

ドイツ・トルコの外断熱最新動向とタウト作品

NPO法人外断熱推進会議主催 第10回「ドイツ・トルコと外断熱・ブルーノ・タウトの旅」

田中辰明・本間寛喜・平川秀樹・大橋周二・西川新八郎・橋本秀久・
石井靖彦・吉永美香・佐々木隆・柏木茂・米澤稔・美馬弘・堀内正純

●はじめに

(文責:田中辰明)

平成23年10月8日より10月18日まで、NPO法人外断熱推進会議の主催により第10回「ドイツ・トルコと外断熱・ブルーノ・タウトの旅」を実施した。

NPO法人外断熱推進会議では、これまで9回の欧州外断熱視察、2回の北米外断熱視察、1回の中国外断熱視察を行ってきた。今回は10回目のドイツ・トルコの外断熱視察となる。その目的はトルコのようにドイツに比べれば温暖な土地においても外断熱工法が普及しているとの背景調査があった。またドイツでは着実に外断熱工法が普及しているのに、わが国では建築の省エネルギーが大切であると言われつつも、これに有効な外断熱工法は蚊帳の外に置かれている。これはやはり日独両国民の思考方法の違いも影響しているのではないかとこの考えから、ドイツのプロテスタンティズムについて少しでも考えられることを目的とした。またプロテスタントであった建築家ブルーノ・タウトは第一次世界大戦でドイツが敗戦国となり、払いきれない賠償金を突き付けられ労働者が困窮している時代に労働者の健康に配慮して集合住宅を沢山建設した建築家である。地震、津波の被害を受けた我が国にも参考となることが多いので、昨年に引き続きタウトの足跡を辿る調査を行った。

NPO法人外断熱推進会議が視察調査の企画を練り参加者の募集を行ったところ、17名の方が参加をしてください、実りある調査旅行を行うことができた。参加者は団長、田中辰明お茶の水女子大学名誉教授、竹川忠芳NPO法人外断熱推進会議理事長、堀内正純NPO法人外断熱推進会議事務局長、大橋周二・大橋設計室所長、米澤稔(株)よねざわ工業代表取締役、美馬弘(株)エコテックワン代表取締役会長、西川新八郎(株)角田塗装店技術顧問、石井靖彦(株)金子工務店建築事業本部長、本間寛喜(株)むつみワールド住宅部次長、細谷覚(株)三成ホーム代表取締役、橋本秀久(株)大共ホーム代表取締役、ニシ留身(株)大共ホーム、八木亮(株)大共ホーム、柏木茂・生活建築設計室、佐々木隆StoJapan(株)代表取締役、平川秀樹ダウ加工(株)北海道

営業所、吉永美香名城大学理工学部建築学科准教授、の各位であった。参加者各位、また参加者を派遣して下さった会社、団体に深甚なる謝意を表す。

●10月9日(日) イスタンブール調査報告

(文責:本間寛喜)

イスタンブールはボスポラス海峡をはさんでアジア(アナトリア半島)側とヨーロッパ(トラキア地方)側の両方に広がっており、2大陸にまたがる大都市である。首都アンカラを上回る同国最大の都市であり、文化・経済の中心となっている。イスタンブール県の県都でもある。2000年の人口は約880万人でかつその歴史は長く、かつてのローマ帝国、東ローマ帝国、ラテン帝国(第4回十字軍)、オスマン帝国の首都が置かれていた。イスタンブールの歴史地区は世界遺産に登録されている。北緯41度1分7秒、東経28度57分53秒。2010年の欧州文化首都だった。アジア的な色彩も強く、その代表が交通渋滞である。それを考慮して宿舎を旧市街地に定めた。宿舎の施設は今ひとつであるが、みるべき施設は旧市街地に集中していることから極めて見学調査には好都合であった。

視察初日、ボスポラス海峡に架かるガラダ橋からイスタンブールの町を見た。多くのモスクがミナレットと呼ぶ尖塔を添えて立ち並ぶ、そこに近代的なビルも混在し、美しいシルエットを朝もやの中に呈していた(写真1)。そこで専用バスに乗り、ボスポラス海峡沿いに走らせボスポラス第一大橋からタウトの遺作と言われるエミン・ヴァーフィーの森の家を外部から見学した。赤茶の八角形をした住宅である(写真2)。タウトがイスタンブールの自宅として建てたという説もあるが、他人の為に建てたという説もある。八角形であるので、法隆寺の



写真1 イスタンブールのシルエット(スルタン・アフメット・モスク:通称ブルーモスク)



写真2 エミン・ヴェーフィーの森の家(タウトの遺作)



写真3 イスタンブール芸術アカデミー(現・ミマル・シナン大学)

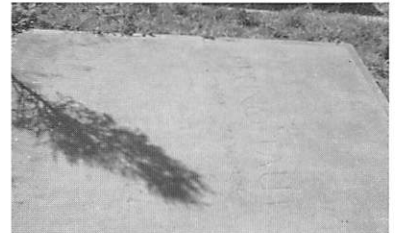


写真4 イスタンブールのブルーノ・タウトの墓石

夢殿をモデルにしたとも言われている。確かに似ている。しかし夢殿は聖徳太子を偲んだ廟であるから、タウトはこの地で死ぬことを覚悟して建てたものであるとの説もある。しかし午後見学をしたタウトが尊敬していた建築家ミマル・シナンの廟も八角形であった。タウトは在日中は建築の仕事がなく、自ら建築家の休日と自嘲し、多くの書物、日記を残した。しかしトルコでは多忙過ぎ、日記はおろか、著作をほとんど残していない。その結果多くを推定して言うより方法がないのである。

田中辰明団長の案内でブルーノ・タウトが1936年に住みにくくなった日本からトルコへ移住し教授を務めたイスタンブール芸術アカデミー(現・ミマル・シナン大学)を訪問した。小規模大学であるために門前は人で混雑し写真撮影には適さない。そこで人がいない日曜日である9日を選択し訪問した次第である(写真3)。

その後タウトが眠るエディルネ門国葬墓地に葬られているタウトの墓に向かう。この日は、一日を通して雨であったがお墓を訪れる時は、特に豪雨となった。全員16名徒歩にて墓まで歩き墓前にて合掌。日本から遠来の訪問者にタウトもうれし涙を流しているかのような雨は、とても印象的だった。ここはイスラム教信者の墓地であるが、タウトは唯一人の例外である。墓石は水平に土の上に横たわり、材質はトルコ産の大理石である。メジャーで測定したところ、長さ方向171cm、幅110cmであった(写真4)。

