

話題 (そのⅡ)

カールスルーエ滞在記

NAIG 吉田 正

一昨年から一年間、NAIGの海外研修生として西ドイツ、カールスルーエの原子力研究センター (Kernforschungszentrum Karlsruhe) に滞在、昨秋帰国した。デュッセルドルフ、ケルン、ボンと続く西ドイツの政治経済の心臓部、ライン中下流地帯をゆるやかに逆上すると約300キロ。この大河がフランスとの自然の国境を成しながらスイスに向う上ライン地方 — ここはバーデンワインの大産地 — のちょうど入口にカールスルーエは位置している。前方、ラインの東岸にはドイツ最大の保養地シュヴァルツヴァルトの広大な森林地帯が広がり、フライブルク、フロイデンシュタット、チュービンゲン、カルフ、マウルブロンといった特徴ある小都市が点在する。特にカルフ、マウルブロンは、一時期中学性、高校生の必読書の観のあったヘッセのいくつかの小説の中で、くりかえし美しく描写されており、御記憶の方もあろう。カールスルーエのやや上流の対岸には、爾来いくさのたびにその帰属が変り、独仏の抗争の象徴であったアルザスの主邑シュトラスブール (今は仏領) が控える。独仏の通貨、言語が自由に通用するこの古都。将来に予想される統一ヨーロッパの国会の萌芽とも言うべきヨーロッパ議会 (European Congress) のおかれる場所として、今やヨーロッパ統合の象徴に生れ変わろうとしている。一方、カールスルーエの方は、歴史が比較的新しく、連邦最高裁と原子力センターがある以外これといった特徴は無い。これだけの規模の町 (人口28万) でありながら、どんな観光案内書にもまず決して顔を出さないという点ではドイツ唯一かも知れない。しかしながらこのところ、この二つのカールスルーエの看板は共にテロリスト達にねらわれる心配が生じ、嚴重な警戒下にある。カールスルーエの市街を出、車でほぼ20分、2~3の小集落をぬけた先の広々とした林を切り開いて、この原子力センターが置かれている。数千の職員はカールスルーエの市街か、近くの集落に住み、多くは車で出勤してくる。ドイツ人達は出勤時の車の渋滞に不満たらたが、日本人の目から見るとあの程度では渋滞のうちに入らない。定刻は朝9時だが、皆三々五々やってきて、全員がそろそろころにはもう9時半近くになっている。

カールスルーエでの炉物理

私は、原子力センターに属する一研究所 Institut für Neutronenphysik und

Reactortechnik (略称 INR の方が所内では通じが良い) で、高速増殖炉の臨界実験解析関係の仕事にたずさわった。グループのリーダーは Frohlich といい、元々は中性子輸送方程式の解法なんかをやっていた人だ。このところ高速炉の安全性関係の仕事にたずさわっており、SNR 300 (ライン下流カルカーに建設中の 300MWe クラスの原型炉) のライセンシングで忙殺されていた。「ちょっと話があるのですが」と電話すると、「11 時 55 分まで人と会っているので、それから 10 分くらいなら OK だ」などとする。それでいながら、その翌週から 2~3 週間のバカンスに出かけてしまうあたり、欧州人の面目躍如としている。博識で温厚な紳士である。多忙なこの人に代って、直接仕事上の面倒を見てくれたのが Kiefhaber 氏、ドイツで広く用いられているアバギアン型 26 群定数セット、KFK-INR¹⁾ の作成者である。カールスルーエでの標準的な炉心解析手法としては、この KFK-INR セットから出発し、積分輸送理論コード KAPER²⁾ で非均質効果を取り入れ、2, 3 次元拡散あるいは 2 次元 S_N コードにもって行き炉心計算を行うという方法が採られている。滞在中、私はこのシステムを用い米国の ZPPR 臨界集合体で行われたナトリウムボイド実験の解析を行った³⁾。また、この解析作業を通じて、制御棒フォロワー領域に適用すべき拡散係数の重要性が明らかになったので、更にそれに関する検討を続行した⁴⁾。御承知のように、カールスルーエには評価済みデータファイル KEDAK があり、現在その第 3 版 (KEDAK-3) が利用可能である。これをアバギアン型群定数セットに変換するプログラム、MIGROS シリーズがあり、KEDAK-3 に対応してその最新版 MIGROS-3 が比較的最近完成している⁵⁾。しかし、高速炉心の解析、設計をいっきに、かつ全面的に KEDAK-3 ベースに乗りかえる作業については、具体的な話を聞かなかった。今のところ、臨界実験解析での蓄積の厚いアバギアン型の KFK-INR セットが広く使われ、断面積の改訂は部分的に止まっているようだ。このような 26 群程度の群定数から出発する際に特に問題になるのは、弾性散乱による減速の評価に誤差が入るという点だが、これは 200 群程度の補正計算を必要に応じて行うことで回避している。カールスルーエでは (従ってメーカーのインターアトムやベルギーのベルゴニウクリアでも) これ以上細かいエネルギー群分割による計算は普通行われていない。ちなみに、SNR 300 に関する臨界実験解析は、かなりの部分、ブリュセルのベルゴニウクリアで分担しており、ここの関係は緊密である。

