

## ドイツ、カナダにおける研究・研修の思い出

長谷川麻子\*

Asako HASEGAWA

これまでかかわってきた研究テーマについては、2022年8月24日の研究会にて既に概略を紹介済みなので、古い話で恐縮ながら、人生の岐路となった海外での研究・研修について書き残しておくことにする。いずれも、室内空気環境の国際会議で出会った研究者との付き合いから始まった。

## 1. ドイツにおける研究・研修

2004年に訪れたフラウンホーファー木材研究所(WKI)は、ドイツ北部の小さな町 Braunschweig にある。ここには3ヶ月の滞在で、乾燥条件が異なる木材から放散されるホルムアルデヒド(HCHO)および揮発性有機化合物(VOCs)についてチャンバー試験を行った。図1に、熊本県内で伐採・製材したスギ板と、ドイツで伐採・製材したスプルース板の結果を示すが、HCHO放散量は低温乾燥させた方が、VOCs放散量は高温乾燥させた方が、より少ないことが分かった(The effect of drying temperature on chemical-substance emission from solid wood, 日本建築学会環境系論文集, 73(633), 2008. など)。

当時の日本では、いわゆるシックハウス対策として建築基準法が改正され、内装材料から放散するHCHOは激減し、常時換気が義務化されたおかげで室内HCHO濃度も低減されていた。むしろ、無垢の木材を使えばシックハウス症候群にならない、心理的のみならず健康に良い、という無垢材信仰に近い雰囲気すらあった。そ

の一方で、化学物質過敏症患者など、ごく低濃度のHCHOや室内濃度基準値が設けられていないVOCsに反応してしまう人々も少数ながら確実に存在していたので、このような実験を行った。この成果について木材学会で発表したところ、無垢材信仰の先生方から嫌われてしまったことは言うまでもない。

2006年には再度WKIを訪問することができ、エコハウス・プロジェクトに関わっている研究者にドイツの住宅事情やエコハウス事例、エコロジカルな活動事例を案内・説明してもらった。

ドイツでは、既存住宅を購入してリフォームしながら住み続けることが多く、新築住宅の場合は原則住宅の躯体だけが売買され、内装、サニタリーやキッチンを含む住宅設備、家具類、電気配線、上下水配管などの付帯工事は含まれないので、居住者がセルフビルドすることもしばしばである。写真1に示すように、躯体の構造は断熱性能が優先されており、木質材料のラーメン(柱梁)に、穴あきレンガか繊維状断熱材を埋め、石膏やしっくいを塗布した20~30cmに及ぶ厚みの壁が一般的である。日本では、内壁の石膏ボードにビニルクロスを施工し、さらに壁体内結露を防止するため透湿防水シートを挿入するが、ドイツではそれら plastic 素材を使用することではなく、湿気は壁体を透過できる状態にして、むしろ表面および内部の結露を防止していることも特徴的である。ドイツでは、建築材料がほとんど天然由来であり、スクラップ・アンド・ビルドとは縁のない住宅事情であ

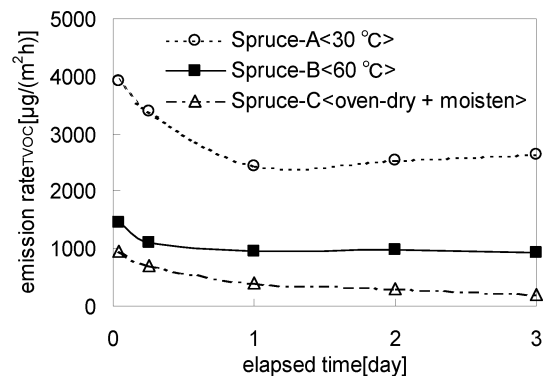
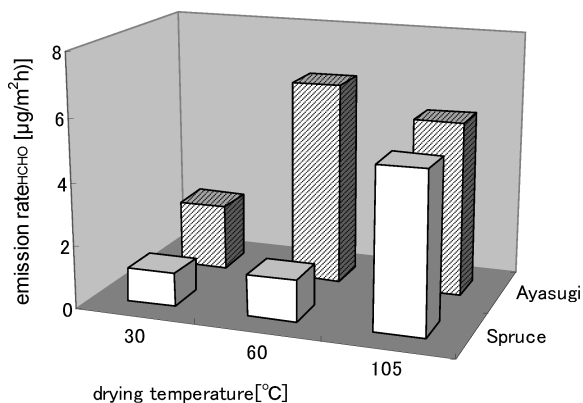