その後ブルーノ・タウトが尊敬した16世紀の建築家ミマル・シナンが建設したシュレイマニエ・モスク、シエブザーデ・モスク、ルステムパッシャ・モスクを見学した(写真5)。タウト著の「建築芸術論」でもシナンを高く評価しているし、タウトの言葉「建築は釣合の芸術である」どおり、釣り合い、バランス、均整のとれた美しく素晴らしい建物である。その他ビザンチン時代のドーム状の教会に4本のミナレット建てイスラムのモスクに改造したアヤ・ソフィアを見学した。内部にはキリストの



写真5 ミマル・シナンの傑作ルステム・パッシャ・モスク(手前)とシュレイマニエ・モスク(後方)

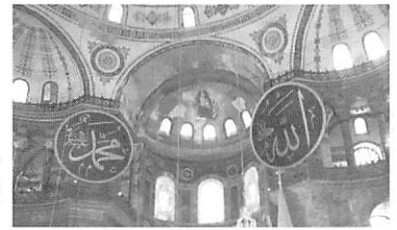


写真6 アヤソフィア内部(キリスト像が残る)

像が残っているが、外からの明かりが美しい(写真6)。

またブルーモスクの愛称を持つスルタン・アフメット・ジャミーも見学することができた。丸天井のドームと6本のミナレットを持つ。高さ43m、直径27.5mの大ドームと4つの副ドームさらに30の小ドームを持つ。青色のタイルを多用していることからブルーモスクと呼ばれている。宿舎から近く朝食前に参拝に出かけた団員も多かった。この日は団長に引き回され、実に多くのモスクを見学した。ひとつひとつは素晴らしい芸術作品であり宗教的価値も非常に高い。そこで、信者が真剣な祈りをささげている。しかしながら「もうモスクは飽きた」と本音を吐く団員もいた。

●10月10日(月) DOW & MARDAV トレーニングセンター訪問 (文責：平川秀樹)

ドイツに比べれば温暖な土地であるトルコでも湿式外断熱工法が盛んに行われていることは、NPO法人外断熱推進会議が2010年6月に東京で開催したシンポジウムでもドイツのISO・SC3(断熱の国際規格委員会)の代表であるメルケル博士により報告されていた。今回の訪問はその確認であった。早朝バスを走らせ、イスタン

ブル郊外のDilovasiへ向かった。その断熱材およびモルタル製造工場内に併設されたDOW & MARDAV トレーニングセンターを訪問した。日本でもなじみの青色の押出発泡スチレンが山積みになって出荷を待っていた。ここでダウ・トルコのGökhun Kurt氏にトルコにおける湿式外断熱工法の講義をしていただいた。

「BLUE' SAFE MAVİKALE外断熱工法」は、DOW、KALEKİM、MARDAVの3社がトルコで展開する湿式外断熱工法の商品名(ブランド)である。3社は、ダウ社が押出発泡スチレンの製造、KALEKİMがトップコートやベースコートなどモルタル類の製造、MARDAVが施工を分担する事となっている。

人口約8千万人、国土面積が日本の約2倍であるトルコの省エネルギー基準における地域区分は、温暖な地域から順に、地中海沿岸地域、黒海沿岸地域、中部高原地域、東部山岳地域の4地域に概ね区分される。人口が1千万人を超えるトルコ最大の都市であり、外断熱の最も大きな市場となっているイスタンブールは黒海沿岸地域に属しており、東京と気候が似通っている。東部山岳地域は冬の最低気温 -20°C を下回ることもある積雪寒冷地で、北海道内陸部の気候に類似している。トルコにおける外断熱の施工面積は、2011年でおおよそ3500万 m^2 が見込まれている。これは、ドイツにおける外断熱の施工面積に比肩する規模である。2009年の施工面積が900万 m^2 であったので、この3年で市場が4倍近くに急拡大している状況である。EU加盟を目指すトルコ政府が、建物の省エネ化についてもEUの省エネ基準である「建物の省エネ性能に関する欧州指令」に準じて取り組んでいることが、普及の後押しとなっているようである。

BLUE' SAFE MAVİKALE外断熱工法は、トルコにおいて押出発泡スチレン(商品名スタイロフォーム)の製造が開始された1995年以前から実施されており、約20年の実績がある。2011年の施工面積見通しは約500万 m^2 であり、トルコの外断熱をリードする存在となっている。その基本的な技術仕様はETAG004に基づいている。ETAG(イータグと呼ぶ)とは「European Technical Approval Guideline」の略称であり、ヨーロッパ各国の技術承認機関の集まりであるヨーロッパ技術承認協会(略称:EOTA)により定められた、EU標準の技術的指針である。ETAG004は湿式外断熱工法に関するETAGである。その施工は、指定の研修を修了した施工者によって行われているが、左官工事に熟練した職人を対象とし

たDOW & MARDAV トレーニングセンターでの研修によって養成されている。研修の内容は、湿式外断熱工法の実技を中心とした実践的なものとなっている(写真7)。

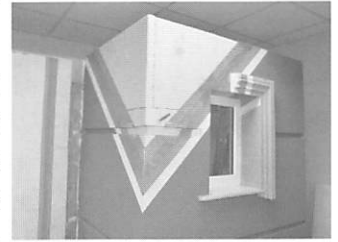


写真7 押出発泡スチレンを使用した外断熱模型

●BLUE' SAFE MAVİKALE 湿式外断熱工法 施工現場訪問 (文責:平川尚樹)

トレーニングセンターで講義を受けたのち、BLUE' SAFE MAVİKALE湿式外断熱工法の施工現場をMARDAVのKürşad Sakarya氏にご案内いただいた。物件は、イスタンブール新市街郊外に建つ分譲マンションの外断熱改修の施工現場である。4階建て、16戸/棟の分譲マンションが30棟ほど建ち並ぶ一帯として開発された地区であり、築10年ということである。それら30棟の外断熱改修が順次行われているが、工事資金は、各棟の居住者(16世帯)が、それぞれ居住する棟の改修費用を負担しているとのことである。築年数が比較的浅い段階での外断熱改修工事であるが、元々が無断熱であった建物の暖房費が改修前に比べて半減し、5年で負担分が回収できることから、費用負担に対する居住者の合意は容易に得られるということであった。居住者が住まいな

