

ドイツのエコ建築家W. レーナート博士による講演「最近のドイツの建築省エネルギー化について」



W. レーナート博士

お茶の水女子大学名誉教授・(一社)日本断熱住宅技術協会理事長 **田中 辰明**

はじめに

(一社)日本断熱住宅技術協会¹⁾は2023年4月12日に東京都港区芝公園の機械振興会館で第11回総会を開催した。その付帯行事としてドイツからエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士(Dr. Wolfgang Lehnert)をお招きし、講演会を行った。この付帯行事は同様の内容で4月10日大阪の難波御堂筋ホール、4月14日札幌の「かでの2・7」でも行われた。この付帯行事はNPO法人日本外断熱協会(堀内正純理事長)が共催した。筆者が通訳と解説を行ったので、レーナート博士の講演内容を紹介する。

1. ドイツの新しい建築省エネルギー法(GEG)

皆様こんにちは。コロナ禍で旅行が不自由でしたが、やっと渡航が自由になりました。私は約3年ぶりに日本にやって参りました。以前日本でSDGsのご紹介をしたことがあります。

当時はSDGsはそれほど知られておりませんでした。

地球温暖化が深刻になり、SDGsが毎日話題になるようになりました。

ドイツの既存建築物の省エネルギー改修に関する最近の動きをご紹介します。地球温暖化防止の為に建築物の省エネルギー化が緊急の話題になっております。新築建築物には法的に規制を行い省エネルギーを進めることが可能ですが、多くの建築物は既存建築物です。既存建築物を放置したのでは国家としての省エネルギーは進みません。既存建築物をどうやって省エネルギー改修するかが極めて大切なテーマとなっております。コロナ危機の際、ドイツでは新築・既存建物の省エネルギーを図る

ために、2つの法律が改正されました。GEG(Gebäude Energie Gesetz: 建築物の冷暖房における省エネルギー及び再生可能エネルギーの利用に関する法律)とWEMOG(Wohnungseigentumsmodernisierungsgesetz: 持ち家住宅の改修に関する法律)であります。この新しい法律ができた約1年後、2022年にロシアの侵攻によりウクライナ危機が始まりました。そしてエネルギー価格が高騰いたしました。ウクライナ危機はエネルギー消費の削減が、輸入エネルギーからの自立のための重要な施策でもあることを、ヨーロッパに示したのです。(図1)

建物は、私たちの日常生活において重要な役割を担っています。私たちは、住宅、オフィス、学校、病院、図書館、あるいはその他の公共建築物で多くの時間を過ごしています。EUでは、建築環境はエネルギーの最大の消費者であり、CO₂の最大の排出者の一つです。

EUにおけるエネルギー消費の40%は、建物の建設、使用、改築、解体に使われています。これは、温室効果ガス排出量の約36%になります。欧州グリーンディールの野心的な目標は、2050年までに気候中立性を達成することですが、これは建物のエネルギー効率を高めることによつてのみ達成できるものです。

2. EUにおける「建築物のエネルギー性能指令(EPBD)」

EUでは、既存建物の75%が、使用されるエネルギーに対して効率の良いものではありません。これは、使用されるエネルギーの多くが無駄に使用され、気候の中立性には何の影響も及ぼさないことを意味します。例えば、既存の建物をエネルギー効率よく改修すれば、EUの総エネルギー消費量を5~6%削減することができます。これにより、CO₂排出量を約5%削減することができます。現在、EU加盟国では、国内の既存建築物の1%未



