

# ミュンヘンで開催された建築と建築材料の国際博覧会 “BAU2017” 訪問報告

田中 辰明  
TATSUAKI TANAKA

(お茶の水女子大学 名誉教授)

## はじめに

(一社)日本断熱住宅技術協会<sup>1)</sup>(平田恒一郎会長)はドイツのミュンヘンで2017年1月16日から21日の間開催された建築・建築材料の国際博覧会 BAU2017に視察団を派遣し、研修を行った。筆者もこの視察団に参加したので、報告を行う。ドイツでは建築に関する博覧会は冬季に行われることが多い。ドイツではこの時期は厳寒状態になるので、建設工事を行うことができない。そこで棟梁や職人さんがこの間に勉強をし、知識を増やしておこうということで、冬季の開催となるのである。

### 1. 国際見本市 BAU2017の概要

展示会が終了して主催者(メッセ・ミュンヘン会社<sup>2)</sup>)の発表によると出展社は45ヶ国、2120社を上回った。25万人の来場者があり、来場者のうち8万人はドイツ以外の外国からの来訪者であった。会場の敷地面積は185,000㎡でこの中の17棟のホールで展示が行われた。会場の1棟のホールはそれぞれサッカー競技を行える広さを有している。この規模から主催者はこの種の博覧会(メッセ<sup>3)</sup>)としては世界一の規模のものとしている(図-1)。

会場の敷地図を図-2に示す。この図から明らかのように、会場の長さは地下鉄で1駅分に相当する。したがって入場前にどのように会場を見て回るかを定め

ておかないと、無駄足をしてしまう。各ホールにおける展示内容を表-1に示す。博覧会初日の1月16日は開場前から多くの訪問者が詰めかけ、開場を今や遅しと待っていた。ドイツ連邦共和国ヘンドリクス(Dr. Barbara Hendricks)環境・建設大臣も会場に駆けつけ、テープカットをされた(写真-1)。主催者であるメッセ・ミュンヘンは長期にわたって培った国際博覧会メッセのノウハウを生かし今年の11月7日から10日の間上海で“Fenestration Bau China”と呼ぶ大きな建築と建築材料の国際博覧会を催す。そのために中国から今回のテープカットに要人が参加されていた。このようなこともあって、中国からの参加、展示も多く27社が展示を行っていた。それに対し、日本からの展示は少なく、わずかに旭化成、旭硝子、三菱樹脂、金属加工を専業とする福井市の井上商事の4社に過ぎなかった。1月16日10時の開場と同時に入場が始まり、早速商談の輪ができ会場各所で様々な討議が行われていた(写真-2)。

