な試験体制を整備することを長期目標として掲げる。
◆ 学術的知見の社会実装：実測データ・シミュレーション・政策提言を連動させ、研究成果がBESTGERの基準改定や金融機関のグリーンローン設計に反映されるよう、関係機関への働きかけを続ける。

モンゴルの住宅が抱える問題を「技術的後進性」と見なすことは、本質を見誤ることになる。ゲル地区の急拡大も、施工品質のばらつきも、建材性能の不透明さも、それぞれに歴史的・社会的・制度的な文脈を持つ。体系的な教育と制度がこれから本格的に構築される段階にあるということは、「大きな最適化の余地がある」ということでもある。北海道が戦後の住宅再建期から数十年かけて積み上げてきた理論構築、基準整備、業界の自発的な品質競争、居住者からのフィードバックという循環を、モンゴルははるかに短い時間で構築できる環境にある。その過程において、伴走者として役割を果たし続けるつもりである。

住宅金融分野での取り組み

日本をはじめ諸外国では、住宅金融分野での脱炭素に対する取り組みとして、省エネルギーや再生可能エネルギーなど「環境に優しい」住宅に対する優遇融資やそのような住宅を裏付けとしたグリーンボンドの発行が知られている。モンゴルにおける、その取り組みを紹介したい。

モンゴルには、住宅ローンの証券化機関として、2006年に中央銀行や民間銀行の出資により設立された「モンゴル住宅抵当株式会社（通称MIK）」が存在する。MIKは、民間金融機関から年間150～200億円規模で住宅ローンを

買い取り、金融市場において重要な役割を果たしている。

MIKは、ゲル地区から省エネルギー性能の高い集合住宅への計画的な移転を促進するため、ゲル地区の住民向けに低利の住宅ローンを提供している。また、これらの住宅ローンを裏付けとしたグリーンボンドの発行による資金調達の多様化も目指していた。

こうした背景から、MIKはグリーンボンド発行の実績が豊富な日本の住宅金融支援機構と、グリーンボンド発行に関する有償技術支援契約を2025年7月に締結した。当機構では主に2つの取り組みを実施した。

1つ目は、日本の省エネルギー政策や産業界の取り組み、グリーンボンド発行を学ぶための招聘研修である。MIKやモンゴル中央銀行、都市計画・建設・住宅整備省などの職員を対象にしたもので、国土交通省、日本建築センター、住宅性能評価・表示協会などの講義に加え、UR都市機構、ハウスメーカー、設備機器メーカーの協力のもと、省エネルギー技術を体験できる施設の見学も行った。

特に関心が高かったのは、省エネルギー住宅に対する政府や自治体によるインセンティブ制度の充実である。脱炭素化を進めるには費用対効果を十分に考慮する必要があるものの、相応の財政支出が必要であることも認識された。また、住宅設備の体験施設では、日本の断熱サッシや全熱交換器の性能に驚き、モンゴルの厳しい環境下でも長期的に性能を維持できるか検証したいという声もあった。

2つ目は、モンゴルでは「グリーン住宅」という概念がまだ浸透しておらず、グリーンボンドの裏付け資産となる住宅の技術基準を定める必要があった。このため、エンフウチラル氏の所属する北海道大学森研究室にモンゴルの省エネルギーの動向や技術的な実態に関する調査を委託した。

この結果を受け、MIKに対し次の政策提言を行った。

MIKのアフォーダブル住宅ローンプログラム

	MIKのアフォーダブル住宅ローンプログラム	市場のローン商品
資金調達	モンゴル銀行（中銀）80%、銀行20%	銀行自己資金100%
期間	最長30年	最長20年
金利	年利6% 変動金利	年利16～24% 変動金利
ローン比率	70%	80%
負債対収入比	45%未満	55%未満
床面積（集合住宅）	80㎡以下	制限なし
融資限度額	1億8,700万MNT以下（約770万円）	銀行によって異なる

グリーンボンド等の発行による資金調達手段

	日本	モンゴル
省エネ基準	法令等により明確に定義	段階的に制度整備が進行中であり、その運用体制は整備途上
グリーン住宅ローンの定義	省エネ性能等を基準にグリーン住宅ローンを定義可能	MIKの求める集合住宅向けグリーン住宅ローンを定義できない
住宅分野のグリーン認証実績	機構グリーンボンド	実績なし

・BESTGERに準拠するグリーン住宅基準の策定
・グリーン住宅取得ローンへの金利インセンティブ導入による高品質住宅ストックの促進
・住宅の品質確保・向上のための資格制度構築、人材育成、製品の統一規格導入、DX推進など建設産業発展のための施策

今年3月には、MIKと共同でモンゴル中央銀行にて政策提言セミナーを開催した。アジア開発銀行などの国際機関、モンゴル政府、大手金融機関、グリーン認証機関、建設関係者など約80名が参加し、テレビ局の取材も入るなど、グリーン住宅への関心の高さがうかがえた。

当機構は海外インフラ展開法に基づき、日本企業の海外住宅市場参入を支援している。今回の取り組みは、モンゴル金融機関に対するグリーンボンド発行支援が目的であるが、今後は国土交通省をはじめとする関係機関とも連携し、官民一体となって高品質住宅ストックを形成してきた日本の実績を取り入れるようモンゴル政府や関係機関に働きかけ、日本企業のモンゴル進出についても支援していきたい。

（本稿に関する意見の部分は筆者の見解であり、所属する組織の見解ではない）



モンゴル中央銀行での政策提言セミナー。