図1 欧州グリーン・ディール政策

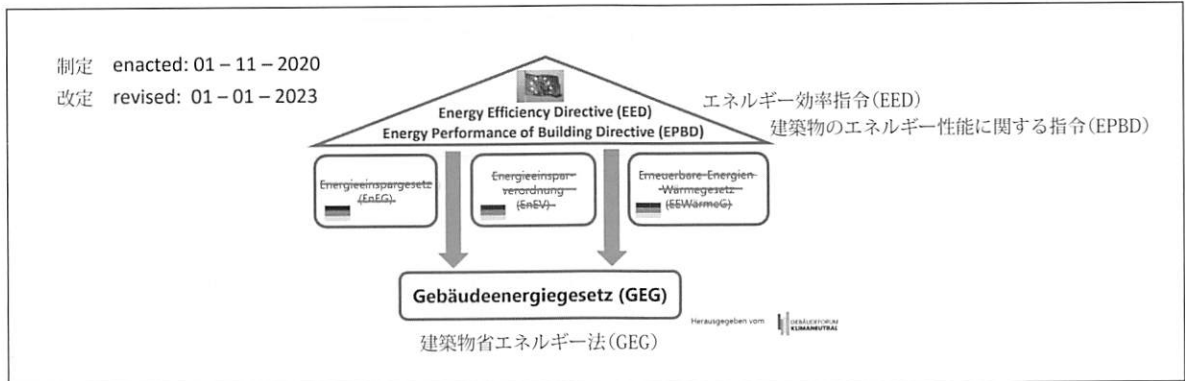


図2 EUの省エネルギー法

満しか改修されていないのが現状です。EUで気候変動に対する中立性を達成するためには、現在の改修率を少なくとも2倍以上にする必要があります。

EU委員会は、CO₂ニュートラル達成のためのいくつかのガイドラインを発表しています。加盟国は、これらのガイドラインを国内法として採用しています。(図2)

EUの建築物エネルギー性能指令(EPBD)は、建築物のエネルギー性能を向上させるための最も重要な法律の一つです。京都議定書に触発され、EUに拘束力のある排出削減目標を設定することを義務付けています。EPBD

の最初のバージョンは、2002年に承認されました。最後に改訂されたのは2018年です。

エネルギーの効率的な利用を促進するためにEUのエネルギー法におけるもう一つの重要な指令が発令されました。これがエネルギー効率指令(EED)です。その目的は、エネルギーの節約と消費者行動の適応にあります。その目的は、エネルギー輸入への依存とエネルギー資源を削減することです。また、エネルギー効率改善は、気候変動への対策も目的としています。