がら外断熱改修が行われているが、暖房費が半減することもあってか、居住者は工事の進捗を、たいへんに好意的に見守っている様子であった(写真8)。



写真8 全面的に押出発泡スチレンで外断熱改修される建物

●10月10日 ミマール・シナン大学

(文責:大橋周二)

日本文化を愛したブルーノ・タウトは日本では建築の仕事をはほとんどすることができなかつた。仕方がなく建築家の休日と自嘲しつつ日本文化を紹介する本を書いたり、日記を書いたために多くの記録が存在する。1936

年イスタンブール芸術アカデミー(現・ミマール・シナン大学)に教授として招聘を受けたタウトはトルコに渡る。当時のアタチュルク大統領の信頼を得あまりに多くの仕事を抱え、自ら記録を書くことも少なく、日記すら書くことを放棄してしまった。しかも1938年12月に過労で亡くなっている。従ってトルコにおけるタウトの事は分からない点が多い。田中団長は今回の視察に備え2011年6月に予備調査の為トルコに渡っている。そして京都大学でブルーノ・タウトについて博士論文を書き現在イスタンブールのバフチェシル大学准教授のムラト・デユンダー(Prof.Murat Dundar)氏と交流を持ったそうである。その、デユンダー准教授のご手配で、ミマール・シナン大学でタウトの研究をされておられるアタマン・デミール教授(Prof.Ataman Demir)の講義を聴くことができた。タウト自身の記録がないので、大学とタウトの契約書など多くの資料をパワーポイントで紹介して下さったほか、昨日見学したミマール・シナンの廟、エミン・ヴァーフィーの森の家についても紹介していただいた。タウトの建築学科主任の辞令、給与、当時タウトが大学で行った講義の風景、建築展示会、実習の風景等の資料を見ることができ、また、タウトが新生トルコ共和国初代大統領アタチュルクからの信頼が厚く、首都をイスタンブールからアンカラへ遷都した際多くの官庁系建物を設計した事なども教えていただいた。アンカラ大学、アタチュルク高等学校は現在もそのまま保存されている(写真9)。日本で「タウトは国葬により葬られた」と記述されている本があるが、その点を質問すると「それは事実でない」と否定された。アンカラの国会議事堂もアタチュルク大統領によりタウトに設計の依頼があったが、構想中にタウトは亡くなり、実際の設計はクレメンス・ホルツマイスター(Clemens Holzmeister)が行っている。

10月11日歴史文化にあふれるイスタンブールを後に、空路ドイツのミュンヘンに向かった。



写真9 タウト設計のアンカラ大学

●10月12日 ディーデルフのカイムファルベン社

(文責:西川新八郎)

10月12日午前にあウグスブルグ郊外のディーデルフ

に所在するカイムファルベン社を訪問した。

「無機塗料/シリケート(珪酸塩)塗料」のテクノロジー研究・調査が目的で、ドイツに興った世界的無機塗料メーカーである。カイム(KEIM)社は創業者カイム氏がルードウィッヒ1世の開発命令を受け1878年特許取得、開業以来数々の実績を残して来た。わかり易い例は純白の姿を維持している米国のホワイトハウスであろう。我が国で使われる塗料が殆ど有機塗料であること理由は日本人の感性の問題と風土による制約であったと思われる。一つは光沢、他は施工工期である。岩石から原料を得る無機塗料の長所と特徴もこれに関連する。テカリが無い材料自体の発色が素晴らしい。

塗料の成分が下地に食い込み(約1.5mm)一体化するため、耐久性をはじめ種々の有利な効果を生む。高い透湿抵抗性は有機塗料の30倍(ISO7783-2基準)に達し、原材料ゆえに黴の好む成分を含まず、防火性も高い。住環境への有害物質を発生させないので優良な環境改善建材と言え、耐久性も大きい。

岩石顔料をつなぐ材料は水ガラスであり、これもカイム社の製造になる。主な販売製品は下地構成材・カイムユニバーサルプラスター、外壁用・カイムロイヤラン、室内用・カイムピオシール(ホルムアルデヒド発散非該当材/建材試験センター)、コンクリート塗装剤・カイムコンクリターレ(打放し素材感残存のための淡い色調)である。耐久性に優れることは維持費の低減に寄与するが(施工時価格は有機塗料をわずかに上回る)、2回塗りのため、1回目塗装後乾燥定着に12時間を要する。又、施工時気温5℃以上を要し、南面太陽光の強い場合の施工は避けなければならない。しかしながら、室内環境に無害である点は、我が国での施工条件の制約を超えて、性能要求を満たす優良な建材である。コンクリート、モルタル、木材下地に施工出来るが金属には素材の成り立ちからして不可能である。今回の訪問は、田中団長田知の伸、長野オリンピックでのスラロームスキーデモンストライターでもあったエコ・トランスファー・ジャパン代表ノベルト・パウマン氏の縁によるが、透湿性の実験デモも含めルガート副社長から社歴、製品開発のプロセス、性能ほかの説明を頂いた。

結論として、今後の国内での需要は伸びると判断した(写真10)。

溶剤としての水ガラスの開発・性能、素材・製品の特性に関するさらに詳しい解説は他の稿に譲らねばなら



写真10 無機塗料を製造するカймファルベン社(Keimfarben)社



写真11 木造住宅の施工現場(木質繊維断熱板が使用されている)



写真12 木造住宅建設現場におけるOSBの使用

ない。ブルーノ・タウトは色彩の建築家と呼ばれたが、同氏が使用したものが全てカймファルベン社の塗料である。当時有機塗料は住民のみならず、塗装工の健康に影響を与えたが、ブルーノ・タウトはこれに配慮し、同社の無機塗料使用にこだわった。現在ベルリンの建築家ヴィンフリート・ブレンネ氏がタウト作品の改修を行っているが、同氏もカйм社の無機塗料を使用している。

●10月12日 木造住宅現場及び住宅展示場

(文責：橋本秀久)

