

ヒポカウステン暖房（Hypokaustenheizung）から近代的な冷暖房まで 放射成分を中心とした冷暖房の考察

田中 辰明

お茶の水女子大学名誉教授 日欧室内気候研究室室長

平山 禎久

日欧室内気候研究室研究員

柚本 玲

お茶の水女子大学 日欧室内気候研究室研究員

「冷凍空調設備」(社)日本冷凍空調設備工業連合会

2006年 9月15日号 (Vol.33No. 9)

2006年10月15日号 (Vol.33No.10)

ヒポカウステン暖房 (Hypokaustenheizung) から近代的な冷暖房まで 放射成分を中心とした冷暖房の考察〈前〉

田中 辰明 (お茶の水女子大学名誉教授、日欧室内気候研究室室長)

平山 禎久 (日欧室内気候研究室研究員) 柚本 玲 (お茶の水女子大学、日欧室内気候研究室研究員)

1. はじめに

4 大文明の発祥の地は年中気候も良く、大した衣服を纏わなくても生活が出来る気候帯であった。しかし人間が生活圏を広げると共に、より寒い土地にも居住するようになった。現在のドイツにも遺跡として床下で燃料を燃焼し床を暖めるヒポカウステン暖房 (Hypokaustenheizung) と呼ばれる暖房方式が見つかる。これはローマ人の暖房方式でローマ人が現在のドイツの土地に居住していた証明とされている。写1、2に最も北で見つかったとされるトリア (Trier) のヒポカウステン暖房の遺跡を示す。写2はローマ人がアルプス以北地域の最大の行政都市としたトリアの遺跡を示す。これは規模こそ異なれライン河沿いのケルンやライン河沿いのフランクフルト、ミルテンベルク (Miltenberg 写3) など多くの土地で発掘されローマ人が北上していたことを示している。この暖房方式はウィーンでも発掘されている。9世紀にケルスキー族の首長アルミニウス (ドイツ名ヘルマン) の率いるゲルマン部族軍にウァールス將軍率いるローマ軍がトイトブルクの森の戦いで敗退し現在のドイツの土地からローマ人が追放されたといわれている。¹⁾そしてヒポカウステン暖房はなくなり、ゲルマン人特有の暖房方式が発達するようになった。トイトブルクの森の戦いは現在のドイツにとって非常に大きな意味を持つ。それまでは有力な武器を持つ、すなわち文明が先に起こったローマ人にゲルマン人は支配されて奴隷として働いていた。これらの証明はローマやドイツのミルテンベルクの博物館などに見られる。トイトブルクの森の戦いもタキトウス (ゲルマニアの著者) などローマの史家によって伝えられ、かつその場所が不明であったのである。ちょうど邪馬台国が「魏志」や「後漢書」など中国の歴史

書によって伝えられたように、トイトブルグにおけるゲルマン民族の解放はローマの歴史書によって伝えられた。しかしわが国において邪馬台国がどこに存在したのか不明なようにトイトブルクの森がどこであったか、長らく謎であった。それがオスナブリック (Osnabrück) の北30kmにあるカルクリーゼ (Kalkriese) という土地で1987年に金属探知機で発見され、1989年に本格的発掘が始まった。2001年には博物館も建設された。²⁾(写4、5) 前出のミルテンベルクはモーゼル河をフランクフルトから80kmほど川上にさかのぼったところに存在する。現在は夏季の保養地にもなっている。モーゼル河はマインツ (Mainz)、フランクフルト (Frankfurt/M.) ヴュルツブルグ (Würzburg) など商業の盛んな重要都市を通して流れ、ライン河に合流している。したがって、重要な水運を担っていた。ミルテンベルクはモーゼル河がそこで蛇行しているの、航行する船舶は速度を上げることができず、通行税を取り立てるのに都合がよく栄えた町であった。この町にはマリー・アントワネットの母親であるマリア・テレジアや歴代ドイツの皇帝や有名人が宿泊したというドイツで一番古いホテル「リーゼン」(写6) が修理に修理を重ね現在も営業をしている。これは1158年に建設されたというので、日本で言えば平安末期の建立である。当初はなかったであろうエレベーター、中央式暖房も備え、我々遠来の客を温かく迎えてくれる。古いものを大切に使用するドイツ人の面目躍如というホテルである。ドイツ人はどこから来たか? これもトイトネン (Teutonen)、キンベルン (Kimbern) といった部族が紀元前120年頃北欧の方から南下してきたという説が有力である。³⁾この部族が金髪、碧眼で最もドイツ人らしい人種といわれている。そしてこ

のミルテンベルグでTeutonenと彫りのある石が出土され、トイトネンがミルテンベルグに住んでいた証と言われている。現在はこの石はトイトネン石 (Teutonenstein) と呼ばれ、ミルテンベルグの博物館に所蔵されている。(写7)