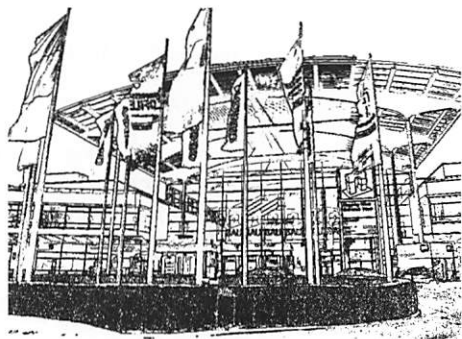


図-1 BAU2017を開催するメッセ・ミュンヘン

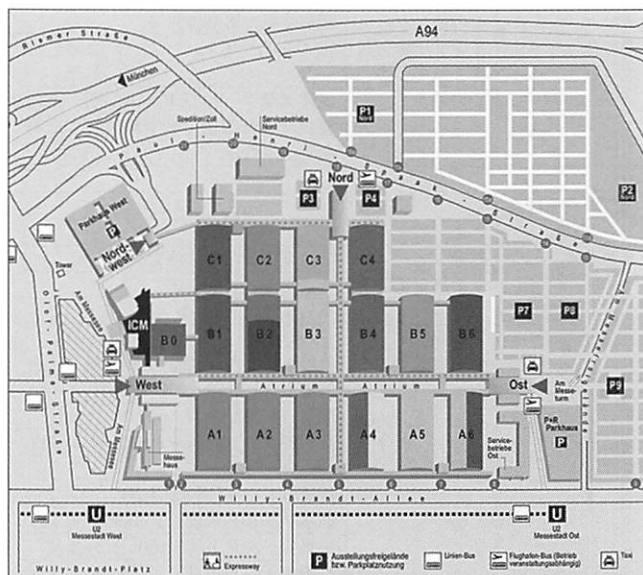


図-2 会場敷地図

表-1 BAU 2017の展示物件と展示会場

石材/土(石材, 土, 石灰石ブロック, コンクリート, 軽量コンクリート, 軽石コンクリート, 繊維入りセメント, ファッサードシステム, 乾式内装材料, プレハブ住宅, 石膏(ブツ)床材料, 断熱材料)	ホール A1, A2
瓦/屋根材量(瓦, 屋根瓦, 屋根用建築材料, 屋根の窓, 屋根の開口, ファッサードシステム, 暖炉)	ホール A3
自然石・人造石(自然石, 人造石, ファッサードシステム, 床材料)	ホール A4
タイル/陶磁器(タイル, ガラスタイル, 陶磁器, 衛生設備, ファッサード, 付属品)	ホール A4
床の敷物(弾力性のある床材, 織物の床材, 寄木の床材, 積層床材)	ホール A5, A6
建築機械/建設工具(吹き付け材料, ラッカー, ワニス, 塗料, 接着剤, 暖冷房機器, 防火機器, 安全対策機器, 断熱材料, 気密性保持材料, ファッサードシステム)	ホール A6, B6
将来への投資(既存建築, 研究を伴う建築, 助成, 研究所, 協会, 公的機関)	ホール B0
アルミニウム/アルミニウム, 金属加工の機械(アルミニウム, システム, ファッサードシステム, 日射遮蔽システム)	ホール B1, C1
金属/貴金属(ステンレス)/亜鉛/銅(断面, 建築システム, ファッサードシステム, 日射遮蔽システム, 貴金属(ステンレス)亜鉛, 銅, システム)	ホール B2
エネルギー/建築設備/太陽熱技術(換気システム, 空気調和システム, 太陽熱建築, 太陽光利用建築)	ホール B2
扉/駐車システム(扉システム, 駐車システム, 門, 扉制御システム, 付属部品)	ホール B3, C3
錠/(装飾的な)金具/安全システム(錠, シリンダー, (装飾的な)金具, 防犯設備, 入場システム, 部品)	ホール B4, C4
扉と窓(木材, 合成樹脂, ガラス, アルミニウム, 鋳戸, 日射遮蔽装置)	ホール B4, C4
木材(木材加工機器, 木造建築, ファッサードシステム, 内装, 階段, 付属部品, ベニヤ, 合板)	ホール B5
ガラス/自動化設備/自動制御設備(ガラス建築材料, ファッサード, ガラス構造, 薄膜, 昇降機)	ホール C2
建築のIT(建築へのIT技術, 測量技術)	ホール C3



写真-1 テープカットに参列されたドイツ連邦共和国ヘンドリクス環境・建設大臣(左から2人目, 左は中国からの要人)



写真-2 開場と同時にできた商談の輪

## 2. 建築設備専門の国際博覧会 ISH について

ホール B2 で空気調和設備, 太陽熱利用設備, 換気システムの展示が行われていた。しかしこの専門の博覧会は隔年にフランクフルトで開催される ISH (衛生設備と暖房の国際見本市)<sup>4)</sup>の方が規模も大きく内容も充実している。2017年には3月14日~18日に開催さ

れている。これにも2482社の出展があり, 61ヶ国からの参加があった。訪問者数は200,114人と発表されている。この展示場面積も260,000㎡とむしろBAU2017よりも大きい。次回は2019年3月12日~16日の間フランクフルトのメッセ会場で開催される。