再生可能エネルギーの増加により、EUは電気、熱、

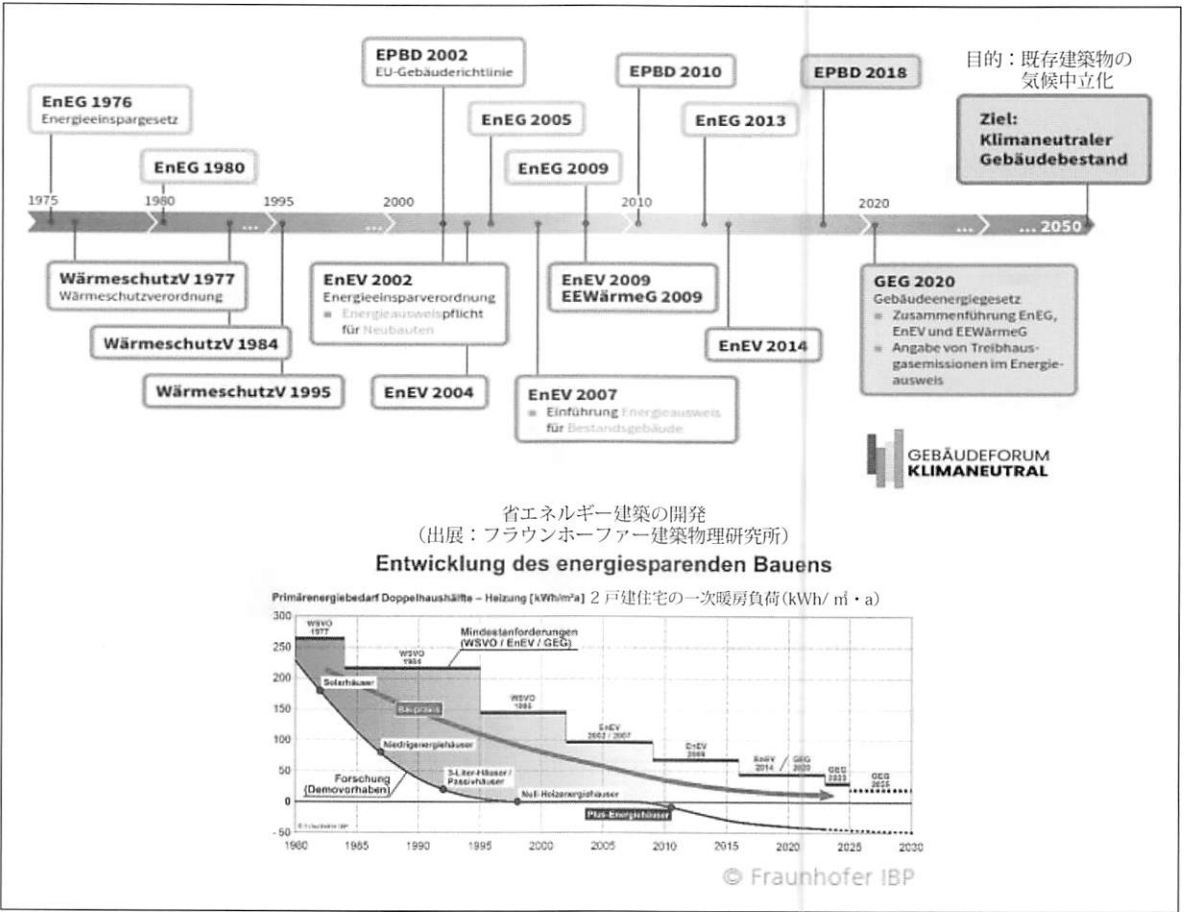


図3 ドイツの省エネルギー法

輸送のための化石エネルギー使用をこれまで以上に再生可能エネルギーに置き換えることを望んでいます。このことは、再生可能エネルギー指令 (RED) で規定されています。

3. ドイツの省エネルギー法の歴史

1973年の石油危機をきっかけに、ドイツではいわゆる「省エネ」が進み、1976年には第1次省エネ条例が法律として成立しました。1977年に制定された第1次断熱条例の基礎となったもので、断熱条例は建築的な対策によってエネルギー消費量を削減することを目的としていました。2002年、省エネルギー条例 (EnEV) として採択されました。(図3)

図3で上段はドイツが時代と共に省エネルギー、断熱に関する法令を強化していった経緯を示しております。現在は

EUの法規に倣い建築省エネルギー法 (Gebäudeenergiegesetz (GEG)) になっております。究極の目的は建築物の気候的中立性を実現することにあります。この図の下段はブラウンホーファー建築物理研究所により作成されたものです。ドイツが建築の断熱に関する法令を時代と共に厳しくし、それと共に実際に建設された建築物の暖房用エネルギー消費量が減少していった事実を示しております。

省エネ条例2002は、最初のEU建築指令2002 (EPBD 2002) の実施に対応するものです。この指令は、特に新しい建物のエネルギー効率化義務を導入したものであります。5年後のEnEV2007では、既存の建物に対するエネルギー証明書の導入が行われました。これは「エネルギーパス」とも呼ばれています。

2009年には、再生可能エネルギー利用を促進するために、建築物に対する再生可能エネルギー熱法 (EeWärmeG) が追加制定されました。この法律は、新築の建物に対し

て、再生可能エネルギーにより一定の割合のエネルギー需要を賄うことを義務付けています。

2020年、建築物エネルギー法2020の導入により、1976年以降のすべての法的規制が統一されました。

2020年11月1日、ドイツで建築物エネルギー法(GEG)が施行されました。これは、EUの建築物指令EPBDとエネルギー効率指令EEDを国内法に移管するものです。同時に、省エネ法(EnEG)、省エネ条令(EnEV)、再生可能エネルギー熱法(EEWärmeG)は、新しい建築エネルギー法(GEG)に統合されました。建築エネルギー法の最初の改正は、2023年1月1日に行われました。

この法律の目的は、建物運用のための暖房、冷房、発電のために再生可能エネルギーの利用を増やすなど、建物におけるエネルギーの最も経済的な利用方法を確保することを目的としています。

建築物エネルギー法は、住宅および非住宅の建物のエネルギー品質に関する要件を含んでおります。新築建物と既存の建物については区別が行われております。また、エネルギー性能証明書作成と使用、および建築物における再生可能エネルギーの使用について規定しています。

建築物エネルギー法(GEG)は、建物をその用途に応じて住宅と非住宅に区分しています。すべての新しい建物は、「最低エネルギー建築物」の基準に従って建設されることになっています。

建物のエネルギー評価は、いわゆる仮定の基準建物を参照して行われます。基準建築物は、建築物エネルギー法のすべての要件を満たす模擬モデル建築物であります。この値を計画中の建物や既存の建物と比較するために、計算手順が用意されています。建築物の偏差の許容範囲は、GEGで規定されています。

