

東 欧 諸 国 を 視 て

大 島 康 次 郎

去る6月26日～7月1日ハンガリ国ブダペストで開催された、第2回国際計測会議 (International Measurement Conference 略して IMEKO) に出席する機会をえてブダペストに8日間滞在し、帰途チェコスロバキヤ国プラハおよびルーマニア国ブカレストを各3日間訪問し、研究所・大学・工場の若干を視察することができた。IMEKO 会議については他に詳しく報告したので*、この記述は略し、上記視察結果を報告することにしよう。ブダペストの滞在が一番長かったのであるが会議出席にほとんど時間をとられ、会議付随の見学会が特に準備されなかったためもある、ブダペスト工科大学を訪問したにとどまった。プラハにおいては先般来日されたことのあるチェコ科学アカデミー事務総長 Prof. J. Kozesnik と IFAC メンバー Prof. Z. Trnka の世話もあって科学アカデミーのゲストとして好遇され、科学アカデミー情報オートメーション研究所・工作機金属加工研究所およびプラハ工科大学を訪問することができた。ブカレストにおいては筆者の属している IFAC 機器専門委員会のメンバーでブカレスト工科大学の副学長を勤めている Prof. C. Penescu の歓待を受け、ブカレスト工科大学および Automatica と Grigore Preoteasa の二工場を視察することができた。各地とも短期間の滞在で視察も表面的なものにとどまったため、その国の研究水準や工業水準をうんぬんするほどの資料がえられなかったもので、上記各所の視察結果を断片的に報告するにとどめたい。しかし東欧3国の代表的工科大学を訪問して、それらにおける工学教育とくに計測自動制御関係教育の概要を知ることができ、またプラハの工作機金属加工研究所において工作機数値制御の尖端的研究の一端を知ることができたのは収穫であった。東欧諸国についての紹介はほとんどなされていないので、これらについての報告がなんらかの参考ともなれば幸いである。なお本文の最後に東欧3国の風物点描を添えておく。

1. ブダペスト工科大学 (Technical University of Budapest)

機械工学、化学、電気工学の3学科をもつ工科大学で、学生数(通信教育を除く)3,500名、職員数1,500名の規模である。ブダペストにはこのほかに土木・建築工科

大学、重工業(鉱山・冶金)工科大学、重化学工学工科大学などがある由である。現在昼間コースと通信教育コースだけであるが、今学年度中に夜間コースを開始することであった。昼間コースは10学期の5年、他は12学期の6年である。

機械工学科には次の6セクションと14ブランチがあり、講座数は25である。

- A. 動力機械工学
 - a. 熱機関 b. 水動力学 c. 衛生工学
- B. 交通機関工学
 - a. 鉄道 b. 自動車 c. 船舶 d. 航空機
- C. 農業工学
- D. 工業化学工学
 - a. 化学工業 b. 食品工業, c. シリケート工業
- E. 繊維工学
- F. 機械製造工学
 - a. 機械製造法, b. 精密機械

電気工学科は次の三つのブランチに分かれている。

1. 強電工学 2. 弱電工学 3. 計測プロセス制御
- 1学年学生数は強電、弱電各120名、計測プロセス制御60名である。電気工学科の講座としては、原子物理学・真空管工学・理論電気学・物理学・機械学・外国語・特殊電気機械と自動制御・数学・マイクロ波工学・通信工学・計測器精密機械・有線通信・無線通信・電気機械と測定・材料工学・発電所と鉄道・工業機械学(Technical mechanics)がある。

電気工学科の計測プロセス制御のブランチにおける計測技術者の教育については、最初の4学期間を共通科目すなわち弁証法的唯物論・歴史的唯物論・政治経済学・社会学・工業経済・ロシア語・外国語・数学・化学・工学・製図・機構学・物理学・電気工学・電気物理学の教育にあて、第5学期以降次のような専門科目の教育を行っている。ただし科目名につづくカッコ内に担当講座名と学期(ローマ数字で示す)週時間数および実験(実で示す)、設計実習(設で示す)の別を示しておく。