## 3. 建築断熱に関する展示

さてBAU2017での本誌読者が興味を持たれると思われる出展について報告しよう。我が国の建築や住宅の省エネルギーの施策は建築の断熱などによる省エネルギー策が少々不足していても優秀な空調機など建築設備で補えばよいという考え方に基づいている。これに対し, ドイツ, 欧州の考え方は建築, 住宅がしっかり省エネルギー策を整えておかなければいけないという考え方に基づいている。まず重要なのは, 断熱性能と気密性能である。したがってこれに関する展示には力が入っており, 展示面積も広い。木毛繊維断熱板に関しスイスのパヴァテックス社<sup>5)</sup>, ドイツのゲーテックス社<sup>6)</sup>・シュタイコ社<sup>7)</sup>が力を入れて展示を行っていた。BAU2017が開催されたミュンヘンはバイエルン州の州都で, 森林が多い州でもある。したがって木造建築も多い。木材はほかの建材と違い製造の段階では, すなわち, 森林で成長している段階で二酸化炭素を吸収し, 炭素として蓄えている。他の多くの建材, アルミニウム, 鉄, セメント, ガラス, 合成樹脂は製造の段階で多くの二酸化炭素を排出している。したがって, 木材を使用することは我々の地球環境を守っていく上で極めて重要なことであるとしている。かつ建物が使用されなくなった場合木材は燃料にもなるし, 肥料として森林に返すこともできる循環型の材料

である。従来の断熱材はガラス繊維、鉱物繊維、合成樹脂を素材とするものが殆どであった。

これに対し、木毛繊維断熱材を使用することは地球環境保全に有益なことであるという考えが生まれてきた。充填断熱に使用される木毛繊維断熱材もあるが、特徴があるのは硬質の木毛繊維断熱板である。上記3社はこの硬質木毛繊維断熱板も製造している。丸太は山火事になっても簡単には燃焼しない。丸太の外周部が炭化し熱を芯材に伝えないためである。硬質木毛繊維断熱板もこのような考え方で製造されている。したがって熱伝導率は $0.040\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ の場合、密度は $110\text{kg}/\text{m}^3$ である。我が国で使用量の多いガラス繊維(充填断熱用)の熱伝導率が $0.038\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ である場合、密度は $24\text{kg}/\text{m}^3$ である。このように密度が大きく違うことが特徴である。木毛繊維断熱板を屋根断熱材として使用すると相当外気温度に対し、それが室内に影響するとき断熱材の熱容量の大きさにより大きな時間遅れと量的な減少が現れる。これが熱容量の小さい現在わが国で一般的に使用されている断熱材と比較して相違することである。

パヴァテックス社<sup>5)</sup>の展示を写真-3に示す。厚い硬質木毛繊維断熱板の隅角部には合成樹脂製の防護器具が取り付けられている。これもひび割れ防止の耐アルカリ性ガラスファイバーメッシュと一体化されている。その上を接着モルタルで鍍塗し、さらにひび割れ



写真-3 木毛繊維断熱材メーカーパヴァテックス社の展示



写真-4 木毛繊維断熱材メーカーゲーテックス社の展示

防止のために耐アルカリ性ガラスファイバーメッシュを入れている。このガラスファイバーメッシュは作業性を考慮し、幅が1m程度であるので、接合部分は10cm程度オーバーラップさせている。

ゲーテックス社<sup>6)</sup>の展示を写真-4に示す。硬質木毛繊維断熱板を建物躯体にジベルで取り付け、その上を接着モルタル、さらにモルタル層のひび割れ防止に耐アルカリ性のガラスファイバーメッシュを入れている。そのうえに仕上げのコーティングを行っている。窓部分には水切りがつくが、これは十分な幅を持たせない降雪の後に積雪が融けた場合に水が壁体内に侵入し、事故となるとのことである。

シュタイコ社<sup>7)</sup>の展示を写真-5に示す。十分に厚い硬質木毛繊維断熱板の施工デモンストレーションを行っていた。このような断熱材をどのように施工するのか、ドイツには外断熱施工会社が多く存在する。このような会社が外壁の模型を展示し、断熱材とその仕上げの構成を示していた。外断熱施工でシェアが大きいシュトー社<sup>8)</sup>も大きな展示を行っていた。