図1 板状木材の乾燥温度とHCHO・VOCs放散量の関係

\*宮城学院女子大学 生活文化デザイン学科



写真1 典型的な住宅の構造



写真2 筆者が住んでいた学生寮

るので、建設関連の産業廃棄物が非常に少ないことも特筆すべき点である。

写真2に示すように、2004年の共同研究時に住んでいた学生寮も、中世のハーフティンバーハウスを移築・改修した集合住宅であった。

また、WKIと同じ街 Braunschweig にある自然塗料メーカー AURO 社も視察した。ここで生産している塗料は、地元で有機栽培されている亜麻仁の油や、無農薬オレンジのジュースを絞った後の皮から抽出した油に、珪藻土や土を混ぜ、鉱物や植物により着色している。訪問したときも、塗料の混合を行っていたので、工場内はオレンジの香りに包まれていた。ワックスは、主に未漂白の蜜蝋やユーカリオイルなどを使用している。このように、生産時に使用される原料はすべて、天然由来成分のなかでも無害なもので、土に返すのが容易である。混合に使用した容器の洗浄水は、布製のフィルターにより残渣をろ過して土に埋め戻し、水はそのまま排水として流すことができる。顔料として使われた植物の残りは、コンポストを利用して原料となる植物の栽培用肥料となり、廃棄物は非常に少ない。小規模だからこそかも知れないが、理想的な循環型生産プロセスを実現していた。

ところで、ドイツにおけるまちづくりの特徴として、教会を街区を中心に据えて、その尖塔より高い建物を建

てない範囲があることや、郊外に賃貸の「クラインガルテン (Kleingarten)」があり、都市部に居住するオフィスワーカーにとって週末をそこで過ごすのが楽しみであることは有名だ。そのほか、ドイツ北部では短時間に大量の雨が降ることが多いので、街区によっては自然の小川のように見える排水溝のある緑地帯を設け、美しい景観を維持しながらも住宅への被害を防ぐ、雨水の受け皿として活用されていた。

街はずれの「風車と水車の公園」には各国の風車や水車の変遷が実物大や模型で展示されており、子供の遊び場であるものの、自然と共存する人間の知恵を歴史・地理的に学ぶことができるようになっている。また、「エネルギー & 環境センター (energie und umwelt zentrum)」という、カフェと広い野菜畑をもつハーフティンバーの古民家を中心に、構造材料の種類とその環境負荷について学ぶことができる小規模なモデルハウス、屋上緑化を施した小屋、環境共生型の宿泊棟、各社の太陽光発電パネルや集熱温水器が設置されたセミナー棟となる施設があった。

このように、ドイツ国内には、自然環境と人間生活との関係を表現するような施設が大なり小なり数多くみられ、常設の電動式遊具はないので、人工的で派手な浪費型のテーマパークを好む日本とは大きく異なる。ロ



