

フラウンホーファー研究所と非定常熱湿気同時移動のシミュレーションプログラム・WUFI（その1）

お茶の水女子大学生活科学部教授 田中辰明

平成16年6月末から7月初旬にかけドイツのフラウンホーファー建築物理研究所ゼドルバウアー所長、キュンツェル博士、田中啓輔研究員が来日され、筆者らと共に東京では6月29日の日本建築学会と6月30日の東京の国連大学、7月2日のキャンパスプラザ京都、7月5日の札幌エルプラザにおいて「サステナブル・ジャパン～地球環境と私たちの生活」というテーマでシンポジウムを行った。国連大学では360名、キャンパスプラザ京都260名、札幌エルプラザ260名という入場者があり、どの会場も大変な盛況であった。

フラウンホーファー研究所とは、ドイツの物理学者で発明家、起業家でもあったヨゼフ・フォン・フラウンホーファー（1787～1826）に因んでいる。年間の研究予算は約1485億ユーロでドイツ国家が約50%を出資している。残りは民間からの寄付や委託研究によるもので、日本を含む外国企業も多くの委託研究を行っている。1949年に設立され、本部はミュンヘンにある。研究所はドイツ国内に58ヶ所、米国に8ヶ所あり、スタッフは主に研究者と技術者だけで12,000人いる。

フラウンホーファーはフラウンホーファー線の発見者として有名である。太陽スペクトルに576本もの黒線を発見した人物である。これがフラウンホーファー線であるが、スペクトル分析の基礎を確立した人物として有名である。また回折現象を回折格子を用いて研究し、光の波長の測定も行った。このように応用技術に長けた人物であっ



写真1 「サステナブル・ジャパン～地球環境と私たちの生活」シンポジウム

たので、最先端の応用技術研究機構の名称になったのである。その内来日されたゼドルバウアー博士が所長をしている研究所は建築物理学の研究所と称している。シュツットガルトとミュンヘンの郊外のホルツキルヘンという所に研究所がある。ゼドルバウアー博士は両方の研究所の所長をしているので、毎週両研究所を往復している。またシュツットガルト大学では建築物理学の教授を行っており、多忙な毎日である。主に音、熱、光、空気環境、水蒸気などと建築物の関係の調査研究を行っており、シミュレーションも行い様々な計算プログラムを開発している。この建築物理学研究所は丁度平成16年に創立75年の式典を催している。ホルツキルヘンには広い敷地を所有しているので、屋外で耐候性試験を長期にわたり行っている。ここは海拔700mという高地にあり、冬の降雪、夏季の高温と強い日射は有名で、ここの耐候



写真2 フラウンホーファー研究所の講演会と同時に
行われたドイツ大使官邸におけるレセプション
(右よりグランラート駐日事務所長、ゼドルバウアー所長、シュ
ミーゲロウ駐日ドイツ大使、キュンツェル博士、著者)

性試験で耐えられた建材や建築構造物はドイツのどこで使用しても大丈夫であると言われている。もちろん、建築材料の熱伝導率を始め構成部材の熱貫流率、透湿率の測定など基礎的な研究も根気よく行われている。これらの研究、試験への取り組みは我が国の(財)建材試験センターと良く似ている。

外断熱に関しても長期にわたり断熱材、表面の仕上げ材、施工される方位を代えて、暴露実験などを行っている。そういう背景があってドイツでは外断熱が普及していったのである。

ゼドルバウアー所長は、昨年2003年11月に前任者のゲルテイス教授からバトンタッチし挨拶のため米国などを回って日本にやって来られた。ドイツにおける大きな研究所が、わが国でシンポジウムを開催するというので6月30日には駐日ドイツ連邦共和国大使公邸においてシュミーゲロウ大使招待のレセプションも行われた。平成16年7月に行われたシンポジウムの要点は次の通りである。