2. Kachelofen (陶製放熱器) と暖炉

人間は寒ければ当然さまざまな暖房方法を考えるもので、鑄鉄製の放熱器も存在したが、ドイツで特徴的な放熱器はカッヘルオーフェン (Kachelofen: 陶製放熱器) である。これは現在でも古い住宅で使用されているし、復古調の動きにもなり、新築住宅で使用されている場合もある。燃料は固形、液体、気体とさまざまな可能性があるが、暖炉の表面は化粧タイルで仕上げられている。博物館などに残るものはかなり意匠的にも凝ったものが多いが、庶民の住宅で使用されたものは単に白いタイルで仕上げられたものもある。カッヘルオーフェンは多くの場合室内の隅に置かれ、これから放射成分の多い放熱を行い、反対側の外壁内部を直接温めた。カッヘルオーフェンを中心として家族団らんの家ができた。暖炉の内部には耐火粘土も用いられ、熱容量も大きくやわらかい暖房を行った。博物館や城で見るとさまざまなカッヘルオーフェンが存在し、これは建築様式の変化に追随しているように考えられる。陶製放熱器を室内装飾品と考えれば、その分類は建築方式や文芸方式の分類と同じように分類する事ができると筆者らは考え、次のように分類を行った。

1. ゴチック方式 (約1200~1500) ゴチックの名称は後のルネッサンスに入り、ルネッサンス文化の価値評価のために命名されたとされている。当初は蔑称であった。中世文化の独創によるものである。
2. ルネッサンス方式 (約1525~1675) 現世の肯定、個性の重視、感性の解放を主眼とするとともに、ギリシャ、ローマの古典の復興を契機とし、神中心の中世文化から人間中心の近代文化への転換の端緒をなした。
3. マニエリスム方式 (約1600~1620) ルネッサンスからバロックへの移行期の様式。
4. バロック方式 (約1650~1750) ごてごてした飾りが多い様式。

5. ロココ方式 (約1730~1775) 曲線過多の濃厚・複雑な渦巻き・花飾・唐草などの曲線模様・淡彩と金色とを併用したような物が多い。
6. 古典主義 (約1770~1850) 古代のギリシャ・ローマの芸術を規範とし、理念の完全・明晰な表現、調和的な形式、理想的な人間像を重視したもの。
7. ビーダーマイア方式 (約1825~1850) ナポレオン戦争後の3月革命までの時代の簡素で実用主義的な様式。
8. ユーゲントシュティール (1895~1910) はフランスでのアール・ヌーヴォー (Art nouveau) のドイツ・オーストリアでの呼称。青春様式。植物の枝や蔓を思わせる曲線の流れを特徴とする。
9. 第一次世界大戦後のもの: 物資が不足し、実用主義となった。
10. 現在のもの

3. カッヘルオーフェンの分類

写8に宗教改革を行ったマルチン・ルッター (1483~1546) が匿われていたヴァルトブルク (Wartburg) 城のルッターの部屋を示す。ルッターは「救いは行いによらず、信仰のみによる」と説いた。ルッターはヴァルトブルク城に幽閉されつつもこの部屋でギリシャ語の聖書をドイツ語に翻訳したと言われる (1522年)。現在世界を支配しているのはWASP (白人、アングロサクソン、プロテスタント) であるといわれているが、プロテスタントはここで発祥したとも言われる。当時ゲーテンベルクによる印刷術が起り、ルッターにより翻訳された聖書は多量に印刷され、これがもとで部族ごとにバラバラであったドイツ語も統一されたといわれる。もちろんヴァルトブルクが当時のドイツの地理的中心にあったという事もドイツ語の統一には便利であった。このような後世になって非常に重要な部屋となったルッターの隠れ家でも、寒ければ幽閉されている人間も翻訳作業は出来ない。そこで存在したのが写8に見られるルネッサンスタイプのカッヘルオーフェンである。写9に堅固に見えるヴァルトブルク城の外観を示す。かつてこの地は東独領で見学は極めて困難であったが、現在はヴァルトブルク城内に優雅な宿

泊施設もでき、観光収入を生み出している。

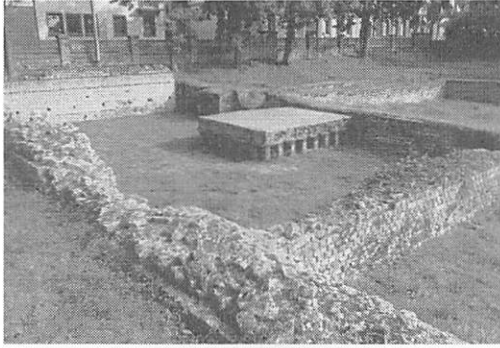
写10にマイン河沿いの前出ミルテンベルクにある博物館所蔵のバロックタイプのカッヘルオーフェンを示す。バロック調であるだけに陶器の飾りも派手である。

写11にマイン河をさらに遡ることで辿り着くヴュルツブルク (Würzburg) の居城レジデンツ (Residenz) にあるロココ調のカッヘルオーフェンの例を示す。王侯の居城で、部屋もロココ調に仕上げられている。やはりこのカッヘルオーフェンはこのロココの部屋に合うようにデザインされている。写12に前出のミルテンベルクの博物館に展示されている古典主義のカッヘルオーフェンを示す。古典主義は17~18世紀における欧州芸術の支配的思想であった。バロックやロココに比べてシンプルな感じを醸し出している。写13にビーダーマイア (Biedermeier) 方式のカッヘルオーフェンを示す。ビーダーマイアは1850年代にドイツ詩人アイヒロート (L. Eichrot, 1827~1892) の発表した作品に由来し、誠実ではあるが事なかれ主義の俗物的な小市民を意味する。芸術様式としては簡素で実用主義的な様式を言う。