ごく標準的な湿式外断熱の建築部位模型も展示されていた。この方式が最も施工実績が多い(写真-6)。また少し変化を持たせ、タイル仕上げのように見せた



写真-5 木毛繊維断熱材メーカーシュタイコ社の展示



写真-6 Sto社の一般標準湿式外断熱工法



写真-7 Sto社のタイルで仕上げた湿式外断熱工法



写真-9 Velux社による屋根断熱と天窓の取り付けの展示

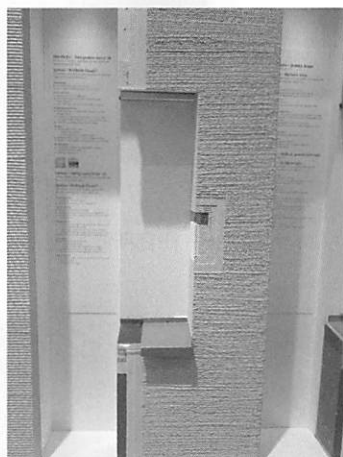


写真-8 Sto社の刷毛引き仕上げの湿式外断熱工法

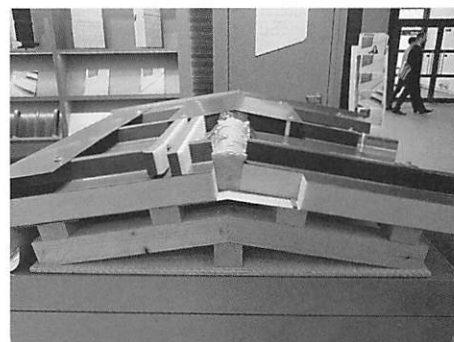


写真-10 Rheinzik社の金属屋根と断熱の展示



写真-11 太陽電池取り付け可能な屋根の展示

湿式外断熱構造も展示されていた（写真-7）。湿式外断熱は鏝で仕上げるので、工場生産の壁と異なり、表面が必ずしも平滑には仕上がらない。隣の建物の影が落ちた場合、影の線がT定規で引いた線のようにはいかない。それをカムフラージュするために表面を刷毛引き仕上げにするような湿式外断熱工法も展示されていた（写真-8）。同社は生物学を研究し、ハスの葉は水を吸収せず発散させてしまうことから、雨水を吸収せず発散させる塗料も開発し、湿式外断熱の外壁に応用していた。

#### 4. 屋根の断熱防水に関する展示

ドイツの住宅や建築の屋根は切妻屋根が多かった。それが1920年代にモダニズムを謳うブルーノ・タウト、ヴァルター・グロピウス、ミース・ファン・デル・ローエが陸屋根建築を作り出した。ドイツ国内では批判があったものの、近代建築のシンボルとして認められるようになった<sup>9),10)</sup>。しかし陸屋根の多くは断熱と防水を同時に行うので、夏の厳しい日射、冬季の積雪により築後20~30年で雨水の漏水、屋根積雪の漏水が始まる。1933年に政権を取ったヒトラーは陸屋根をユダヤ的なものとして禁止してしまった。しかし戦後再び陸屋根が流行するようになった。そしてまた漏水問題が

生じている。

屋根の防水と断熱は永遠の問題で、これに対する展示も多かった。また最近では屋根を利用した太陽エネルギー利用も盛んで太陽集熱器設置可能な屋根なども展示されていた。Velux社は屋根の断熱と防水さらに天窓の取り付けについて展示を行っていた（写真-9）。Rheinzik社は金属屋根と断熱防水について展示を行っていた（写真-10）。太陽電池と屋根を一体化させたメーカーの展示もあった（写真-11）。Koramix社は水蒸気抜き付き瓦と太陽集熱器設置が可能な屋根を展示していた（写真-12）。