1. 熱と湿気が同時に移動する非定常解析プログラム“WUFI”(ヴェッフィ)の紹介

WUFIは熱、湿気の挙動が精度良く計算できる

ので外断熱工法の研究、検討にも大変に有効なプログラムである。建物が建つ土地の年間の気象データにより建物の断熱材の位置で年間の水分蓄積がどのようになるか計算できるものである。ホルツキルヘンで行ってきた長期にわたる曝露実験も大切であるが、莫大な費用と時間を必要とする。昔はコンピューターも高かったので、曝露実験も意義があったのであるが、最近パソコンも安く性能は飛躍的に向上していることから、シミュレーションにより置き換えられるものは置き換えるようにして開発されたものである。ホルツキルヘンの研究所は1951年にスタートしているので、50年以上の歴史を持つ。WUFIには建物部位の構造、方位、傾斜、建物に関する条件、温度や湿度の初期条件、また建物外皮を構成する建材の密度、熱伝導率、比熱、水蒸気拡散抵抗計数などを入れて計算するようになっている。その際に計算を行う土地の気象条件を入力する必要がある。これによりどのような季節に外皮内にカビが発生するかなども計算できる。ドイツで育ったWUFIも今では英語、フランス語、ポーランド語など様々な言語のものでできているが、次は日本語バージョンに取り組んでいる最中である。

2. 室内側に設ける透湿率の変化する膜“PAシート”の紹介

またフラウンホーファー研究所で開発されたPA膜の紹介が行われた。多孔質の膜で材料が湿ってくると孔が開き、水蒸気を透過させる性質を持つ。このPA膜を外壁の室内側に貼った場合例えば夏の湿度が高い時には透湿抵抗が小さくなり、乾燥を促す。そして冬の湿度が低い時には、透湿抵抗が大きくなり、室内から外壁内へ向かう湿気の侵入を防ぐ。つまりこのシートの効用は結露の発生を抑え、また必要な場合は乾燥を促し腐敗、カビ発生などの湿気による害を防ぐことがで

きるものである。わが国の壁内防湿の考え方は室内側に防湿層を貼り、室内で発生した水蒸気を壁内に入れないという考え方であったが、これでは壁内に何らかの損傷で雨水などが浸入した場合、その逃げ場がなくなってしまう。筆者の研究室で室内からはカビは見えないが、敏感な住人がアレルギー性疾患を起こし困っているのを調査して欲しいといった依頼を受けることがある。このような場合確かに室内側からはカビは見えないのであるが、エアサンプラーで調査するとカビの孢子量が異常に多い。そして防湿層となっている壁紙を剥がすとその裏がカビで黒色になっているという場合がある。このような場合、ドイツのような吸放湿をするPAシートを張っておくことは有効である。

3. 汚れない建築仕上げ

池に咲く睡蓮の葉っぱは撥水性で水滴も落ちてしまい、汚れない。フラウンホーファー研究所では睡蓮の葉にヒントを得、この構造を電子顕微鏡などで調査し、同じ表面構造になる材料を開発している。今までの研究開発によって、ある程度までは、睡蓮の葉っぱの表面構造を人工的に再現することが出来ている。今後も研究所でより自然に近い構造を作り出し、性能を上げていくとのことである。

4. 日独の共同研究

フラウンホーファー研究所のStuttgartには筆者の研究室の卒業生、田中絵梨さんがドイツの国費留学生（DAAD奨学生）の研究者として勤務している。また、昨年9月には私共の大学院生である野中有夏さんがHolzkirchenの研究所に留学しWUFIに関しさらなる研究を行った。フラウンホーファー研究所も田中絵梨さんを通して日本ではPAL、CEC、CASBEE、次世代省エネルギー基準等という考え方があることを知り、現在共同研究



写真3 ワークショップでの講演

に拍車がかかっている。筆者も平成16年11月9、10日にStuttgartで開催されたフラウンホーファーの建築物理の研究会に招待され共同研究の成果発表を行った。また平成17年3月11日にStuttgartのフラウンホーファー研究所で開催された住宅に関するワークショップで筆者が講演を行った。内容は日本の住宅事情、省エネルギー住宅、日独の住宅比較、ドイツの住宅で日本が学びたい点などであった。

フラウンホーファー建築物理研究所は、ご紹介したように日本人スタッフが駐在しているので共同研究などのコンタクトをとる事も可能である。メールでの連絡は日本語で大丈夫であり、tanaka@ibp.fhg.deである。また東京にも代表部を持っている。2004年6月、7月の日独シンポジウムで最初にご挨拶を行ったロレンツ・グランラート博士が日本事務所の代表を務めている。東京赤坂のドイツ文化会館内にあり共同研究、委託研究、コンサルティングなどご相談に応じている。今回わが国でのシンポジウムを主催した「外断熱推進会議：〒105-0011東京都港区芝公園3-5-8、機械振興会館メカトロ団体内、電話 03-3436-4755、堀内正純事務局長」を通して連絡が取れる。日本で行われたシンポジウムのビデオも同所で入手可能である。