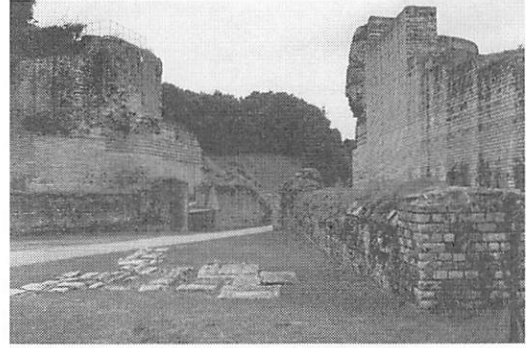
写14~22にフランクフルトのゲーテハウスに所蔵されている暖炉とカッヘルオーフェンを示す。ゲーテハウスは第二次世界大戦で破壊され、元どおりに再建されたものである。したがって暖炉もゲーテが使用していたものとは異なるが、形は当時と同じに復元されたとの事である。ゲーテ (Johan Wolfgang von Goethe, 1749~1832) は青年期の叙事詩や戯曲、書簡体小説「若きヴェルテルの悩み」で疾風怒濤期の代表者となる。ヴァイマル公国で政治家生活のかたわら、イタリアで美術を研究。以降古典主義に転じ、シラーとも親交を結び、自然科学の諸分野でも研究の成果を挙げた。特に色彩研究の先駆者として有名である。貴

族の出身であったことからフランクフルト、ヴァイマルの館ともに立派である。各部屋にはそれぞれ異なった形の暖炉、カッヘルオーフェンが設置されている。分類としてはユーゲンドシュティール (Jugendstil) に分類される。わが国ではアールヌーボーのフランス語の方が行き渡っており、その方が分かりやすいかもしれない。

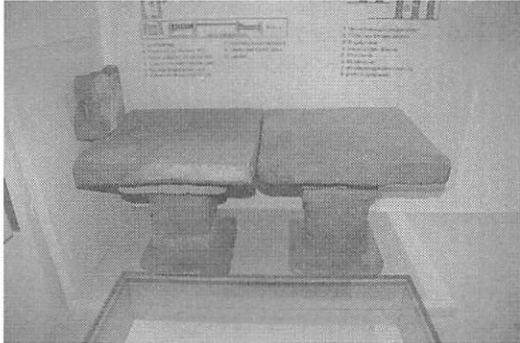
鋳鉄製の暖炉、例えば写21は筒状の部分を増設することで、放熱量を増やすことも可能になっている。ゲーテハウス所蔵の鋳鉄製放熱器は丸型が多いが、例外は写22に示すかなり細微な模様を取り込んだ鋳鉄製放熱器である。写23にボイラーや放熱器のドイツ最大級のメーカーであるブデルス社がロラに持つ暖房博物館に展示されているバロック調の鋳鉄製放熱器を示す。また筆者らが分類した方法では納まらない模様のカッヘルオーフェン7を写24に示す。これはオランダのデルフト焼きの模様を取り入れた事から、デルフト調のカッヘルオーフェンと呼ばれる。写25にビーダーマイア方式のカッヘルオーフェンを、写26に古典主義の暖炉を示す。また写27にやはりビーダーマイア方式の暖炉を示す。ゲーテ、シラーはドイツを代表する文豪であるが、ヴァイマルにはゲーテ、シラー像という銅像がある。ドイツの郵便切手にもなっている有名な作である。ドイツは寒い都市であったので、早くから暖房は存在したがこれを学問として確立したのはヘルマン・リーチェル (Hermann Rietschel) である。氏はそれまで職人の業であった暖房や換気を学問として体系付け熱負荷計算法や配管の計算法などを書籍として著した。現在のベルリン工科大学の教授になり暖房と換気の教育を行った。その父親はエルンスト・リーチェル (Ernst Rietschel) と言い、有名な彫刻家であった。氏の代表作がヴァイマルのゲーテ、シラー像 (写28) である。 (次号へつづく)