#### 5. 熱橋防止に関する展示

ドイツのように省エネルギーのために建物の断熱性能、気密性能を厳しくしていると、ベランダ部分が熱橋となり、熱橋からの熱損失の割合が大きくなるとい

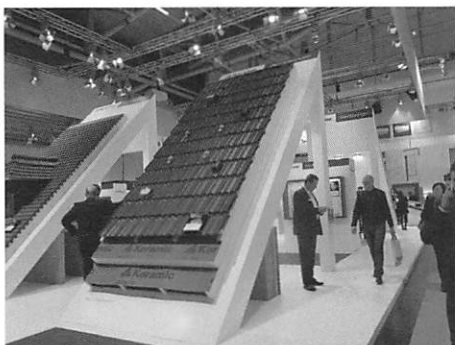


写真-12 Koramix 社の水蒸気抜きがある瓦と太陽集熱器設置可能な屋根システムの展示



写真-15 フラウンホーファー研究所の展示

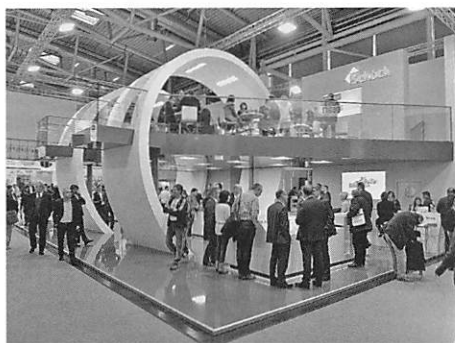


写真-13 シェック社は展示会場にベランダを持ち込み熱橋防止のデモを行っていた。



写真-16 フラウンホーファー研究所が開発した発泡木毛繊維断熱材



写真-14 シェック社の冷凍機を持ち込みベランダの冷気が室内に入らないとしたデモ



写真-17 ヘンドリクス環境・建設大臣を案内するゼドルバウアーフラウンホーファー建築物理研究所所長

う現象が生じる。そこで、熱橋を避けるためにいろいろな方策が講じられている。ドイツのシェック社<sup>11)</sup>はベランダが構造的には建物本体に接続していても、熱的には縁が切れている構造を開発し、BAU2017で展示し、デモを行っていた(写真-13)。会場に冷凍機を持ち込み、居室にベランダが接続されている模型を作り、そのベランダ部分を冷凍機で冷却し、その冷たさが室内に影響しないことを示していた(写真-14)。

## 6. フラウンホーファー研究所の展示と講演

この博覧会では一般の企業以外にも研究機関が展示をし、自らの研究成果を展示していた。その一つにフラウンホーファー研究所<sup>12)</sup>の展示がある(写真-15)。同研究所はいろいろ展示を行っていたが、筆者は同研究所が開発した発泡木毛繊維断熱材(写真-16)の展示に興味を持った。また断熱材としての発泡コンク

リートも展示されていた。これらは2016年10月18日に(一社)日本断熱住宅技術協会が行った講演会でドイツのエコ建築家レーナート博士からご紹介をいただいたものである<sup>13)</sup>。

このブースには博覧会の開場に際しテープカットを行ったドイツ環境・建設省のヘンドリクス大臣も訪問し、フラウンホーファー建築物理研究所のゼドルバウアー所長がご案内した(写真-17)。この写真はフラウンホーファー研究所が開発した、住宅のガラス面に水を均等に流し日射熱取得を低減するというものである。会場では連日講演会も行われた(写真-18)。フラウンホーファー研究所はドイツ環境省と連携し、1月18日と19日に講演会を行った。18日の講演会のプログラムは次のとおりである。

- ・ 9時登録とポスターセッション
- ・ 催しの司会 ペトラ・アルテン (Petra Alten) ド



写真-18 展示と並行して各種の講演会、セミナーが行われた。



写真-19 ドイツの省エネルギー政策と実際に建設された住宅のエネルギー消費量の変化について講演するフラウンホーファー研究所ハンス・エアホルン部長

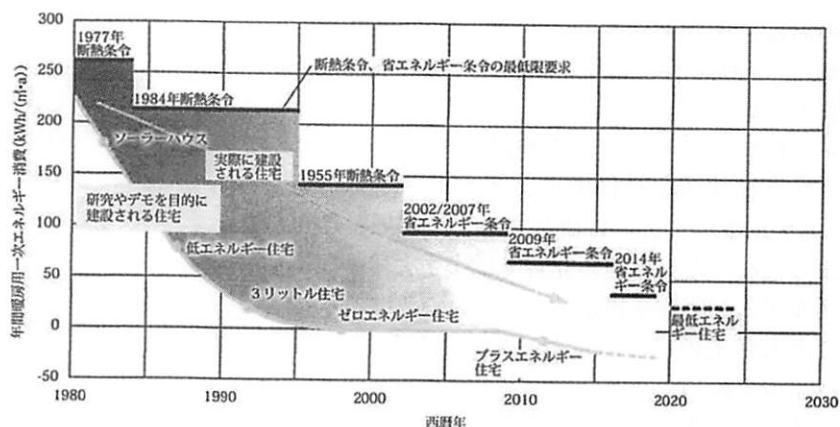


図-3 ドイツで断熱条令、省エネルギー法令の厳格化と共に住宅のエネルギー消費量が削減されたことを示す図 (Fraunhofer 研究所)