例えば、「GEG023による設置技術の計算値は、対応する基準建築物の年間一次エネルギー消費の55%より大きくなってはならない。」としています。

あるいは、「例えば、熱伝導による建物外壁での熱損失は、対応する基準建物の値よりも大きくなってはいけない」ということが決められております。これは建物の断熱を重視することを意味しております。

ドイツの建築物のうち、住宅では63%が1978年以前に、非住宅は70%が1993年以前に建設されたものです。これらの建物では、化石燃料を使用する古い暖房システムや、断熱性能が劣る建物外壁が使用されております。ここには、省エネルギー改修によってエネルギー消費を

削減できる大きな可能性があります。GEGは、次のようなバリエーションで区別しています：

- 建物の外壁の断熱や窓の交換など、個別の改修対策を行う場合、GEGは最低基準として、これらの建築部材についてあらかじめ決められた熱貫流率を守ることを要求しています。
- 包括的な省エネルギー改修を行う場合、GEGは全体的なエネルギーバランスを作成することを要求しています。重要なキーポイントは以下の通りです。
 - 建物の一次エネルギー消費量
 - 熱伝導による損失熱量

GEGは、新築、並びに既存の暖房・空調・換気装置並びにその保守に関する要件も含んでいます。その要件のひとつが、2026年以降、石油やガスを熱源とする暖房システムを禁止するということです。

4. 区分所有共同住宅の省エネルギー改修

ドイツでは区分所有共同住宅の割合は9.5%です。全住宅の内では22.4%です。多くの人は賃貸住宅に住んでいます。賃貸住宅の省エネルギー改修を行う事は比較的に簡単です。区分所有共同住宅を省エネルギー改修しようとする住人の賛成を得ることが困難になります。高齢者は「省エネルギー改修をすると将来こんなメリットがあります」と説得しても「そんな先の事はどうでもよい」と言われ賛成してくれません。

ドイツの高齢者で持ち家がある人の73%は、老朽建物に居住しています。居住者の高齢化と共に住宅の老朽化も進みます。信頼のおける調査機関が行った調査結果ではありますが、調査対象となった高齢者のうち、省エネルギー改修を計画しているのはわずか9%に過ぎません。これではドイツの住宅の省エネルギー化を果たし、地球温暖化を防止しようとしても難問にぶち当たっています。(図4)

調査では、改修意欲が低い理由として、主に2つを挙げています：

- 回答者の28パーセントが資金不足を挙げています。
- 55%が省エネルギー改修を原則否定しています。

どのような省エネ対策が最も緊急性が高いかを尋ねたところ、回答者は次のような対策を挙げています：

47%が暖房システムの交換または改修を挙げています。ただし、その前提条件として、十分な資金的余裕が



図4 住人の高齢化が進み、住宅の老朽化も進む、しかし高齢者は省エネルギー改修に関心が薄い

必要になります。

回答者の76%が現在暖房の熱源として、天然ガス(53%)または石油(23%)で暖房していることが、省エネルギー改修に強い意欲を示す理由です。

また回答者の34%が断熱性能の良い窓への交換を希望しています。

さらに26%が屋根の省エネルギー改修を希望しています。

24%の回答者が、外壁の断熱性向上を希望しています。

また、23%の人が、上階の天井の断熱を考えているようです。

また、現在居住する住宅を省エネルギー改修するよりも、省エネルギーの住宅へ転居する方が良いと考える人もおります。しかし資金的問題を考えると、転居可能な居住者は14%に過ぎないというのが現実の結果でした。高齢者層では、温暖化防止の為に省エネルギー改修をする動機はさらに低く、2%でありました。

新しい物件を購入する際にも、より良いエネルギー条件のためにお金をかけたいと思う人は、調査対象者の3分の1しかおりませんでした。

この調査結果は、多くの高齢者が、将来の不動産の価値がエネルギー効率クラスによって決定されるという事実を過小評価していることが判ります。市民の大部分は、入居している建物がどれだけ非効率であるかさえないのであります。さらに、立法府が今後数年でより厳しい要件を課すであろうという事実についても、情報が不足しています。