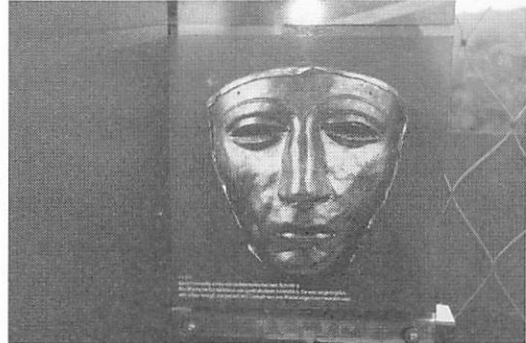
写1 トリアにおけるヒポカウステン暖房の遺跡



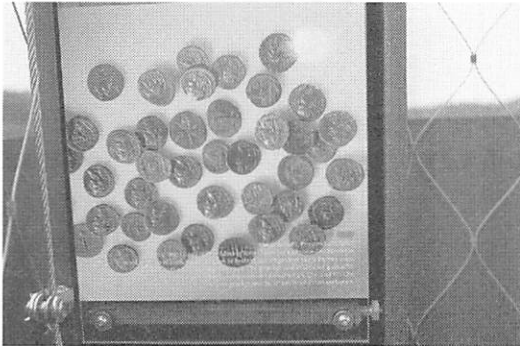
写2 ローマ人の行政都市であったトリアの城壁遺跡



写3 ミルテンベルク博物館に残るヒポカウステン暖房の遺跡



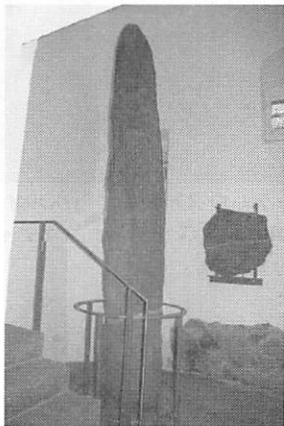
写4 トイトブルグの森の戦い、カルクリーゼで発掘されたマスク



写5 トイトブルグの森の戦い、カルクリーゼで発掘されたローマの硬貨（これによりローマとゲルマンの戦い跡と同定された）



写6 1158年建設のドイツで一番古いホテル“リーゼン”（ミルテンベルク）



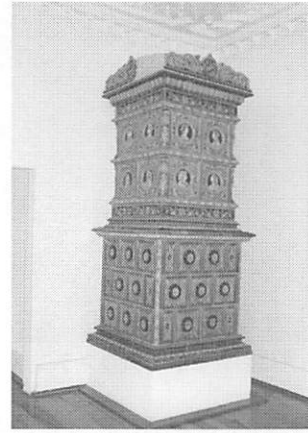
写7 トイトネンシュタイン（トイトネンの石、Teutonenstein）ミルテンベルク



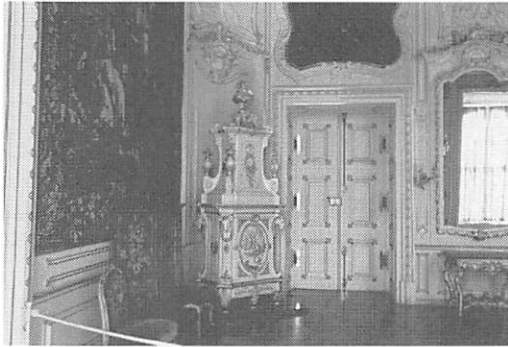
写8 ルッターが匿われながらギリシャ語の聖書を独訳したルッター房（Warburg城）



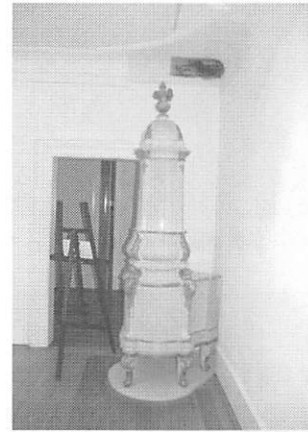
写9 Wartburg城 (Eisenach郊外) ルッターが
幽閉されていたので、城塔に十字架が見える。



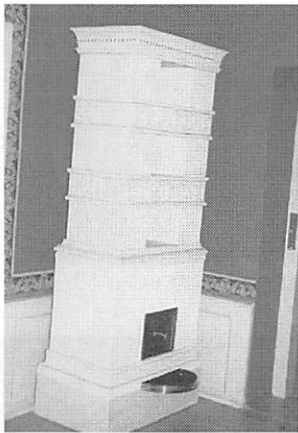
写10 バロックタイプのカッヘルオーフェン
(ミルテンベルグの博物館所蔵)



写11 ロココのカッヘルオーフェン (ヴェルツブルクのレジデンツ)



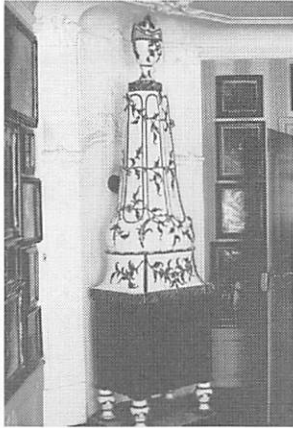
写12 古典主義のカッヘルオーフェン (ミルテンベルグの博物館)



写13 ビーダーマイア方式のカッヘルオーフェン



写14 ゲーテハウス所蔵のカッヘルオーフェン
(Frankfurt.M) ユーゲントシュティール



写15 ゲーテハウス所蔵のカッヘルオーフェン (Frankfurt.M) ユーゲントシュティール



写16 ゲーテハウス所蔵のカッヘルオーフェン (Frankfurt.M) ユーゲントシュティール



写17 ゲーテハウス所蔵のカッヘルオーフェン (Frankfurt.M) ユーゲントシュティール



写18 ゲーテハウス所蔵の鑄鉄製放熱器 (Frankfurt.M)



写19 ゲーテハウス所蔵の鑄鉄製放熱器 (Frankfurt.M)



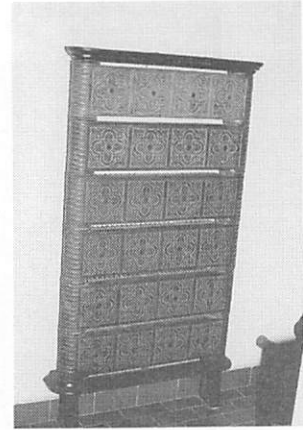
写20 ゲーテハウス所蔵の鑄鉄製放熱器 (Frankfurt.M)