どの講演者も示唆に富む講演を行った。フラウンホーファー研究所のハンス・エアホルン部長(写真-19)はドイツで1973年の石油危機以来省エネルギーのためにどのような努力をし、その効果があったかについて講演した(図-3)。図-3はドイツの2戸連続住宅の内の1戸の住宅の1980年から2020年までの断熱に関する条令の厳格化とともに年間の床面積1㎡当たりの一次エネルギー消費量がどのように削減されてきたかを示している。図の中にはほぼ直線のように下がっている線と、曲線状に下がっている線がある。直線の方は実際に建設されている住宅での実績である。断熱の条例の強化とともに効果が表れたことを示している。それに対し曲線は研究機関などがデモンストレーションを目的に建設した住宅の消費エネルギーである。したがって省エネルギーのために多大な資金が導入され、経済性は無視されている。

条令の方は1980年から1984年までは1977年発令の断熱条令により規制されていた。これが強化され、1984年から1995年の間は1984年発令の断熱条令により規制された。ここでは省エネルギー法令の断熱条令の最低限条令というもののが設けられ、最低限守らなければいけない断熱の規格が定められた。これがさらに強化され、1995年から2002年の間は1995年発令の断熱条令が適用された。これがさらに強化され、2002年から2009年の間は2002/2007年省エネルギー法令が適用された。これがさらに強化され、2009年から2014年の間は2009年発令の省エネルギー法令が適用された。2014年以降はさらに強化された2014年発令の省エネルギー法令が適用されて今日に至っている。

当時市場で言われた省エネルギー住宅に対する言葉を図中に示している。1985年から1990年の間は「ソーラーハウス」<sup>13)</sup>がスローガンであった。1987年から2000年の間は「低エネルギー住宅」<sup>14)</sup>がスローガンとなった。一方1991年から2008年の間は「3リットル住宅」<sup>15)</sup>がスローガンとなった。また1998年から2011年

ドイツ連邦共和国環境省「エネルギー効率住宅プラス」プロジェクトリーダー

- ・挨拶：ドイツ連邦環境省・局長 モニカ・トマス (Monika Thomas)
- ・現在「エネルギー効率住宅プラス」のネットワークは何処にあるか  
講演者 ローター・フェン・クイレストラス (ドイツ連邦共和国環境省参事官)
- ・ドイツにおける建物スタンダードの比較  
講演者 ハンス・エアホルン (Hans Erhorn) フラウンホーファー建築物理研究所
- ・エネルギー効率住宅プラスの研究はさらにどのように進むか？  
講演者 アルンド・ローゼ (Arnd Rose) ドイツ連邦共和国環境省
- ・ネットワークからの経験 何処に改修の価値はあるのか？ 補足研究の結果  
講演者 アンジェ・ベルクマン (Antje Bergmann) フラウンホーファー建築物理研究所
- ・新しい建物の建設は市場向きか？  
講演者 アンドレアス・バイアー (Andreas Bayer) ヴェーバーハウス社
- ・最善の実施-フランクフルト・アム・マインのアクティブ住宅はバランスを引き出すか？  
講演者 フランク・ユンカー (Frank Junker) フランクフルト・ホールディング

の間は「ゼロエネルギー住宅」<sup>16)</sup>という言葉が使用された。2005年からはプラスエネルギー住宅<sup>17)</sup>という言葉も使用されるようになった。将来は「最低限エネルギー住宅」<sup>18)</sup>という言葉も使用されよう。フラウンホーファー研究所では住宅のエネルギー消費を証明する「エネルギーパス」の研究を行い、実際に使用されるようになった。住宅の売買では中古住宅であってもエネルギー証明書を提示しなければならず「このようなことも住宅の省エネルギー化に寄与している。」と述べ講演を締めくくった。エアホルン部長はドイツの省エネルギー政策作りに深く関与された方だけに解説は要領を得、大変に参考になった。エネルギーパスも当時のフラウンホーファー建築物理研究所のハウザー所長の考案によるものであるが、この開発はエアホルン部長の指揮のもと行われた。