木造住宅の現場

カймファルベン社からミュンヘンのホテルへの帰路、エコ・トランスファー社のパウマン社長に木造住宅の現場を案内していただいた。工事現場はミュンヘンの郊外グラフラート(Grafrath)町のレルヘン通り(Lerchenstrasse)にある。

外断熱された外周が白いシートで覆われた状況だった。見学した現場の木構造は概ね枠組壁工法に近い。ただ、日本のそれと違うのは柱の断面サイズが大きい点である。外周と耐力壁にあっては180×80というサイズを使用し、その間隔は630ミリ。充填断熱厚を確保できている。充填断熱として厚さ180ミリのセルローズファイバーの吹き込み、そして外断熱と厚さ65ミリの木質繊維断熱材が施工されていた(写真11)。木質繊維断熱材は間伐材をチップにして製造される。接着は人工的な材料は使用されず、樹木そのものが持つニグリンにより接着されている。一般の断熱材と異なり、密度は大きくそれだけに強い日射が当たっても室内に影響するには時間的遅れと量的減少がある。かつ丸太が簡単には燃えないように難燃性である。地下部分は厚さ160ミリのEPSを外張りしてあった。断熱面においては以上であるが、特徴的なのは構造用面材であるOSBを室内側に使用していることである。これには、OSBを構造に限らず気密層としても利用する意図がある。OSBのジョイントを目張り

テープで処理するだけで気密層ができるという点は注目すべきである(写真12)。

●10月12日 住宅展示場 (文責：橋本秀久)

さらに宿舎に戻る途中、前出のパウマン社長の案内でミュンヘン郊外の畑作地帯にあるボーイング住宅展示場を見学した。そこには50棟を超えるモデルハウスが立ち並ぶ(写真13)。出展メーカーの入れ替えや断熱改修が行われ、現在では約半数がパッシブハウス基準を満たしているという。全体に真新しく見えるモデルハウスは窓ガラスが大きく取られているのが目を引く。これは、特に南面を想定した窓であり、窓の断熱性能がガラスU_g値=0.5~0.6前後、日射熱取得率が50%を超えるものが普及し始め、熱収支が格段に向上しているからと言えるだろう。写真は何軒かのモデルハウスで見ることができた。住宅の中には必ず壁断熱のカットサンプルが置いてある(写真14)。三層の断熱を持ち、その厚さは35cmある。

これがこれからのドイツのスタンダードなのだと思う。わが国では省エネルギーという住宅で使用する空調機や、ヒートポンプ、冷蔵庫の性能向上のみを考



写真13 バイエルン風の木造住宅も出展されていた



写真14 壁断熱の様子を示す模型

え、住宅そのものの断熱などには関心が持たれていない。消費者の考え方の相違もあろうが、我々住宅製造に関わっている者もドイツの例に学び、本当の省エネルギー住宅とは何かを消費者にPRしていかなければならないと痛感した。このような展示場を持つにも各住宅に担当者を配置し、住宅の維持にも費用も掛かるはずである。しかも各社が競い合って自社の特徴を宣伝している。ドイツ人の住宅購入者の方がかなり住宅に知識を持って、マイホームの選定を行っていることが窺われた。

●10月13日(木) フラウンホーファー建築物理研究所視察 (文責：吉永美香)

ミュンヘン中央駅よりバイエルン高地鉄道(Bayerische Oberlandbahn :BOB)の快速電車で南方約30分のところにあるホルツキルヘン(Holzkiirchen)駅へ向かう。ミュンヘンを出るとすぐに田園調の風景になる。ホルツキルヘンに到着する頃には牛が放牧されている牧歌的な風景となる。この電車は更にドイツ最高峰のツークシュピツェなどがあるアルプスへ向かって走るのである。今回の視察の主要な目的地である、フラウンホーファー建築物理研究所(Fraunhofer IBP)へ向かうため、ホルツキルヘン駅で下車、さらに車で約10分行くと、ところどころで乳牛が草を食む冷涼で広大な草原に、突如近代的な施設が現れる。フラウンホーファー研究所は、ミュンヘンに本部を置き、ドイツ全土に60箇所の研究所、18,000人以上もの研究員を有している。いろいろな分野の応用技術研究を行っている。建築物理に関する研究所もシュトゥットガルト、カッセルとこのホルツキルヘンの3ヶ所にあり、建築物理に関する世界有数の研究機関である。そのうち、我々が訪問したホルツキルヘンの研究所は、主として建築材料の暴露試験などを行ってきており、その目的のために、1951年に、標高670mで紫外線が強く、風雨も寒暖の変動も激しい過酷な気象条件を持つこの土地が選定された。この土地での耐候性試験に耐えられた建築材料や、建築部位はドイツのどこへ持って行っても耐えられるという考えに基づいてのことである。

午前中に熱と湿気の同時移動非定常計算プログラムWUFIを開発したHartwig Kunzel博士よりフラウンホーファー建築物理研究所の歴史、組織、さらに研究及び諸活動についての講義を受けた。研究所全体が取り扱

うテーマは、温熱技術、音響技術、総合バランス、熱・湿気、建築化学(衛生)、室内気候、エネルギーシステム等と非常に多岐にわたっている。必ずしも建築物のみを対象とするわけではなく、航空機、自動車なども近年研究が進められている。また研究所といっても、研究・教育活動だけではなく、発明・開発や企業家(市場との連系)としての機能もあり、活動成果を常に社会に還元することを意識しているという姿勢が非常に印象的であった。研究費は年間約1.65億ユーロで、この多くは官民からの研究委託とのものである。

続いて、湿式外断熱システムについてのプレゼンテーションを受けた。ここでは、WUFIのシミュレーション結果をどのように設計に活用するかについて、実践的な検討例が示された。重要なことは、断熱性能が高いほど適切な防湿計画が必要、ということに認識し非定常挙動を踏まえた設計をすることである。またそのためには、少なくとも気象条件(外気側境界条件)を10年分は用意する必要があり、もし得られないときには標準条件をもとに危険側へ2℃程度シフトさせて用いるべき等、多くの経験に支えられた知見が示された。