核データの仕事、人物、仕事ぶり

センターはいくつかの独立した研究所 (Institut) から成る。核データの分野はシンクロトンとバンデグラフのある IAK (Institut für Angewandte Kernphysik) と、私が滞在する機会を得た INR (全所員が 130 名前、高速炉の炉物理、炉心技術が主分野) の

2 研究所がカバーしており、前者には、Beer, Cierjacks, Kappeler, Wisshak といった測定者達、後者には専ら評価に携る Goel, Frohner, Jahn, Kusters といった人達が籍をおく。私は前述したとおり、核データには直接関係しなかったもので、仕事上の接触こそ無かったが、そう大きくない研究所のこと、INR の上記 4 氏とは日常多く接することが出来た。フォーマルな場ではないので、少々私事にもわたることをお許しいただこう。Goel 氏はインド北西部、ヒマラヤに近いパンジャブ地方の出身、カールスルーエの南 150 キロにある大学町フライブルクで学位を取り、以来ドイツに腰をおちつけている。最近の仕事としては、FBR 構造材のヘリウムガス生成断面積に関連し、 $^{58}\text{Ni}(n, \gamma)^{59}\text{Ni}(n, \alpha)^{56}\text{Fe}$ という 2 段階過程の重要性を指摘し⁶⁾、その後は超プルトニウム元素(^{241}Am , ^{243}Am , ^{244}Cm 等)のスムーズパートの評価を 2 年ほどかけて行っているはずである。Frohner 氏の名は日本でも良く知られている。大学でしばらく助手(assistant という言い方をした)を勤め、米国にわたり San Diego の General Atomic に就職。4 年程してからカールスルーエの IAK へ。70 年代初期には CC DN の所長に転出、再度カールスルーエに戻ってからは測定を止め、INR で断面積評価に専念している。比較的小柄だが働きぶりは精力的で、遅くまで計算センターにこもり、アウトプットにとらめっこをしている姿をよく見かけたものだ。人当たりが良く、私のような若僧相手の時でも懇切に対応してくれ、軽い冗談で話を結ぶことを忘れない。Geel 会議で構造材の評価にくぎりをつけ⁷⁾、今は超プルトニウムの共鳴領域の評価をやっている。カールスルーエでは、核データのような基礎的な仕事も高速炉の開発プロジェクト(Projekt Schneller Bruter)に組み込まれている。IAK のシンクロトロン(Cierjacks がリーダー)やバンデグラフ(同じく Kappeler)の測定部門さえ、プロジェクトからの資金なしではやって行けない由。一般経費は微々たるものらしく、いきおい核データの測定者も評価者も、高速炉開発への寄与ということを常に意識しており、今どんなデータが要求されているかという点には敏感である。合目的性は、ドイツ人のメンタリティーを特徴づけるものの一つでもある。もちろん、学問的な堀り下げということへの情熱も強く、時として相反するこの二つの方向をどうまとめあげて行くか、彼らも常に意識しながら仕事をしているらしいことは、Cierjacks や Kappeler といった人たちとのちょっとした応対の中からも十分に感じとることが出来る。「やみくもに physics, physics といったって始まるまい。実用的な仕事をしっかりやっていれば、physics は自然とその中から出てくるものさ」ということを、Frohner 氏も一度ならず口にした。一方、核データの微分測定までを含めた核データ整備という、かなり基礎的な活動の意義を認め、相応の金を出す高速炉プロジェクトの見識にも見るべきものがある。急がば廻れもまた、ドイツ人の精神構造の一部をなす。