写21 ゲーテハウス所蔵の鑄鉄製放熱器 (Frankfurt.M)
放熱量の調整が出来る



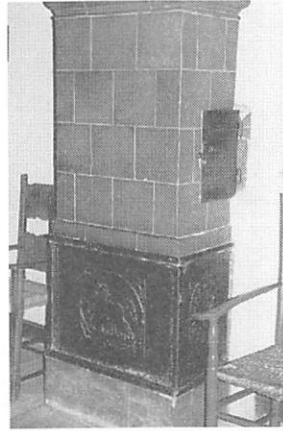
写22 ゲーテハウス所蔵の鑄鉄製放熱器 (Frankfurt.M)



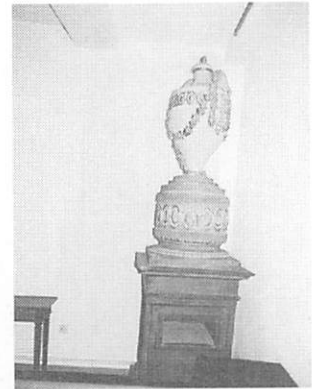
写23 バロック調鑄鉄放熱器



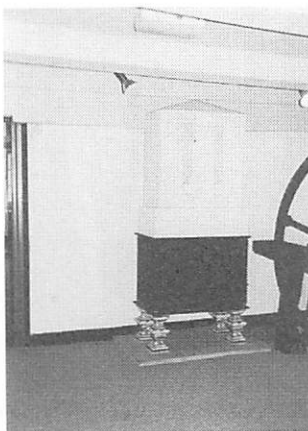
写24 デルフト調放熱器



写25 ビーダーマイア方式の
カッヘルオーフェン



写26 古典主義の放熱器



写27 ビーダーマイア方式の放熱器



写28 ヴァイマルのゲーテ、シラー像
(エルンスト・リーチェルの作品)

ヒポカウステン暖房 (Hypokaustenheizung) から近代的な冷暖房まで 放射成分を中心とした冷暖房の考察 (後)

田中 辰明 (お茶の水女子大学名誉教授、日欧室内気候研究室室長)、

平山 禎久 (日欧室内気候研究室研究員)、柚本 玲 (お茶の水女子大学、日欧室内気候研究室研究員)

4. 第一次大戦後のドイツ

ドイツは地理的に欧州の中央にあったことから、常に戦争に巻き込まれ、第二次世界大戦が終わるまで戦火の絶えたことは無かった。特にセルビアでオーストリア・ハンガリー帝国の王位継承者が青年に射殺され、それが引き金となり1914年にオーストリアとセルビアが戦闘状態に入る。このときにオーストリアはドイツに白紙委任を取り付けて戦争に突入、セルビアにはロシアが加担し、オーストリアにドイツがつき、第一次世界大戦に拡大していく。その結果ドイツは敗戦し、連合国に莫大な賠償金を突きつけられ、経済破綻をきたす。大きなインフレが起こり、資本家はこれで儲け、工場の増設などを行うものの一般労働者は長時間労働と低賃金で悪条件の元に労働を課せられた。

ベルリンは政治都市、商業都市のように考えられるが、実は巨大な工業都市でもある。1909年にはペーター・ベーレンス (Peter Behrens) の設計により「近代建築の曙」といわれるAEGのタービン工場がベルリンのモアビット (Moabit) 地区に建てられている (写29)。これは巨大なピン構造を用いた工場としても有名である。当初長さが110mの工場であったが、後に倍の長さに延長されている。当時は生産の自動化も行われておらず、生産は人海戦術によって行われた。またベルリンなどの工業都市に人々は職を求めて集まり、工業都市の居住条件はきわめて劣悪であった。

この労働者階級の生活をベルリンの画家ハイน์リッヒ・チレ (Heinrich Zille, 1858~1929) はたくさんの絵として残している (写30~32)。生活は苦しくともどの労働者家庭も子だくさんである。しかし子供の顔に暗い表情は無く、笑いが溢

れていることに救いがある。写32の説明文は女の子が「お母さん、フリッツのおしめがビショヌレだよ!」と叫んでいる。長屋風の住居の窓から顔を出した母親は「陽の当たるところにおいておきな!」と答えている。

しかしここに描かれているフリッツ坊ややその他の子供たちも時代から言うと男の子は第二次世界大戦の兵士として散っていったに違いないし、うまく生き延びたとしても戦後の奇跡の復興を支えるべくがむしゃらに働いた年代に違いない。また戦禍を生き延びた女の子もベルリンの瓦礫を片付け、復興に精を出した人々であるに違いない。しかし写30、31を見ても貧しい生活の中に暖炉であるカッヘルオーフェンは存在している。ハイน์リッヒ・チレは戯画をたくさん残したが、写真家でもあった。当時やっと写真が使用されだした時代に多くの写真を残している。現在でもベルリンの地下鉄ハイデルベルガープラッツのホームはチレの撮影した写真が飾られている。そして写33はチレ本人がカッヘルオーフェンの前に立っている写真である。文献9によると「老人チレ」と解説されている。チレ晩年の写真であろう。カッヘルオーフェンが生活の中心にあり家族の絆もこれを中心に培われた。当時の中層階級以上が使用した放熱器はやはり貧しい時代を反映し、実用主義一本やりのものであった。写34にはパーキンスの放熱器というものを示す。これは温水を密閉管で100℃以上に昇温し、高温水として暖房を行う際の放熱器である。第一次大戦後の実用主義放熱器の例を写35、36に示す。これらは放熱器が単に暖房用ではなく弁当のような食事を温めておくのにも使用された。しかしこの写真も放熱器は十分によく装飾が施されている。やはり室内装飾品の地