## おわりに

研究者は素晴らしい研究を行っていても発表やプレゼンテーションがうまくない場合が多い。しかし、エアホルン部長のように研究業績がありながら外国人である筆者にまで理解しやすいプレゼンテーションを行う能力には教えられるところが多く感心した。エアホルン部長もこのような能力を駆使してドイツ政府に省エネルギー策を提言し、一方で研究資金を獲得してこられたのであろう。プレゼンテーション能力、人前で自分の意見を述べる教育はドイツでは小学校、いや幼稚園の時からすでに鍛えられている。筆者もかつて断熱のISO国際会議に日本代表として何回か出席させていただいた。しかし議長から指名されない限り自分から発言することはなかった。このようなことを悔いている。発言をし、その場の雰囲気壊すようなことを慎むような教育を受けてきたからかもしれない。現在では質問をし、それに答えるといった「アクティブラーニング」も学校教育で取り入れられていると伺う。単に語学教育だけでなく、このような教育も成果が発揮できるようになることを期待する。

## 註

- 1) 所在地、〒230-8571神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央4-33-1, Tel.045-501-5064, URL:<http://www.ndjk.info>
- 2) Messe München GmbH, Messengelände, 81823 München, Germany
- 3) メッセとは日本語にまでなっている「見本市」を意味するドイツ語である。ドイツは東西欧州の中央、南北欧州の中央ということもあって昔からメッセが盛んであった。戦前はライプツヒヒとハノーバーで大きな見本市(メッセ)が開かれたが、現在は主要都市のほとんどで見本市が開かれるようになった。

メッセ(Messe)とはミサからきた言葉といわれている。メッセとはカトリックの礼拝を意味し、これも音楽が演奏され神父も威儀を正して行う荘厳のものであった。日曜日に町民は教会に集まり礼拝を済ませた後、教会の前にある市場(欧州の都市には教会の前にこのような広場があり、市場の広場(Marktplatz)と呼ばれている。)ここで、町民はそれぞれ持ち寄った品物を物々交換した。例えばある人が持ち寄ったやぎの乳がどれだけのジャガイモと同じ価値かということを決めた。これを「測る」ということでmessenといった。この動詞は測量する、目測する、比較するといった意味で使用されている。ちなみにナイフをMesser(メッサー)という。こういう語源があって見本市がメッセ(Messe)と呼ばれるようになった。

- 4) 主催会社 Messe Frankfurt GmbH (Ludwig Erhard-Anlage 1, Tel.+49-697575-0)
- 5) Pavatex SA. Rte de la Pisciculture 37, CH-1701, Fribourg Switzerland
- 6) Gutex Holzfaserplattenwerk H. Henselmann GmbH+Co. KG, Gutenberg 5, D-79761 Ealdschut-Tiengen, Germany
- 7) Steico SE Otto-Lilienthal Ring 30, D-85622 Feldkirchen, Germany
- 8) Sto AG, Ehrenbachstr.1, D-79780 Stühlingen, Germany
- 9) 田中辰明「ブルーノ・タウトと建築・芸術・社会」東海大学出版会
- 10) 田中辰明「ブルーノ・タウト、日本美を再発見した建築家」中公新書2169
- 11) Schöck Bauteile GmbH, Vimbacher Straße 2, D-76534 Baden Baden, Germany
- 12) Fraunhofer Institut fürBauphysik, Stuttgart本部: Nobelstr. 12 70504 Stuttgart, Holzkirchen本部: Fraunhoferstr. 10, 83626 Valley, Kassel本部: Gottschalkstr. 28a, 34127 Kassel
- 13) 田中辰明, レーナート博士による講演会「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, 工文社
- 14) Solarhaus
- 15) Niedrigenergiehaus
- 16) 3 Liter-Häuser (床面積1㎡当たり年間3リットルの灯油で暖房できる程度の高断熱の住宅)
- 17) Null-Energiehäuser
- 18) Plus-Energiehäuser (この実験住宅はベルリン市に建設され公開されている。所在地: Fasanenstraße 87a, D-10723 Berlin

(2017年5月7日 原稿受理)