- 1) 真空管と半導体(真空管工学, V; 4, 実2)
- 2) 回路網理論(有線通信, V; 3, 実2)
- 3) エレクトロニク回路(計測器精密機械, VI; 4, 実3, VII; 3, 実2)
- 4) インパルス技術(計測器精密機械, VIII; 2, 実3)

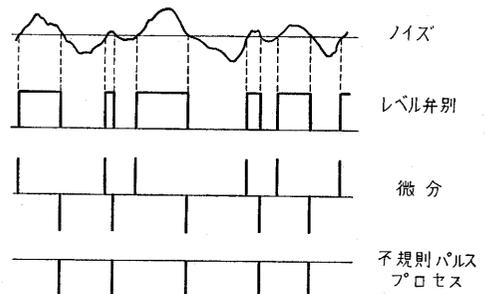
*「計測と制御」No.1に掲載予定

- 5) エレクトロニク計器 (計測器精密機械, IX; 2, 実 4)
- 6) 強電電気工学 (電気機械と測定, V; 3, 実 2, VI; 2, VII; 実 3)
- 7) 一般度量衡学 (計測器精密機械, V; 2)
- 8) 電気測定 (計測器精密機械, VI; 4, VII; 2, 実 3, VIII; 実 3)
- 9) 高電圧測定 (発電所と鉄道, IX; 実 1)
- 10) 電気機器計器の計算と設計 (計測器精密機械, VI; 3, VII; 4, VIII; 2, VII, VIII, IX; 設 2)
- 11) 精密機械 (計測器精密機械, V; 3, VI, VII, VIII; 2, V, VI, VII, VIII; 2, IX; 設 4)
- 12) アイソトープ技術 (原子物理学, V; 2, VI; 実 2)
- 13) 工業プロセスの測定と計装 (計測器精密機械, VI, VII, VIII, IX; 実 2, VIII, IX; 実 3, IX; 設 2)
- 14) 工業プロセスオートメーション入門 (特殊電気機械と自動制御, VI; 4)
- 15) オートメーション用機器 (特殊電気機械と自動制御, VII; 4, 実 3)
- 16) プロセス制御 (特殊電気機械と自動制御, VIII, IX; 4, VIII; 実 2, IX; 実 4)
- 17) プロセス制御と遠隔操作 (特殊電気機械と自動制御, IX; 2)
- 18) 光学機械 (光学, IX; 2)

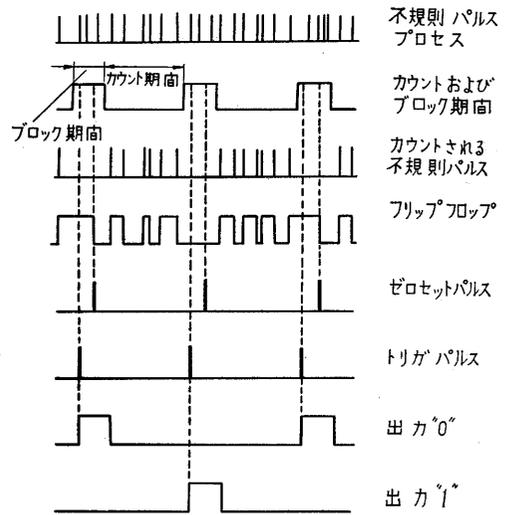
以上のほかに毎年夏休暇に学生は4週間の工場実習をもつ。また第10学期は卒業論文にあてられている。

2. チェッコ科学アカデミー情報オートメーション研究所 (Institute of Information and Automation)