位を確保していたに相違ない。写37は単に機能を発揮するというタイプの放熱器である。現在も営業を行っているホテルに使用されている例である。また写38に当時の浴槽を示す。この左にあるのがボイラ兼貯湯そうで、高さを変えることで、容量の変化に対応できた。右に見える放熱器は展示室用のもので、本来はこの貯湯そうそのものが入浴者にとっての放熱器であった。

5. 暖炉の構造

暖炉の構造は例えば暖房を学問として体系付けたヘルマン・リーチェルの教本や氏が大学の講義に用いた講義録の図集 (Rietschel Abbildungen zu den Vorlesungen um 1886) に掲載されているので、図1、2に引用し示す。

蛇足ではあるが、ヘルマン (Hermann) はゲルマンの地からローマ人を追放した英雄であり将軍がドイツ名でヘルマンと呼ばれた事から男子の名前に良くつけられた。ヘルマンヘッセなどもその例である。現在はヘルマンという名前はまず無い。これも第2次大戦の敗北の影響である。現在はペーター、ミカエル、パオルといった聖人にちなむ名前が多い。

6. 最近のKachelofen

最近もカッヘルオーフェンが見直され、一般住宅やレストランなどでも使用されることが多くなった。本来重厚な構造で熱容量が大きく放射を主とした放熱器であったが、最近のものは温風が吹き出す形式のものも使用されている。ここでは最近住宅とレストランで使用されているものを写39、40に紹介する。

7. 近代の放熱器

カッヘルオーフェンが室内装飾品でもあったように最近では放熱器が室内装飾品にもなってきた。居住者の心を和ませるように配慮されている。一時は第一次大戦後の放熱器のように単に放熱性能を満たせばよいという考えで実用主義の放熱器も多く作られた。

温水暖房はやわらかい放射成分の多い放熱をすることから特に欧州で好んで使用され、わが国にも入っている。温水暖房の有利な点は蓄熱が出来

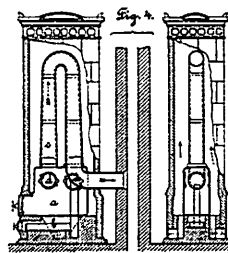


図1 カッヘルオーフェン断面図 (文献4より引用)

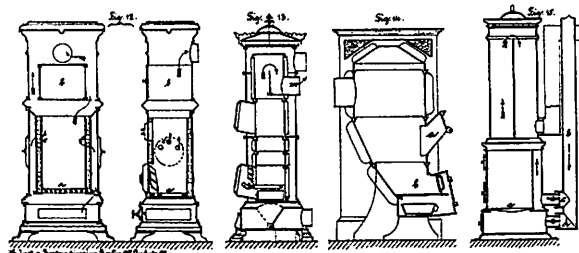


図2 鑄鉄製放熱器の断面図 (文献4より引用)

る、蒸気暖房で生じるウォーターハンマーが生じない、快適性に富むなどが上げられる。ドイツの規格では放熱器入り口温水温度90℃、出口温水温度70℃で室温を20℃に保てる放熱性能を持つように放熱器が設計され、検査を受けて出荷された。しかし1973年に起こった石油危機以来、住宅の断熱化が進み、従来の放熱器を室内に設置したのでは、ボイラがオン・オフを繰り返すなど不都合が生じるようになった。同時にヒートポンプの技術や代替エネルギー利用熱源が応用されるようになり、放熱器の出入り口温度に幅が求められるようになった。住宅の高断熱化と共に快適性、制御性、およびエネルギー効率を高めるために高めの温度の温水を流す小さめな放熱器の設置ではなく、より適切な計画と、より低めな温水温度で運転する放熱器を用いることが質の高い暖房技術になってきた。また、これを可能にしてきたのが、放熱器の機能性とデザイン性の向上である。こうして送水温度を下げて行う低温式暖房が主流となってきた。これは送水温度を55℃、返水温度45℃等とするものである。当然これより更に低い温度で行う低温式暖房も存在する。こうすることでボイラのオン・オフも減少し、ボイラや配管からの熱損失も減少するのである。

デザイン性に富む放熱器の例を写41から42に示す。これはシュツットガルト郊外のフェルバッハ (Fellbach) の住宅展示場で展示されていたもの

を写したものである。放熱器の一部に姿見の鏡が付いているものや、タオル掛けがついているものもある(写43)。脱衣室などに設置すればタオルが乾燥し、入浴後の体を拭くのに気持ちが良いものである。厨房に設置した場合はナプキンも乾燥しナプキン上での雑菌の増殖を防ぐものである(写44)。写43、44は岩手の宿舎で用いられているものである。わが国でも欧州タイプの放射に頼る放熱器は進歩をとげ、室内緑化を助けつつ使用されている例もある(写45)。