午前中の最後のレクチャーとして、Sinnesbichler氏より、外断熱と換気ダクトを併用できる既存建物向けの新工法の紹介がなされた。天井高を確保しつつ、換気径路を確保するために、地下の全熱交換機から主要な居室へ、外断熱ボードの中に細長い断面形状のダクトスリットを設けるというもので、実際の既存住宅へ採用した際の実験結果とTRNSYSを用いた試算結果が示された。全てのレクチャーに対し、参加者からは数多くの質問が投げかけられ、長時間にわたり、熱心な議論が交わされた。これらの講義には詳細なパワーポイントが用意され、かつこの研究所の田中絵梨研究員による適切な翻訳がついていた。また適切な通訳もしていただいた。田中絵梨研究員は田中団長がお茶の水女子大学で研究室を持っていた時の卒業生で、二人のお子様を育てつつ研究員として勤務されている。日本の女性研究員の扱いとドイツの差に驚き、筆者も今後女性研究員の職場環境改善、地位向上に努力していかなければならないと考えた次第である。講義に使用された翻訳付のパワーポイントは参加者に提供され、フラウンホーファー研究所のご親切に頭が下がった。

昼食にはバイエルン地方の名物白ソーセージを調理してくださり、我々を歓迎していただいた。



写真15 湿式外断熱の耐候性試験で解説を行うキュンツェル博士と通訳をする田中絵梨研究員



写真16 オフィスビル実験棟

午後は研究所内の実験設備を見学した。整然と並べられた何十年にもわたる屋外暴露試験用のサンプル群、結露によるタイルの剥離やカビの生育などを確認するための膨大な数の試験建物と壁(写真15)、そして近代のオフィスビルのファサードを模した室内温熱環境の比較試験用建物(写真16)などを一つ一つ説明いただいた。実験棟には微生物研究室(藻類による建物の汚れ、真菌の研究)建材の透湿に関する実験室、揮発性有機化合物の測定室などがあるが、今回は時間の関係で見学は省略された。

●住宅専門業者の立場から見たフラウンホーファー建築物理研究所 (文責：石井靖彦)

フラウンホーファー建築物理研究所の研究内容は単にわが国でいう建築物理学の分野だけでなく、ライフサイエンス、マイクロエレクトロニクス、プロダクト、建材開発、防衛技術・安全対策のための研究など多岐にわたる。わが国の平成23年3月11日の地震と津波による原子力発電所事故を鑑みても、防衛技術、安全技術の研究は極めて大切でありながら、わが国では見落とされがちになっていることを反省した次第である。この研究所では実物大の航空機(エアバス)を2重の実験室内に設置し、離着陸時の振動や騒音問題、航空機の空調について研究を行っている。これは2002年にルフトハンザ機が香港からサーズ(新型流行性感冒)の患者をフランクフルトに輸送してしまった出来事がきっかけである。当時は患者がすれ違っただけでも感染すると言われた死亡率の極めて高い病気であった。幸いに封じ込めることに成功はしたが、このような病はまた姿を変化させて流行すると考えて対策研究が行われている。わが国では忘れ去られた問題であるので、このような用心深さにも感心した次第である。

ここホルツキェルヘンの研究施設では住宅建築との

関係が深い研究が進められている。その一つとして1951年より開始されている屋外実験施設がある。同行の吉永美香さんが紹介されたようにここでは本来建材や建築部位の耐候性試験をすることが創立時の目的であった。しかしその研究は時間がかかり、費用も莫大なものになる。一方昔はコンピューター計算は費用も掛かり面倒な物であったが、時代と共に使いやすく、かつ低廉なものになってきた。そこで、吉永さんが解説されたように熱と湿気の同時移動非定常計算プログラムWUFIの開発が行われた。かつこの計算結果は常にこの研究所で行われている実験結果と照合され、場合によってはプログラムの修正が行われ、信頼度を上げている。

興味深く感じたのは、熱・湿気、室内気候、エネルギーシステムに関する研究である。地域によって異なる気候に適用可能な熱と湿気に関するシミュレーションソフトウェア『WUFI』はこの地道な研究成果の賜物である。このソフトウェアは壁体内湿度量の把握の他、室内の過ごしやすさを示す『室内気候』を試算可能なまで開発が進んでいる。今まで地域ごとに異なる環境は、家づくりの試行錯誤の繰り返しを余儀なくされ、我々住宅メーカーの大きな悩みであった。しかし、このWUFIによって、家づくりに新たな幕開けを強く感じた。わが国でも計算プログラム開発は行われているが、このような実験結果との照合とプログラム修正が行われていない。かつWUFIは研究者が開発しておきながら極めて使用しやすくてきている点に感心した。WUFIの開発者であるKünzel博士が直接我々に講義をしてくださり、所内をご案内くださったのは生涯忘れられない感激であった(写真17)。



写真17 講演を行うWUFI開発者のキュンツェル博士

●10月14日 ミュンヘンにおける外断熱の建物 (文責：柏木茂、佐々木隆)

Sto Japan佐々木隆社長とSto AG本社があるシュチュエーリングゲン(Stühlingen)から駆けつけて下さった同社のアジア担当部長ミヒャエル・キルン氏の案内で外断熱仕様の建物を5か所視察した。以下見学を行った順に解説する。

1. ミュンヘン市郊外にある「木の町」といわれる

Bad Aibling

ここではバイエルン州にある豊富な木材を有効に使用しようとして研究開発が行われている。アルミ、鉄骨、セメント、合成樹脂などほとんどの建材は製造時に多量の二酸化炭素を排出する。それに比べ建材としての木材は製造時すなわち、樹木の生長時には二酸化炭素を吸収して、炭素として固定してくれている。ドイツでも林業は他の産業と比べ、効率が悪く後継者が激減しているそうである。これではいけないと考え、木材の有効利用と伐採後の植林をこの土地で研究しているとの事であった。当然、木材の有効利用の宣伝も重要な業務である。

この一環としてRCと木造のいわゆる混構造の8階建集合住宅(建設工事中)の見学を行った。ドイツで一番高い木造建築との事である。断熱材は厚さ24cmのミネラルウールを使用している。RC造の階段、エレベーター室を3方向から包み込むようにパネル化した木造の床、壁材を鉄骨でつなぐ工法をとっている。現在の日本では建築基準法上不可能と思われるが、環境問題を優先するドイツでは国策として木材活用を推進している。その象徴がこの木造8階建ての集合住宅である。今後大いに参考になる造りと受け止めた。現在国土交通省の前田武志大臣は歴代大臣の中で一番木造建築にご理解のある方である。この