プラハの古い修道院を改造した建物で120名のスタッフをもった情報オートメーション関係の理論に重点をおいた研究所で、オートメーション理論、情報理論および計算機の3部門をもっている。オートメーション理論部門では①制御対象動特性(ボイラー、タービン、熱交換器など)、②デジタル制御理論、③特殊計算機器(相関器など)、④特殊制御要素などの研究を行っており、情報理論部門では①ゲーム理論、②確率理論、③OR理論などの研究を行っている。計算機部門は計算機自体の研究ではなく、ソ連製デジタル電子計算機 URAL I を利用しての計算サービスを行なう計算センターである。なお今年中に積分器 200, 非線形素子 64 を含む大形アナログ電子計算機を設備するとのことであった。この研究所で不規則シーケンスのエレクトロニク発生器を見学したが、この装置は先年のブラッセル国際見本市でグランプリを獲得したご自慢のものであった。その原理を簡単に紹介しておこう。これはフォトマルチプライヤの暗電流を利用した不規則ノイズ源から以下に述べるような変換回路を利用してその発生の確率が $\frac{1}{2}$ の2群のパ



第1図 不規則パルスプロセスの発生

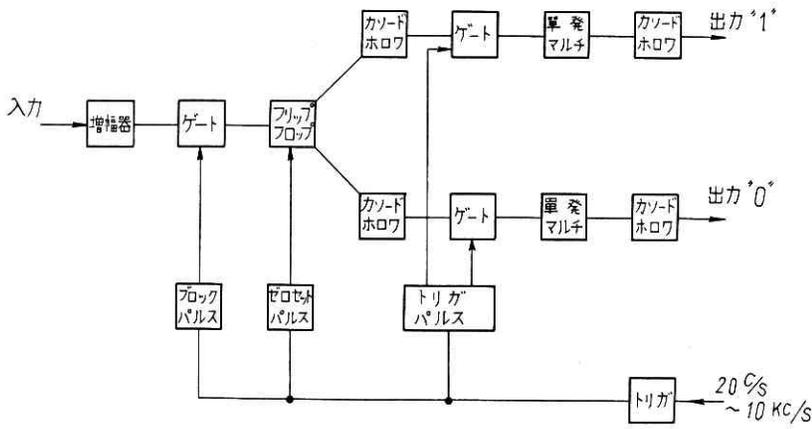


第2図 不規則2進パルスプロセスの発生

ルスシーケンスを発生させるものである。まず第1図に示すような順序で不規則ノイズから不規則パルス列を発生させる。次に第2図に示すような順序で出力“0”および“1”に確率 $\frac{1}{2}$ の不規則2進パルス列を発生させるのである。すなわち第1図最終段の不規則パルス列はその時間分布が不規則であるから、第2図に示すようにこの不規則パルス列をあらかじめ規定した一定時間間隔の間計数し、その数が偶数であるか奇数であるかによって(計数するパルス数が多ければその確率は $\frac{1}{2}$ とみなせる)、出力端“0”または“1”にパルスを発生させるようにしているのである。この計数はフリップフロップ回路で行なっており、ゼロセットパルスで初めの状態を描えておいて一定期間計数を行ない、その最終の状態で二つのゲートを開閉してトリガパルスの通過を規制するのである。第2図の動作を行なう回路の構成は第3図に示すようになっている。

3. チェッコ工作機金属加工研究所 (Research Institute of Machine-tools and Metal Cutting)