この調査から、自分の所有物のエネルギー基準を改善

しようと計画している人はほとんどいないことが推察されます。これは、多くの場合、資金不足が原因です。省エネルギー改修の価値が一般住民に理解されていない事は、不動産の価値に大きな影響を与えます。そして現在喫緊の問題となっている地球温暖化防止を足踏みさせてしまいます。

2020年以降、ドイツの区分所有共同住宅所有者組合が、共同管理物件をエネルギー効率の観点から維持、近代化、改修することが容易になりました。

1951年以来、ドイツの個人所有住宅法(Wohnungseigentumsgesetz, WEG)は、ドイツにおける個人所有住宅の法的状況を規制してきました。この法律には、居住用不動産の創設とその管理に関する規定が含まれていました。

2020年、個人所有住宅法(WEG)は改められ、「個人所有住宅・区分所有共同住宅の改修に関する法律、改修並びに費用及び土地登記法に関する規制の改正に関する法律」、略して「個人所有集合住宅改修法-WEMOG」によって置き換えられました。非常に重要な変更点は、決議案の投票における多数決の規定が新設されたことです。区分所有共同住宅の所有者協会は、単純多数決(50%以上)で構造変更を決定できるようになりました。費用は、その措置に同意した所有者の間で分配されます。

ただし、すべての所有者に費用が分配される例外が2つあります：

- 対策がそれ自体で賄える場合(通常10年以内)
- 住宅所有者会議が、不釣り合いなほど高額ではないコストでの施策を、投票数の3分の2以上と全共有株の半数をもって承認した場合、であります。このような投票の場合、投票を棄権する人もいます。棄権票は無効票として扱う事になっています。有効に投票された票によって賛否が決定されます。

共同住宅所有者協会は、連邦経済輸出管理局(BAFA)およびKfW銀行の資金提供プログラムによる経済的支援を受けております。

住宅所有者が省エネルギー改修に賛成をする理由は様々です。たたき台から最終のプランまで、多くの関係者との打ち合わせ、決定事項があり、複雑で長いプロセスであることが通常です。決定は住宅所有者の会議で行われ、選挙で選ばれた理事会によって実施・管理されます。

・準備と情報提供の段階

通常、キックオフイベントとしての住宅所有者会議で、省エネルギー改修のための正式な申請書を提出することから始まります。その前に、法的、技術的、財政的な事実が説明されます。省エネルギー改修のチェックの提示により、住宅所有者会議は建物のエネルギー品質に関する重要な情報を受け取ります。地域には省エネルギーに関し助言を行う機関があります。準備段階においてこの機関が住宅所有者会議をサポートします。

・企画段階

省エネルギー改修のためのすべての意思決定基準が準備されると、第2段階の住宅所有者会議では、実施と資金調達のコセプトの作成を決定することができます。住宅所有者会議は、建築家や省エネルギーコンサルタントなどの外部の専門家からコセプトの技術的なサポートを受けます。コンサルタントに対する報酬の費用は、査定が行える企業からのオファーに基づいて決定されます。この手続きも住宅所有者会議の決議で決定されます。

・実施段階

合意された実施と資金調達のコセプトは、契約締結のための書類も決定いたします。これらの書類が揃えば、第3段階の住宅所有者会議で省エネルギー改修を行う施工会社の選定に関する議決を取ることができます。建設工事の実行は通常、建築家または建築物理技師が監理を行います。

・フォローアップ段階

省エネルギー改修工事が完了した後、住宅所有者会議は予算の根拠を示し、決定した対策への検証を提示します。管理者は住宅所有者会議に、エネルギー性能証明書や新GEGが要求する適合宣言書などの書類を提示いたします。建築エネルギー法の要件が満たされていることを確認されると「適合宣言」がなされます。

エネルギー効率の高い改修に成功した例として、シュトゥットガルト郊外にあるこのツインの高層ビルが挙げられます。この自治会は148戸の住宅で構成されています。建物は1965年にプレハブ・コンクリートで建設されました。改修前はカビが発生していました。窓枠は合成樹脂製の二重断熱ガラスで、暖房は石油を熱源とする中央式温水暖房が行われておりました。一次エネルギー消費量は167kWh/m²aでした。(図5)