写真18 建設中の木造8階建て集合住宅

2. 市内の住宅地に立つ1棟2戸の3階建て木造住宅3棟

ミュンヘン市ヨーゼフスブルガー通り(Josefburger str.)にあるパッシブハウス基準による高級分譲住宅で1戸約1億円との事であった。厚さ20cmの木質繊維断熱材に撥水性塗料仕上げを施している。木質繊維断熱材の利用がドイツで盛んであると聞いていたが、この事を確認できた。3階建ての高さを和らげるように、屋根に丸みを取ったファサードとルーバー状に化粧押えした木製の格子が、落ち着いた外観を造り出していた(写真19)。

3. ミュンヘン市フィリップ・レーヴェン通り(Philipp Löwenstr.)に2004年完成した高さ43m、15階建て



写真19 木質繊維断熱板で外断熱を施工した住宅



写真21 通気層のある外断熱を施工した学生寮



写真20 15階建RC造の集合住宅



写真22 外断熱を施した高層集合住宅

のRC造高級分譲マンション

断熱材はミネラルウール。設計者はビビット色など色使いで有名なスチールドル氏とのこと。10年経過の外壁が褪せて見えないのは石の無機顔料の効用という。ランダムに張り出したバルコニーに異様さを覚えたが、バランスの良さが安心感に変わり、強烈な印象として残った建物であった(写真20)。

4. ミュンヘン市シュレーフェルホーファー通り(Schröfelhoferstr.)にある2006年完成の7階棟と4階棟が連なるRC造・施工面積4000㎡の学生寮

家賃は月額約3万円との事であった。断熱材は厚さ14cmのミネラルウール。黒系仕上げ色のために外断熱構造であるが通気層を取っているのが興味深い。外壁に面付けた。片引き遮光サッシの赤みがかった開口部周りと黒っぽい外壁色の2色で構成した外観は上品な印象を与えてくれた(写真21)。

5. ミュンヘン市ヘーゲルヴェルター通り(Högelwörter str.)に2007年完成の17階と18階建ての鉄骨造高層分譲マンション

断熱材はミネラルウール。1階、2階外壁はセラミックタイル張りである。緊張感のあるシャープな外観の中にあって安らぎを与えている(写真22)。

●10月15日 アイゼナッハ

(文責：米澤 稔)

ミュンヘンからバスを走らせ、夜遅くにホテルチューガ・ホーフにつき、隣のレストランで遅い夕食をとった。ホテル内部はリニューアルされていてすこぶる快適であった。ここで1泊は惜しく連泊したいと思うほどであった。翌日明るくなり、早朝に外に出て見ると、この日の気温は零下まで下がっていたようである。事実草木の表面の露は凍っていた。しかし、空は一点の雲もなく快晴である。外装は彫りが深く、内装の要所には木彫りや彫刻などが残され、歴史あるホテルの威厳を感じさせる。ホテル前の広場を囲むように、昔ながらのファサードを構えた建物がずらりと並ぶ。

ホテルの前にも宗教改革を行ったドイツでも最も尊敬されている人の一人、マルチン・ルターの銅像が立っている。アイゼナッハの市内にはたくさんの歴史的建造物と博物館があると聞いたが、当に数百年も昔にタイムスリップしたような街並みである。

ホテルを7時に出発し、マルチン・ルターがかくまわれていたというヴァルトブルク城を目指した(写真23)。ローマ・カトリック批判を行ったことで、裁判に掛けられ、身の危険を感じたルターは庇護者であったザクセン選帝侯フリードリッヒの元に逃げ込み、ヴァルトブルク城に変名し、匿われていた。この時にギリシャ語の聖書をドイツ語に訳し、丁度グーテンベルク印刷術も完成した時期であったので、多量に聖書が印刷され、ドイツに広まった。その事により、地域によって異なっていたドイツ語も統一性を見たという。プロテスタントにとっては極めて重要な城である。まだ寝ぼけ眼の状態でお城のふもとから、皆息を切らして急傾斜を登る。朝日に輝くお城はまことに美しい。お城の手前に一段下がって離れのようにある建物は、ホテルである。何れも狭く険しい頂上に乗っかるようにそびえ立っていた。見晴らしは良く、ふもとにはアイゼナッハ市街地が見え、遠くのなだらかなチューリングェンの森が広がり、山頂辺りには発電用風車が林立していた。

名残惜しくもあったが記念の写真を撮り、市街



写真23 ヴァルトブルク城



写真24 バッハの生家「バッハハウス」



写真25 ルターハウス



写真26 湿気対策を事業とする会社の車

のヨハン・セベスチャン・バッハの生家バッハハウスに向かう。開館は午前10時であるが、楽聖巡礼の人は絶えず、早朝から訪問者が開館を待っていた。中級家庭のバッハの家は、大きな2階建てに三角屋根で、外壁は淡いオレンジ色、屋根は黒っぽい瓦と威風堂々としている(写真24)。すぐ近くに銅像も立っていた。プロテスタントはバッハの音楽により布教が進んだ。現在も年末になるとドイツではバッハの音楽が流される(わが国ではどういう訳かベートーベンになる)。そこから徒歩でも短時間のルター広場に、大きな3階建ての古い家を見つけたが、数百年は経ている木造の骨組みが美しく表れている。マルチン・ルター(1483年-1546年)がラテン語学校の生徒であった時期に1498年から1501年までこの家に住んでいたというルターハウスである(写真25)。

この街並みを眺めながら、半数以上の建物が外断熱改修を終えていることに気付いた。我々のバスに並んで駐車していたワゴン車体には、家の湿気対策を事業とする内容の看板が見られた(写真26)。彼らが個々の家の相談を受けて、外断熱による断熱改修が浸透しているのであろう。早朝のため、何れの名所も外観を見るにとどめ、パウハウスが所在するデッサウに向かった。

●デッサウのバウハウス (文責：米澤 稔)

視察したバウハウスの校舎は、1925年にヴァイマルからデッサウに移転されて「市立バウハウス・デッサウ」となった。建築家で校長のヴァルター・グロピウスの設計によるものであり、モダニズム建築として紹介されている(写真27)。しかし1932年には閉校し、ベルリンに移