日本では北海道を除く各地域においては冬の暖房とは別に高温多湿な夏に対応した設備が求められる。欧州とのこうした気候風土の違いにより、放熱器を応用した放射冷房システムも開発されている。従来の冷房は対流によるもの、すなわち風が動くことにより涼しさを得ていたが、これは放射を主として涼しさを得るもので、「静かな冷房」とも呼ばれている。放熱器に冷水を流すと室内の湿度が高く、放熱器表面温度が露点温度よりも低ければ当然表面に結露が生じる。結露が生じるのは悪いことだ!とは考えず、むしろ積極的に結露させ、室内の除湿も行い結露水は放熱器下部に設けられたドレインパンから排水しようという考えである。写46、47は茨城県ふじしろの図書館(株岡田新一設計事務所設計)に利用された例、写48、49は熊本のビルに使用された例である。熊本の例は明治初期に当時の政府が熊本を大切に、多くの官庁建築などを建てた。これも第一銀行であったが、そのまま利用するにはあまりに不便である。しかし解体はもったいないということで、暖冷房の出来る放熱器をうまく使用して古建築の保存に成功した例である。写50に梅雨時に十分に除湿にも使用できる放熱器の例を示す。

おわりに

今回は放射成分の多い放熱器を中心に解説を加えた。放射成分が多ければ韓国のオンドルに触れていないではないか、一般の床暖房に触れていないではないか等のご意見もあると思う。これらはまたの機会に触れたい。

参考文献

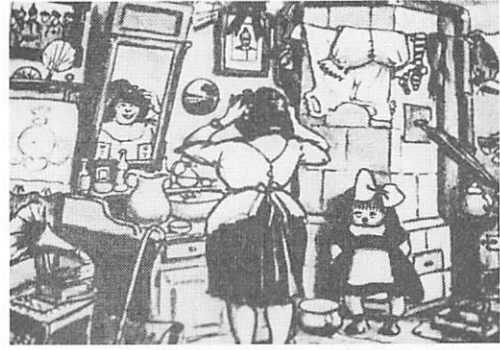
1. タキトウス「ゲルマニア」岩波文庫
2. Joachim Harnecker ARUMINIUS, VARUS UND DAS SCHLACHTFERD VON KALKRIESE
3. S. Fischer-Fabian., Die ersten Deutschen “Droemer Knaur
4. Prof. Hubertus Protz: Rietschel Abbildungen zu den Vorlesungen um 1886
5. Hermann Rietschel: Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs-und Heizungs-Anlagen 4,Auflage
6. Heinrich Hebgen Ratgeber Kachelöfen Vieweg
7. H. Rietschel Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs-und Heizungs-Anlagen Verlag von Julius Springer 1909
8. Hergert Reinoss., Das Neue Zillebuch “Fackeltraeger-Verlag, Schmidt-Kuster GmbH
9. Otto Nagel., H. Zille “Homschelverlag Berlin

著者 田中辰明:お茶の水女子大学生生活環境研究センター、日欧室内気候研究室長
平山禎久:日欧室内気候研究室研究員
柚本 玲:お茶の水女子大学生生活環境研究センター、日欧室内気候研究室研究員

お茶の水女子大学生生活環境研究センター
〒112-8610 東京都文京区大塚2-1-1
日欧室内気候研究室
〒151-0063 東京都渋谷区富ヶ谷1-1-3



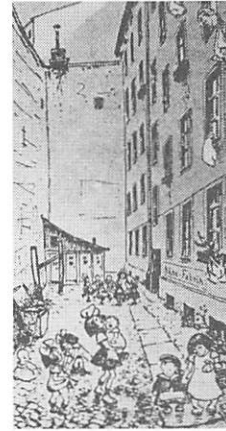
写29 ベルリン市モアビット地区に建つAEGタービン工場
(現在ジューメンス社) ペーター・ペーレンス設計 (1909年)



写30 チレの戯画 (ベルリンの労働者家庭：
カッヘルオーフェンがある) (文献8より引用)



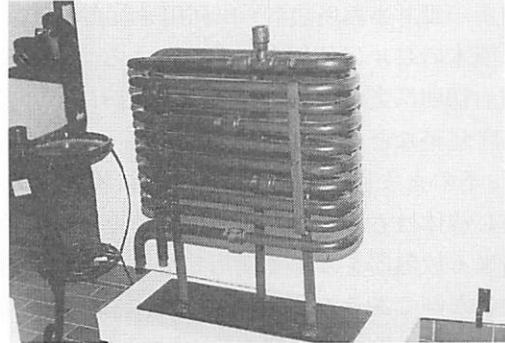
写31 チレの戯画、ベルリンの労働者階級の子沢山家庭
(左奥にカッヘルオーフェンがある) (文献8より引用)



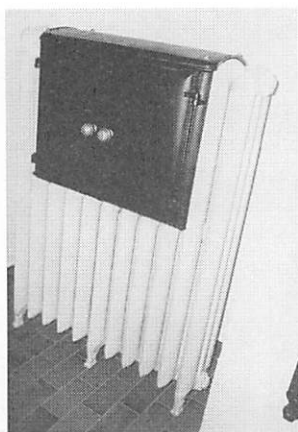
写32 チレの戯画、ベルリンの労働者階級の
住む集合住宅 (文献8より引用)



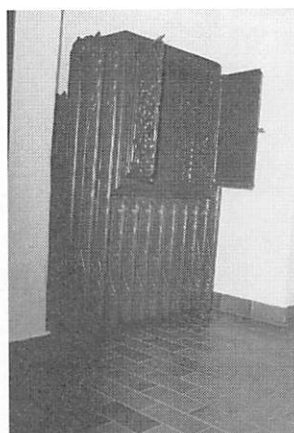
写33 カッヘルオーフェンの前に立つチレの写真 (文献9より引用)