エネルギー改修は、16cm厚さのミネラルウール(WLS 035)を使用して湿式外断熱工法により行われました。最上階の天井の断熱工事も行われ、熱貫流率、U



図5 Stuttgartで省エネルギー改修が行われた高層集合住宅

値($<1.3W/m^2K$)の窓の交換で行われました。さらに、暖房システムは、空気対水ヒートポンプシステムに変更されました。改修はすべて、建物に居住者が引っ越すことなく居住している状態で実施されました。

改修後、一次エネルギー需要は63%減の61kWh/m²aになりました。また、ミネラルウールの断熱材を使用することで、遮音性も大幅に向上しています。

省エネルギー改修を提案するにあたり、提案内容は、148人の住宅所有者にとって経済的で手の届くものでなければなりません。そのため、通常の計画業務に加え、建築家による集中的な資金調達の助言が行われました。総投資額は4,970,000ユーロでした。過去3年間のインフレ率約30%を考慮すると、2023年の投資費用は約6,500,000ユーロとなりました。

このプロジェクトの資金は、追加支払いの可能性のない66万ユーロの1回限りの特別徴収で賄われました。このプロジェクトは、自治体の省エネプログラムから145,000ユーロ、の助成金を得ることができました。

ドイツでは1950年から1980年の間に既存の住宅の約40%が建設されました。



Fenstertausch © Kadmy, fotolia.com



図6 既存住宅の省エネルギー改修（窓の交換と湿式外断熱工法）

当時使用された屋根、外壁ならびに建物に関する技術は、これらの建物の場合、老朽化しております。全面的な改修が必要になってまいりました。(図6)

それらは今後20年のうちにエネルギー効率の高いものに改修されなければなりません。

改修の間、住人は建物内に留まるか、短期間引越しをすることが必要になります。

それゆえ、工期を短縮する事が非常に重要です。

5. 省エネルギー改修の工期を短縮する TES外壁エレメント

これまでエネルギー効率を高めるための外壁の修理は、大型の建物では、湿式外断熱システムが最も多く施工されました。

湿式外断熱の場合、すべての必要な材料は現場で加工

されます。

湿式外断熱の場合、工場で予め制作する事は、これまでほとんど不可能でした。

しかし、木造では断熱を施した工場での生産はかなり普及しています。

そのとき、ドイツ、フィンランド、ノルウェーの専門家が大型の木質フレームエレメントの断熱システムを開発しました。

このシステムは工期の短縮を可能にしました。この工法をTESと呼んでいます。(図7)

TESを使用する省エネルギー改修をする前に、古い外壁の寸法が正確に測定されました。

これに基づき新しい外壁の設計が行われました。

工場での生産の間、TESの外壁エレメントは、断熱材、窓、ガラス製ファサード、そしてホームオートメーション設備などすべての要素で構成されます。

あとは現場で既存の外壁に固定するだけです。

既存の建物にTESファサードを固定するにはいろいろな可能性があります。

ファサードの上部を天井から吊るし、固定する方法や、ファサードの下部を床にとめて、全体を固定する方法などがあります。

これまでにこのTESファサードシステムは10のプロジェクトに採用されました。

少し昔の例ですが、アウグスブルク市では2011年から2012年までにグリュンテン通りに2900平米のTESファサードを持つマンションが完成しました。

このマンションには60世帯が入居しています。

このエネルギー効率改善のための改修工事は、住人が住んだままで行われました。

ファサード側では既存のバルコニーがTESファサードエレメントを使いガラス張りの温室に改築されました。太陽熱利用のパッシブ利用で、付設温室と呼ばれます。

これによって居住面積が広がりました。

さらに木造のバルコニーも増築されました。

高断熱TESエネルギーファサードと最新の換気装置、それにソーラー支援のペレットボイラーを併設することで、この集合住宅の第一次エネルギー消費は1平米あたり30,39KWhになりました。