写真27 デッサウのパウハウス



写真28 グロピウス設計によるパウハウス
教師館

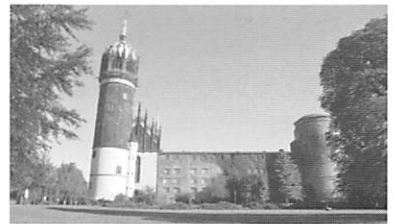


写真29 マルチン・ルターが95ヶ条の質問状を
貼ったシュロスギルヒェ(ヴィッテンベルク)

転私立校になっているので、パウハウスとしては7年間という短い期間の建物である。しかしその間に世界に影響を与えた著名な建築家、画家、工芸家を多数輩出する。グロピウスはこの他にも教員住宅を設計しており、近くの林間にモダンなデザインでゆったりとたたずんでいる。この住宅にはカンディンスキーやクレーが住んでいたという(写真28)。

これらの建物は、すでに80年の歴史を刻んでいるにもかかわらず、その外観や色遣い、ディテールに至るデザイン、人間工学的な空間計画もわれわれの感覚に違和感がなく、古さを感じないどころか新しささえ感じる。偉大な建築家の素晴らしさを肌で感じたことは、誠に幸せな思いである。何れの建物もメンテナンスが行き届いており、ドイツ国の文化財に対する理解の深さと意識の高さに敬意を表したい。

午後2時にプロテスタントの聖地であるヴィッテンベルクに到着した。1517年、贖宥状(しょくゆうじょう)を批判してマルチン・ルターが「95カ条の論題」を記した紙をその扉に張り付けたというヴィッテンベルク城教会を仰いだ(写真29)。ルターはこの町の大学講師をしていたが、この後ドイツ国内を揺るがす大問題に発展し、本人はカトリック教会を破門され、前記のようにフドリヒの元に行きヴァルトブルク城にかくまわれたのである。

この教会横の通りを進むとマルクト広場にたどり着き、中央にルターの像が建っている。その向こうに、ルターにより初めてドイツ語で聖書が読まれたという、パリッシュ教会が見える(写真30)。この日はプロテスタントと縁の深い街を回り、プロテスタント教徒の多いドイツ人の考え方を少しは理解できるようになった。これも決して外断熱の普及と無縁ではないと考える。

ベルリンのホテルにバスが到着したのは夕方7時ごろで、ホテル近くの清楚なレストランでの夕食は8時になったが、おいしいバスタ料理に長いバス道中の疲れをいやすことができた。



写真30 マルチン・ルターが初めてドイツ語の聖書を読んだ
パリッシュ教会(ヴィッテンベルク)

●10月16日 ベルリンとブルーノ・タウト

(文責：美馬 弘)

ベルリンは見学するものが非常に多いにもかかわらず、我々の滞在期間は短い。早朝にホテルを出発。団体旅行は通常バスで市内を回るが、今回は田中団長の提案で公共交通機関を利用して見学先を巡ることになった。ベルリンのみならず、ドイツの町は1社の切符で高架鉄道、地下鉄、路面電車、バスとどれにでも乗車できる。我々はこの一日乗車券を購入した。しかも切符は団体であると非常に安い。公共鉄道の料金を安くすることで、自動車の市内乗り入れを減少させているのであろう。ドイツの鉄道は改札も集札もない。車内の検査はあるそうだが、我々の移動中に一度もなかった。それなら無賃乗車も可能でないかと考えるが、土地の人はみな切符を購入している。このようなところにプロテスタンティズムを垣間見た。そしてドイツの合理主義に脱帽した。

最寄駅のツォーロギッシャガルテン駅から高架鉄道でベルリン中央駅に向かい。そこで途中下車。新装なったベルリン中央駅を見学した。東京が模した山手線同様の環状線、さらに地方に行く電車、さらにドイツ各地に行く新幹線や一般特急列車もこの駅から発着する。冬は寒くなるのでホームは巨大なドームに覆われている。ドーム越しにドイツの国会議事堂を見ることもできた。再度高架鉄道に乗車しベルリン市の中央部アレキサンダープラッツで下車し、ベルリン市で一番古い地域を見学した。シュプレー河に沿ったところで、そこにいた漁

師達の集落がベルリンの発生だそうである。赤い市庁舎と呼ばれるベルリン市庁舎、ドームと呼ばれるベルリン大聖堂、カール・フリードリッヒ・シンケル作のギャライー等を見学した。昔ここにベルリン城があったそうだが、第二次世界大戦で完全に破壊された。現在その再建工事が着手されたばかりである。これなら江戸城の再建もあって良いのではないかとの考えも頭の中をよぎった。東京でいうと銀座通りに相当するウンター・デン・リンデンを暫く散策した。かつて森鷗外や明治の著名人が多く留学したフンボルト大学も見ることができた。

しかしこの道は長いので、途中からバスに乗りし、20年前まで東西ベルリンを分割していたベルリンの壁付近にあったブランデンブルグ門へ行った。そこには昨年も調査団が訪問した“ホテル・アドロン・ケンピンスキー”がある。5つ星の高級ホテルであるが、改修に際して押出発泡スチレンで外断熱を施したものである。ブランデンブルグ門より徒歩で移動し、ドイツ国会議事堂を見学した。かつてヒットラーの独裁政治が行われた建物であるが、東西ドイツ合併後この国会議事堂を再度利用するに当たり、あえて旧敵国、英国の建築家フォスター卿に改修設計を依頼した。議事堂前より再度バスに乗りし、中央駅に戻り、高架鉄道、地下鉄と乗継ぎ、コトプサーダムにある2つの商業建築を見学した。タウトは集合住宅を設計した建築家として知られるが、このような商業建築も設計していることを知った。明らかにファサードが他の建物と異なり、装飾も多く凝っている。1909年から1011にかけての建設である。この地域はノイケルン地区と言い、ベルリンの下町である。特にトルコ人を中心とした外国人労働者も多く、トルコの物産を販売する店、トルコ料理屋が多い。タウトはトルコのイスタンブールの土となったが、何らかのご縁かもしれない(写真31、写真32)。ついトルコ滞在中の郷愁にかられ、昼食はタウト設計の建物近くのトルコ料理屋で取るようになった。