写真3 AURO 社外観



写真4 塗料を混合する様子



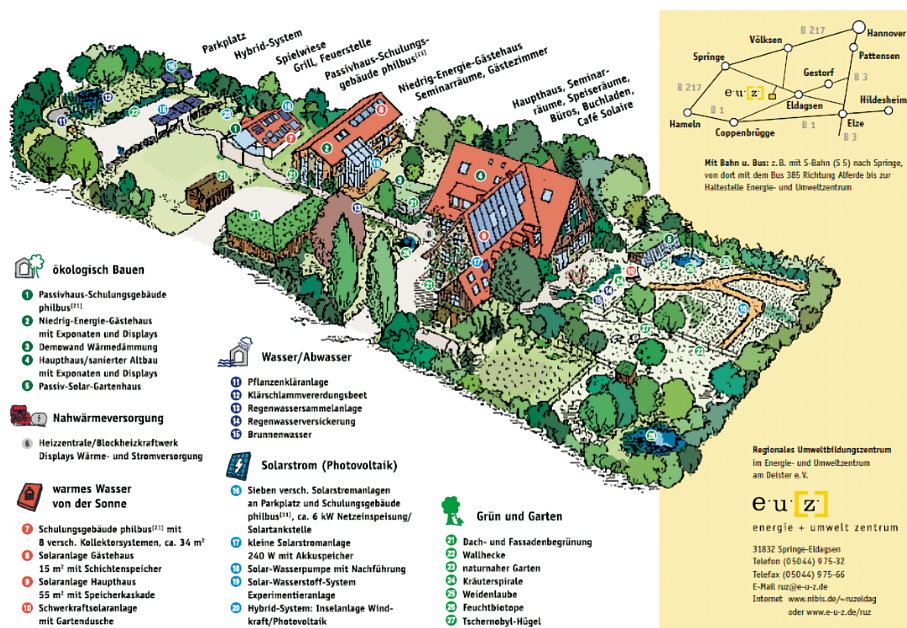


図2 energie+umwelt zentrum 概要

シアから天然ガスを輸入したり、フランスから原子力発電所の電気を購入したり、自国の農地に風力発電を設置するため農民や自然科学の研究者らと喧々諤々やりあうなど、国としてのエネルギー問題は山積しているが、本来は、人間は自然の一部として地球上に生かしていただいている、という謙虚な信念に基づき、必要最小限の設備だけを整え、廃棄物を極力なくし、自然の中で子供たちと共に植物や小動物を育てながら、エコロジカルな生活を力まずに実践している文化がある。

## 2. カナダにおける研究・研修

2007年度後半は、オタワにあるカナダ国立研究機構建築研究所（NRC-IRC）において、建築材料から放散されるVOCsのチャンバー試験を行った（写真5）。前任校の改修工事が行われた某教員室において臭気が気になったことがきっかけで、その改修工事で用いられた床仕上げ材料（PVCシート）と接着剤を日本から持ち込み、コンクリートの床も含めて個別の、さらに施工後のVOCs放

散量を測定した。その結果、図3に示すように、建築材料単体では放散されなかったVOCsが、コンクリートにPVCシートを接着剤で施工した直後は多量に、その後も少量ながら放散される実態が分かった。さらに、床から放散されるVOCsによって臭気が問題であった教員室については、某メーカーが開発したケミカルフィルタを天井埋込型パッケージエアコンに装着させることにより、VOCs濃度を80～90%も低減できることを実証した（The effects of renovation work on the air quality and occupants health in university buildings, *CLEAN*, 37(6), 475-480, 2009 など）。

前任校では、VOCsの分析機器や、温湿度制御した清浄空気を一定風量で供給できる試験装置を持ち合わせていなかったため、NRC-IRCのスタッフや研究者と協力して、床仕上げの施工状態を忠実に再現し、各材料からのVOCs放散量を精度よく計測でき、その成果を査読論文として公表できたことは、研究者として大変嬉しく光栄なことであった。