チェッコには機械省 (Ministry of Machinery) があって、その監督下に工作機工場連合があり、この連合に

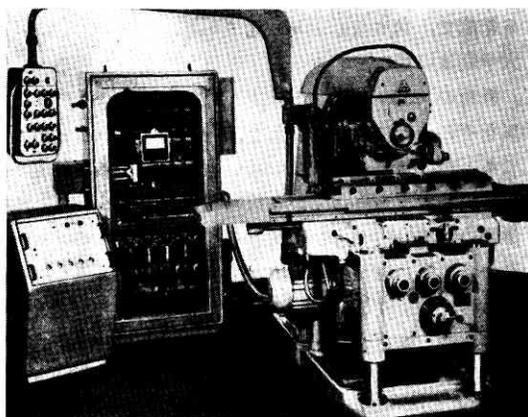


第 3 図 不規則パルスプロセスから不規則 2 進パルスプロセスを発生させる回路

各工作機製造企業が所属するようになってきているが、この研究所は連合に直屬して各企業に共通の研究課題を取り上げ研究を実施するようになってきている。研究所の職員は約 300 名で、うち半数がエンジニアスタッフとのことであつた。この研究所では数値制御工作機の開発実用化研究にかなりの重点をおいており、また筆者からの希望もあつて、この分野に限定して見学を行なつた。この研究所では横中ぐり盤、フライス盤、プラノミラー、タレット旋盤、堅旋盤を対象として数値制御自動位置決め、フライス盤、プラノミラーを対象として数値制御による連続輪廓制御の開発実用化研究を実施している。ここでは以下に述べるようないくつかの方式について並列に研究を進めている。

1) 計数形自動位置決め

フライス盤 FB 32 を対象としたもので、テーブルの単位移動量ごとに発生するパルスを計数して、これがあらかじめセットした指令と一致したとき一致信号を発生してテーブルの運動を強制的に停止させるようにしたものである。カウンタにはデカトロンを利用している。第 4 図にこの制御装置を付加した FB 32 フライス盤の写真を



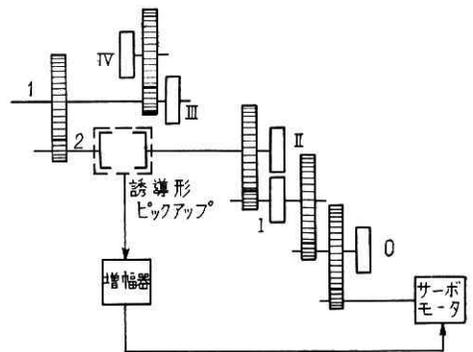
第 4 図 数値制御装置を付加した FB32 フライス盤

示す。

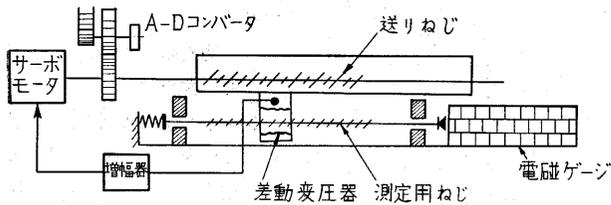
2) 絶対位置を規定する自動位置決め

横中ぐり盤 WH 100 を対象としたもので、運動部分の位置をコンミュータ形 10 進 A-D コンバータでデジタルサイズし、セットした指令と比較し段階的に減速して指令に定められた位置で停止させるようにしたものである。A-D コンバータは運動部分駆動の送りねじに連動しており、最小桁から最大桁までの

桁数に応じた数だけ設けられており、相互に 1: 10 の歯車比で歯車結合されている。送りねじのピッチは 10 mm で、最小桁は 0.01mm にとっており、機械の早送りは 3 m/min に選ばれているので、この早送りのとき最小桁の軸は 30,000 rpm の高速となつてコンバータはとうてい使用できない。そこで実際には第 5 図に示すようなサーボによる自動追従方式を利用している。すなわち駆動軸 1 はコンバータ III, IV 以下を駆動し、同時に誘導形ピックアップを駆動するようになってきている。誘導形ピックアップは無接触で、コンバータ II の軸と軸 2 との相対的位置偏差を検出するようになってきている。この偏差電圧を増幅してサーボモータに加え、これで O, I, II のコンバータを駆動するようになってきている。サーボモータの速度は飽和するようになってきているので、最小桁のコンバータはこの飽和速度に対応する速度以上で駆動されることはない。そして早送りのときは軸 2 に対するこのサーボ系の追従は行なわれぬ。コンバータ III, IV 以下の現在値が指令に定められた値に達すると（高い桁が合うことは指令に定められた位置に近づくことである）速度が減速されるようになってきているから、この低い速度ではじめてサーボ系の追従が行なわれ、低い桁のコンバータが