昼食後地下鉄を乗り継ぎあこがれの森の団地オンケルトムズヒュッテへ向かった。ここはベルリンの西郊、高級住宅が多い地域である。西に向かう地下鉄はポドビルスキーアレー駅を出るとトンネルを抜ける。しかし地上に出るわけではなく、掘割の中を走るのである。騒音が近隣の住宅に迷惑をかけない配慮であろう。ポドビルスキーアレー駅から3回ほど途中下車をし、地下鉄駅舎の見学を行った。どの駅も駅舎の構造と設計に工夫を凝ら



写真31 ベルリン市コトプサーダムの商業建築(タウト設計)



写真32 ベルリン市コトプサーダムの商業建築(タウト設計)

している。ダーレム・ドルフ駅など屋根は茅葺である。そしてオンケルトムズヒュッテ駅に到着し、田中団長の説明を受けつつ森の団地を散策した。まず「建築は調



写真33 オンケルトムズヒュッテに建つタウト顕彰碑

和の芸術である」というタウトの言葉があるタウト顕彰碑に向かった(写真33)。顕彰碑の裏には「住宅には白樺と松と、花と芝生を！」というタウトの言葉が刻まれている。そしてこれを実現したのが、オンケルトムズヒュッテの住宅団地である。この団地は1926年から1931年にかけて建設されている。タウトが日本にやってくる直前の仕事である。この団地の中で最も早く出来た集合住宅は1926年位に竣工しているが、現在もつい最近建設されたかのように維持されている(写真34)。地下鉄線路の両側に団地は大きく広がる。北側の団地の一部に住宅に派手な彩色を施したオーム地区と愛称がある地域がある。どの窓も赤や黄色の派手な仕上げとなっている(写真35)。団長に早朝からベルリンの町を引きずり回され、少々足も棒になってきたところで、先刻下車をした地下鉄オンケルトムズヒュッテ駅に戻った。ここはタウトが1920年代に設計した駅中



写真34 森の団地オンケルトムズヒュッテの集合住宅



写真35 オンケルトムズヒュッテ・オーム地区の窓

写真36 地下鉄オンケルトムズヒュッテ駅の駅中商店街



商店街がある。団地内には商店はなく駅に集中させている。商店は時代に合わせそれぞれ交代はしているが、綿々として本日に繋がっている(写真36)。

ここで再度地下鉄に乗り、都心方向に戻りリュエデスハイマーブラッツ駅で下車した。ここからバスに乗り、田中団長の古くからのドイツ人友人のマンフレッド・ボヤシェブスキーを訪問した。周囲の集合住宅は全て外断熱改修が行われていた。ボヤシェブスキーさんは元高等学校(日本でいう旧制高校)の数学と物理の教師で、1970年代にこの集合住宅を購入した。典型的な当時の集合住宅だそうである。屋上テラスを持ち、そこに植物を植え蜜蜂を飼育している。都心において蜂を飼う事に驚いたが、これが自然保護に重要であることを説かれ、蜂蜜で自家製造したワインをご馳走になったうえ、お土産に頂いた。陸屋上の断熱防水を最近行ったとのことで、その詳細を説明して下さった。団長からは事前に訪問を申し入れてあったが、大変友好的に接して下さり、かつ個人の家を内部から見学できたのは今回視察の収穫でもあった(写真37)。夕刻ボヤシェブスキーさんの案内でリュエデスハイマーブラッツ駅へ戻り、駅近くの高級レストランで会食を行った。典型的なベルリン料理を提供するレストランでボヤシェブスキーさんのベルリンのお話を伺いつつ今回旅行の最後の会食に夜も更けていった。このレストランの客は皆上品で会話も楽しそうである。いつまでもここに座っていたい雰囲気であったが、団長に促され、地下鉄に再度乗車、一日乗車券を十分過ぎるほど有効利用し、深夜ホテルに戻った次第である。一般公共鉄道を使



写真37 都会ベルリンの住宅屋上でミツバチを飼育するボヤシェブスキーさん

用することで、ベルリン市民により近く接触し、ベルリンを理解する上で非常に良かったと考えている。

●おわりに

(文責：堀内正純)

今回の欧州視察(「建築物理と外断熱の旅」)は、当法人にとって10回目の調査・視察になった。昨年9月、田中辰明博士の監修・同行で「第9回 ベルギー・オランダ・ドイツ ブルーノ・タウトと外断熱の旅」を実施した。ベルギー・ブリュッセルにおける第一回国際外断熱フォーラムへの参加やオランダ・アムステルダムのRC外断熱パッシブハウス、外断熱改修現場調査、ドイツ・ベルリンでユネスコ世界文化遺産となったブルーノ・タウトの「ベルリン近代集合住宅」などを回った。これまでの、外断熱施工現場調査や大学・研究機関での学習だけでなく、近代集合住宅の原点であるブルーノ・タウトの作品やベルリンのパウハウス博物館、シュトゥットガルトのヴァイセンホーフの集合住宅などを田中辰明先生の解説を聞きながら回った。特に、ブルーノ・タウト設計でユネスコ文化遺産となった「ベルリン近代集合住宅」は参加者に大きな衝撃を与え、誰からともなく「来年はブルーノ・タウト最後の地である、イスタンブールに行こう」との声が出てきた。一年後、その願いがかなった。田中辰明先生に教えられたタウトの言葉「建築は釣合の芸術である」の原点は、イスタンブールにあり、それはブルーノ・タウトが尊敬したミマール・シナンが設計した多くのモスク建築で見ることができた。当法人のホームページに、今回の視察報告の一部が掲載されているが、そこにはオンケルトムズヒュッテ駅前に建っているタウト顕彰碑の横で、真剣に解説している田中辰明先生の声がYouTube映像で流れている。

<http://sotodan-npo.org/2011/10/post-320.php>

昨年のベルリン、シュトゥットガルト、今年のイスタンブール、アイゼナッハ、デッサウの旅がすべてこのタウト顕彰碑につながっているを感じた。

最後に、今回の「第10回 トルコ・ドイツ ブルーノ・タウトと外断熱の旅」に参加いただいた皆様、現地でご案内いただいた企業・研究機関の皆様、現地でご案内いただいた皆様、特にエコ・トランスファー・ジャパン代表のノルベルト・パウマン様、フラウンホーファー建築物理研究所の田中絵梨様には深甚なる謝意を表す。

来年の「第11回 建築物理と外断熱の旅」をご期待頂きたい。