いくらノンビリ出来上っているとは言え、私もせっかちな日本人の一員、ドイツ人の急がば廻れ精神には、時としてずいぶんヤキモキさせられたのも事実であるが。それでも Frohner 氏は評価に従事する人員の少なさを嘆き、日本のシグマ委員会の層の厚さを賞賛する。シグマの方は皆パートタイムであり、人数丈で比較されてもこまるのだと言っても、それは十分承知だといって聞かない。昨秋、Kusters 氏が来日し、同様の賛嘆を聞かされた。同氏によると、「カールスルーエではFR-2（重水炉）の閉鎖は時間の問題だし、高速炉分野でもフランスとの関係の強化でSNEAKかMASURCA（それぞれ独仏の高速臨界実験装置）の一方は閉鎖となろう。多分、ドイツのSNEAKだ。カールスルーエでまともに動いているのは、少々ヤクザなKNK-II（高速実験炉）丈ということにもなりかねない。それにひきかえ日本では、「常陽」、「ふげん」と次々に臨界になり、FCAもNSRRも順調ではないか」ということになる。

社会生活

私が籍を置いたINRは、ほぼ一年間、定年退職した所長のWirtz教授の後任をめぐってゆれ続けた。最終的な任命権は大臣にあるそうだが、人選は職員の選挙で決められる。大臣に拒否権があるかどうかは聞き逃した。INRの職員達は協議の結果、ベルリン大学の某教授に白刃の矢を立て、その教授も申し入れを受諾した。これですんなり事がはこんだと思いきや、今度は教授が受諾を撤回してきたのである。これがつまづきになって、以後二転三転。実験グループと理論グループのバランス上の駆け引きもあり、結局PSB（高速炉プロジェクト）のボス、ケスラー氏の横すべりということで一件落着を見るまで、ほぼ一年を要したことになる。その間、Wirtz教授の退官記念の式典が盛大に行われ、あいさつを述べた人たちの間には、Weizsackerの名も見られた。何故、ベルリンの教授は受諾を撤回してきたのか、ややゴシップめくが、私の同室者の一人Krieg夫人によるとこういうことになる。ベルリンの教授は始めからカールスルーエに来る気は無かった。しかし彼は申し入れを受諾した上で、これを武器にベルリンに於ける地位の向上を企てた。「私は引く手あまたの有為な人材である。給料を上げなければベルリンを去る。」という訳だ。そして彼はキャンペーンに成功し、受諾を撤回してきた、と言うのである。真偽の程は定かではない。しかし有りそうなことだ。ドイツの音楽家の伝記かなにかで同じような話を読んだことがある。ある作曲家がどこかの教会のオルガン奏者の求人を受諾し、引き留めたかったら給料を上げると、雇い主の市参事会が何かに圧力をかけ、まんまと成功した言々。だから私の感想は、「ああ、二百年前と同じように、あいかわらずやっておるな」であった。それにしても、自分の属する集団に深く一体化することが社会生活の前提であるような日本では考えにくい発想であり、社会生活とは、個人とそれ以外の全てとの二元論的対立関係であると考えているフシのあるヨーロッパ人の発想の一端が