第 5 図 絶対位置をデジタル化する A-D コンバータを追従サーボ系で駆動する方法



第6図 デジタル、アナログ結合方式による自動位置決め

精密な現在位置をデジタル的に示すようになるのである。このような方式は自動位置決めでない単なるデジタル位置表示にも用いられている。

3) デジタル、アナログ結合方式による自動位置決め

タレット旋盤 RPK25 を対象としたもので、粗い位置決めはデジタル的に、精密な位置決めはアナログ的に行なうところに特徴をもっている。この原理を第6図によって説明する。1mm 以下の数値指令は電磁ゲージに導かれ、これの電磁石の動作状態によって、測定用ねじが軸方向に変位するようになっている。工作機テーブルに取り付けられた差動変圧器が測定用ねじのねじ山に対する相対的位置偏差を検出するようになっている。一方テーブル送りねじには A-D コンバータが連動されており、これの現在値と数値指令との比較によってサーボモータによるテーブル駆動の速度が段階的に減速され、この両者の合致によって制御は上記測定用ねじと差動変圧器によるアナログ検出に切り換えられ、その平衡点にサーボ系が静定するのである。

4) 連続輪廓制御

これにも次の三通りの方法が開発されている。その1は MIT 方式と同じで数値指令によるパルス分配の可逆カウンタを利用したデジタルサーボで指令パルスを追従させこれをアナログサーボでパワー増幅するものである。パルス分配回路に約 90 本、デジタルサーボに約 80 本の真空管を用いているとのことである。その2はデジタルサーボのかわりにステップモータを利用するもので、これによってパルスを軸位置に変換し、これを光学的ピックアップとサーボ弁および回転油圧モータ（アキシヤルピストン形）よりなるパワーサーボで追従させるようにしたものである。ステップモータはソ連製で自起動パルス数が 3,000 pps にも達する高性能のものである。サーボ弁、油圧モータともすべてこの研究所で作製したものを使用している。その3はいわゆる位相変調方式で、数値指令からパルス分配によって指令パルスを作り、これから変換回路によって位相変調信号を発生させ、シンクロによる現在位置に対応した位相変調信号と位相比較回路で比較し、その偏差でサーボモータを駆動するようにしたものである。

以上のように、この研究所では工作機数値制御のほとんどあらゆる方式を並列に研究しているのであって、究

極においては信頼性ありかつ安価な方式だけにしぼってゆこうとしているようである。特に信頼性を重視しており、たとえば A-D コンバータについては2億回転の使用に耐えることを目標に接点材料の研究を実施している。なおチェッコでは数値指令の媒体として35mm フィルムに5単位の穴あけ位置をもたせたものを使用し、これのリーダとしては同時に16チャンネルを読むようにした5×16=80本のピンをもったものを用いている。

4. ブカレスト工科大学 (Politechnical Institute of Bucharest)

ルーマニア最大の工科大学で現在学生数は約7,500名である。これを1965年までに14,000名に倍増する計画とのことであった。この大学には以下に列記する学科が設置されている。

- 1) 工業化学科 (有機化学・無機化学・燃料など)
- 2) 電気工学科 (電気機械・自動制御など)
- 3) エネルギー工学科 (電気・水力・熱エネルギー)
- 4) 機械工学科 (熱機関・航空・農業機械・化学機械など)
- 5) 工作工学科 (工作法・工作機械・精密機械など)
- 6) 冶金工学科 (鉄・非鉄冶金)
- 7) 電子・通信工学科 (ラジオ通信・工業物理・電信・電話・遠隔操作・鉄道信号・工業エレクトロニクスなど)
- 8) 交通工学科 (道路交通・鉄道など)

この大学の昼間コースは5年制で、14週と15週の年2学期となっており、1日の講義時間は6時間である。第10学期は卒業論文にあてられる。昼間コースの学生数は約5,000名である。夏期休暇には6週間の工場実習を義務づけている。また卒業論文の準備のためにも2～8週間の工場実習をさせるとのことであった。

夜間コースは年2学期6年制で、1日講義時間は4時間であり、学生数は約1,000名である。通信教育コースも6年制で、学生数約1,500名である。

大学院は工場における経験5年以上のものを対象として、教育の60%を工業の経済面においており、残りの40%をその分野における新たな開発に向けているとのことであった。経済面を重視しているのは、工場の管理スタッフの養成をねらっているためと思われる。