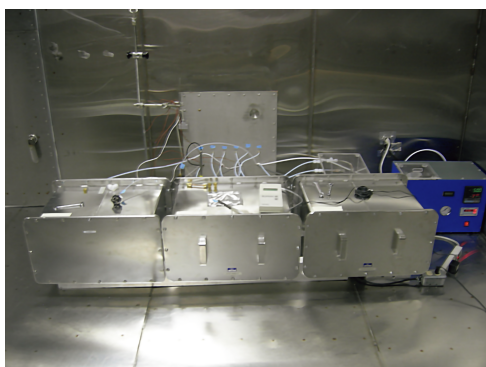


写真5 NRC-IRCのテストチャンバー

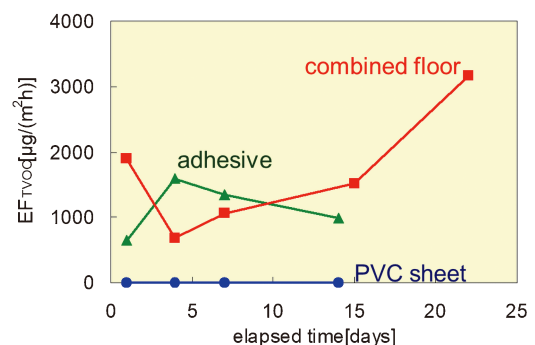


図3 床仕上げ材料のVOCs放散量



写真6 カナダにおける高断熱・高気密住宅のつくり



写真7 Rideau Canal Skate Way

チャンバー試験に引き続いて、NRC-IRC の研究者らと共に家庭用空気清浄機の性能試験方法を開発するべく実験を始めたが、2007年度は惜しくもタイムアップとなってしまい、2009年、2010年とたびたび通う羽目になった。その後、家庭用空気清浄機の性能試験方法については、実験的な研究を行う立場ではなく、2014年～国際標準化機構（ISO）の委員として、さらに2021年～国際電気標準化会議（IEC）の委員として、世界各国のメーカーや学識経験者らと規格化の検討を進めているところである。

ここで、カナダの住宅事情、環境対策についても触れておく。

北米では、釘のように小さなものから柱のような大きなものまで、すべての建築部材と付帯設備はDIYショップで購入可能なので、気力と体力と財力さえあれば自分で好きなように住宅を改修することができ、上手く施工すれば中古住宅市場におけるその物件の魅力＝商品価値は上昇し、利益を得ることができる。カナダやアメリカ北部の住宅（写真6）は、のちに日本の寒冷地に広まった高断熱・高気密住宅のお手本で、地下に大型の暖房・給湯設備が設置され全館に供給する中央式である。一般住宅において冷房機器はほとんど使われていなかったが、この10年ほどは夏季に蒸し暑い日が続いたため、パッケージエアコンが普及してきた。エネルギー源としては国内で産出された天然ガスを主体とし、特にオンタリオ州の場合は豊かな水資源を有するので水力発電が盛

んであり、家賃に水道代や電気代が含まれているケースが多い。

滞在していたオタワでは、いたるところで“go green”という文字に遭遇した。隣国アメリカとは一線を画す国民意識があり、オタワ市では2002年から環境政策を本格的に推進し始めた。市内の公共交通機関はガソリンからバイオガスに転換、一般家庭では当然LEDなど省エネ電球が普及しており、日用品から住宅まで種々の中古売買が盛んで、ゴミの分別やりサイクル制度は充実し、エコバッグも浸透している。冬季は-20～-40℃の厳寒になるので、市内を流れるリドー運河が凍り付き、スケートで通勤・通学ができるようになるのだが（写真7）、近年はcanalでスケートできる日が少なくなったことから、オタワの人々は温暖化を身にしみて感じているようで、日頃の生活においてgo greenなアクションを心がけている様子であった。

### 3. おわりに

渡航や滞在に際しては、前任校の学内助成や民間企業等の助成を受けており、費用面で多大なご協力を得たことに感謝の意を表す。

昨今のコロナ禍で国際会議に出席することは激減したが、メールやオンライン会議等を通じて海外の研究者たちとの情報交換・交流は続いており、これからも研究者として刺激や励ましを受けつつ、人間として精神的な安らぎを得られればと願っている。