うかがえて興味深い。

ドイツ人の職員達の年間収入は、大ざっぱに言って日本人の1.5倍強と言える。(但し、これは、生活水準が日本人のたった1.5倍にしかすぎないことを意味している訳ではない)。Diplomaを取って職につくと、本給が約2000DM強(1DMが100円強だから、ゼロを2つ付けたして考えていただくと良い)。これに約550DMの付加給がつく。その後、2年おきに昇給し、30代前半で子供が一人いると、人による差も出てこようが、まあ3000DM弱の本給に7~800DMの付加給となる。但しボーナスに相当するものは、年一回、それも約2ヶ月分程度と聞いたように記憶している。その中から、彼らはかなりの額の税金、30DMの教会税、数百DMのRente(年金、同室のKrieg夫人の場合330DMの由)等をさし引かれる。そして65才になると、めでたく年金で生活を送れるようになる。彼らには定年を心まちにしている気配こそあれ、日本の場合のように、それともなう何やらうら悲しいイメージはあまりない。極く最近、ドイツの労働事情を取材に行った日本人女性記者が、定年後、社会からとり残される寂しさとか、社会再復帰の意義といった議論をもち出したら、相手は何のことやら全く判らず、「南フランスの海岸で陽光をあびて日が一日暮せるようになることが、どうして寂しいのですか」と聞きかえされたという記事を読んだ。彼等の生活水準と人生観の違いが、この問答の中に尽されていて面白い。

欧米では、仕事は仕事と割り切り、生活を楽しむ言々といった話は、もうあきるほど聞かされている。ある時Kiefhaber氏に「日本の会社では、休日出勤など珍しくない」、といった話をしたら、彼は少しばかりムキになって、「我々だって休日に働くこともある。フランス人は決してしやしないが」、と答えた。労働を美德とするドイツ人の古い価値観もまだ片鱗を止めている訳だ。しかし、さわやかな日曜の午後、自転車にアウトブットリストを入れる布袋をぶらさげ、口笛でもふきながらといった風情で森を越え、花ざかりの野原を流れる小川を渡って研究所にやってくる、Stehle氏(3次元拡散コードをやっている)の姿を思いだしたら、日本の様子を説明するのがアホらしくなってきて、口をつぐんでしまった。日曜日の研究所は、安心して繁みから出てきた、リスやウサギの運動場と化する。

おわりに

カールスルーエには、私と時を同じくして、京都大学の小林啓裕先生が滞在しておられ、公私共にお世話になった。到着早々、ドイツ語で自動車購入の口ぞえをして下さり、仕事上では助言やコメントをくださったり等々、数えあげたらキリがない。またGierjacks, Frohner 両氏は、Geelでの構造材核データの専門会議に出席したいという私の希望を叶えて下さり、ドイツの専門家代表団の中にヒヨコが一匹まぎれこむこととなった。すでにふれたFrohlich, Kiefhaber

両氏，同室者のKrieg夫人，それにコンピュータのことなら何でも知っている若いMoritz君等，大勢の方々の御好意は，何ものにも代えがたいものであった。

- 1) E.Kiefhaber, "The KFKINR-set of group constants, " KFK 1572 (1972).
- 2) P.E. McGrath, E.A.Fischer, "KAPER, a computer program for analysis of experiments performed in heterogeneous critical facilities, " paper submitted at ANS Topical Meeting (1973) Ann Arbor.
- 3) T.Yoshida, "Analysis of sodium-void experiments in ZPPR-3 modified phase 3 core, " KFK 2668 (1978).
- 4) T.Yoshida, "Improved treatment of neutron streaming through control rod followers, " Nucl.Sci.Engn., to be published.
- 5) I.Broeders, B.Krieg, "MIGROS-3; a code for the generation of group constants for reactor calculations from neutron nuclear data in KEDAK format, " KFK 2388(1977).
- 6) B.Goel, "Importance and status of (n, α) -cross sections for a reliable prediction of radiation damage in stainless steel, "Proc. Specialist Meeting at Geel on Neutron Data of Structural Materials, (1977) p.292.
- 7) F.Frohner, "Evaluation of resonance data for Cr, Fe, Ni below 300keV, " ibid., p.138