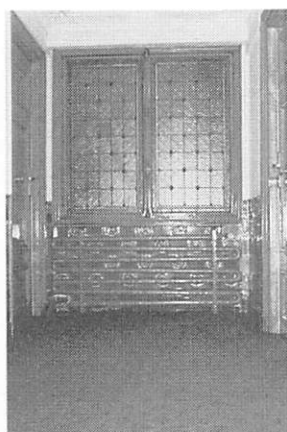
写34 パーキンスの放熱器



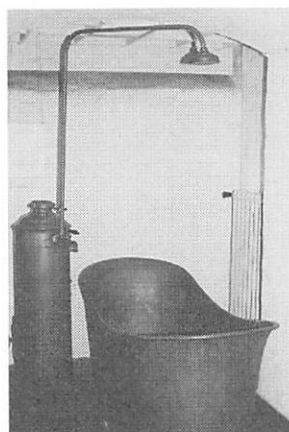
写35 食物の保温も兼用であった放熱器



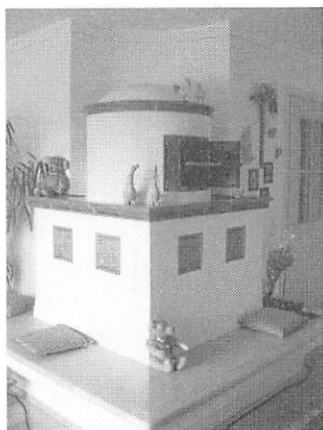
写36 食物の保温も兼用であった放熱器



写37 実用主義の放熱器



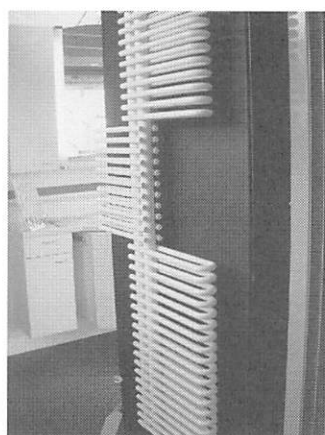
写38 実用主義の浴槽と放熱器



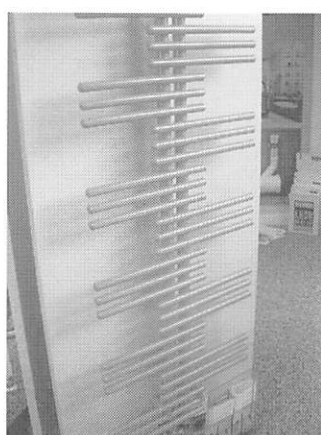
写39 現在の家庭で使用されているカッヘルオーフェン (バイエルン州)



写40 バイエルン州のレストランで使用されているカッヘルオーフェン



写41 デザイン性に富む放熱器 (Fellbachの住宅展示場)



写42 デザイン性に富む放熱器 (Fellbachの住宅展示場)



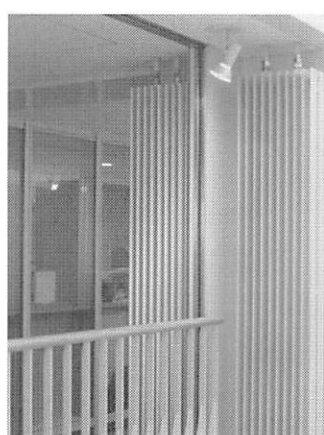
写43 タオルの乾燥にも使用できる脱衣室設置の放熱器 (岩手県のゲストハウス)



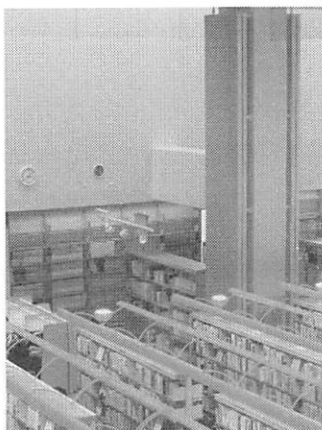
写44 ナプキンの乾燥にも使用できる厨房の放熱器 (電気式)



写45 室内植栽に適した低温暖房用放熱器



写46 茨城県ふじしろの図書館で使用された放射冷暖房用放熱器



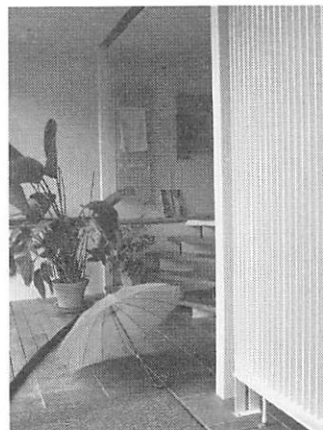
写47 茨城県ふじしろの図書館書庫で使用された放射冷暖房用放熱器（柱に沿って設置）



写48 熊本の事務所建築で使用された放射冷暖房用放熱器



写49 熊本の事務所建築で使用された放射冷暖房用放熱器放熱器が手すり、間仕切りに利用される



写50 梅雨時の除湿に採用された暖冷房用放熱器（東京代々木）色彩の選択が建築家の裁量に生かされる