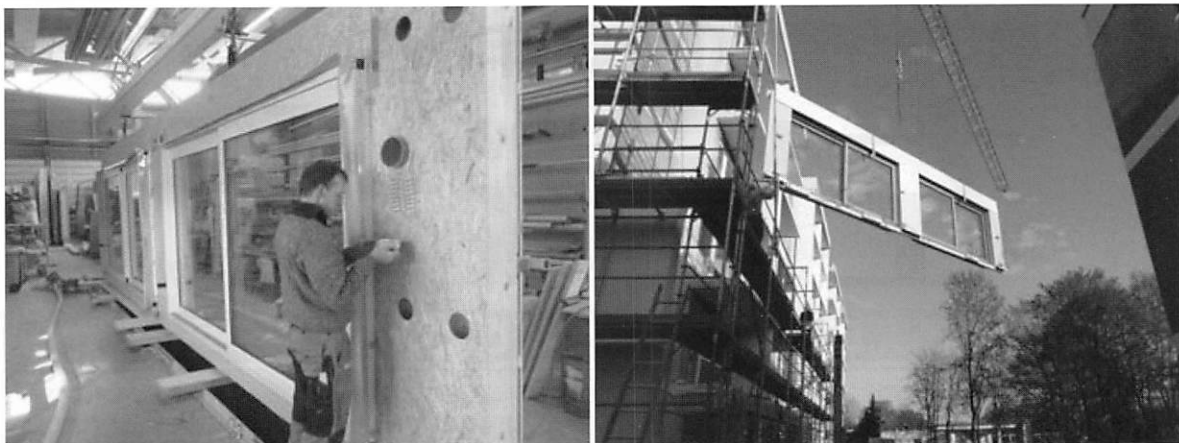


図7 工場生産方式の省エネルギーファサード(TES)

6. ドイツ持続可能建建築協会(DGNB) おわりに

最後に最近注目されているドイツ持続可能建建築協会(DGNB)についてご紹介いたします。本部は私が活動しておりますエスリンゲンの近くStuttgartにあります。住所はTübingerstr. 43,70178 Stuttgart, Germanyです。info@dgnb.deで情報が得られます。

この協会は持続可能な建築の普及を目的とし、啓蒙活動を行っております。例えば、持続可能な建築の認定を協会が行っております。協会はこの認定制度について次のように述べております。

持続可能な認証を受けた建物は、その価値をより長く維持しながら、維持費や運用費を低く抑えることができる傾向にあります。

- ・利用者の健康と幸福の向上に寄与します。
- ・長期的なコスト削減と最適化を達成します。
- ・DGNB認証を取得した建物は、建設時の消費量が少なく、温室効果ガスの排出量も少なく、ほとんどがリサイクルできます
- ・投資家やビルオーナーへの品質保証を行う事が出来ます。
- ・経済的な持続可能性が環境や社会的な持続可能性と同等に考慮されます
- ・ビルの賃貸・売却可能性の向上に寄与します。
- ・DGNB認証を取得したビルは、融資を受けやすくなります。

ご清聴ありがとうございました。

(一社)日本断熱住宅技術協会¹⁾は毎年総会を開催する際に付帯行事として外国から断熱に関係する学識経験者をお招きし学術講演会を行ってきた。Dr. Lehnertには2019年に講演をお願いした。当時SDGsのことは日本ではまだまだ知られていない時期であったが、SDGsについて詳しく説明して下さった。今回2023年の講演ではドイツにおける新しい省エネルギーに関する法律GEGについて説明して頂いた。区分所有共同住宅で省エネルギー改修をする困難について、住人も高齢化が進み、同時に住宅も老朽化が進むこと、しかし住人である高齢者は省エネルギー改修に乗り気ではないことなどをお話いただいた。最後にドイツ持続可能建建築協会(DGNB)の積極的な活動についてご説明頂いた。

註

1)所在地:〒102-0093 東京都千代田区平河町2-11-1ロンスタート1F, Tel.03-3512-2066

〈参考文献〉

1. 田中辰明: W. レーナート博士講演「木質系断熱材と木造建築の発展」月刊建築仕上技術2017年2月号
2. 田中辰明: ドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士の講演(その1) SDGs(持続可能な開発目標)建築の断熱、月刊建築仕上技術2019年12月号
3. 田中辰明: ドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士の講演(その2) グレンフェルタワーの火災、月刊建築仕上技術2019年12月号
4. 田中辰明: 号ドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士の講演(その3) 新しい湿式外断熱工法、月刊建築仕上技術2020年2月号
5. 田中辰明ドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士の講演「ブルーノ・タウト、青雲の志と現代」、月刊建築仕上技術2023年6月号
6. 田中辰明ドイツのエコ建築家ヴォルフガング・レーナート博士と筆者の対談、「ブルーノ・タウトの志とSDGs」、月刊建築仕上技術2023年8月号