学生の80%は国および企業から奨学金を受けている。企業から奨学金を受けた学生はその企業で5年働く義務を負わされるようである。奨学金の額は熟練工のサラリーと同程度、エンジニアのサラリーの%程度とのことである。卒業生に対する求人申込みは約8倍、入学試験の競争率は3～5倍である。

教官は大部分が博士または Candidate で、年1回の

debating scientific session で研究結果を報告しなければならぬとのことであった。教授一人あたりの助手の数は 7~8 名で、教授のサラリーは月額約 3,500 Lei (1 Lei=¥30) である。ちなみにルーマニアの平均賃金は 800 Lei、大学出 5 年のエンジニアが 2,000 Lei 程度とのことである。

自動制御の教育については、次のような講義がもたれている。

- 1) 工業プロセス制御装置とエレクトロニク検出端
- 2) 機械装置の自動制御系と自動操作
- 3) 水力発電所と熱原動所の遠隔操作
- 4) 自動生産ライン・自動制御要素
- 5) 冶金プロセスのオートメーション
- 6) オートメーションの理論と実際・遠隔操作
- 7) 鉄道のオートメーション
- 8) 情報理論
- 9) 計算機
- 10) リレー回路理論
- 11) オートメーションの工業的応用

以上のように自動制御関係の講義はかなり充実しており、また実験設備も東独製の TELTOW pneumatic computer など目新しいものを備えていた。

なおブカレスト工科大学とは無関係であるが、ルーマニアの科学アカデミーと Association for Science とが共同して 1957 年以降国内数カ所にオートメーションの 4 年教育コースをもっており、オートメーション理論に 200 時間、オートメーション機器および応用に各 250 時間をあてている。また各企業に理論・機器・応用各 45 時間の 2 カ月短期教育コースが設けられているとのことである。このように東欧諸国において自動制御教育が特に重視されていることは注目に値する。

5. Automatica & Grigore Preoteasa

Automatica は自動制御装置の本格的生産を目的として 1960 年後半より発足した企業で、工場建屋はもと自動車修理工場を改造したものを使用している。現在はまだ準備段階で、アスカニヤ油圧制御装置、自動溶接機、X線装置などを少量生産している程度であった。しかしエンジニアスタッフ 230 名をようし、今後生産すべき制御装置品種選定に大童のようであった。エレクトロニクプロセス調節計に特に関心をよせており、この種外国製品についても調査を行なったそうであるが、Foxboro, Honeywell, およびわが国の北辰電機の製品が特に良かったといわれたのには驚かされた。共産圏の企業においてどのようにして製品品種が決定されるのかを質問してみたら、選定は企業スタッフが行ない、監督官庁 (Automatica の場合重工省) に設置される構成メンバーに学者も加わった委員会にはかって決定されるとのことである。

あった。生産は毎月、毎 4 半期、毎年の期間で締めくくられ、1 年の期間で計画が達成できないと給与にも影響するそうである。赤字の場合国からクレジットを受けるわけであるが、このクレジットには利子がつくそうで、共産経済にもやはり金利が存在することを知って興味深かった。

Automatica が準備段階で見べきものがなかったので稼働中の工場が見たいと案内の Penescu 教授に所望したところさっそく手続きをして Grigore Preoteasa の企業を見せてくれた。ここは各種電話交換機・ワットメータ・リレー・鉄道遠隔操作装置 (リレーによる)・整流器・制御用トランスデューサ類などを量産している工場で、従業員約 3,000 名の規模である。ここで現在作っている交換機は旧式のリレーを使った旧式のもので、使用している工作機類も東独、チェコ製が大部分で、ルーマニアの工業水準はまだまだの感があった。ここで目新しいものとしては研究所で開発中の油井ポンプの変位 (回転形変圧器による) とストレス (磁歪発信器による) をスキャンニングして監視するモニタぐらいのものであった。

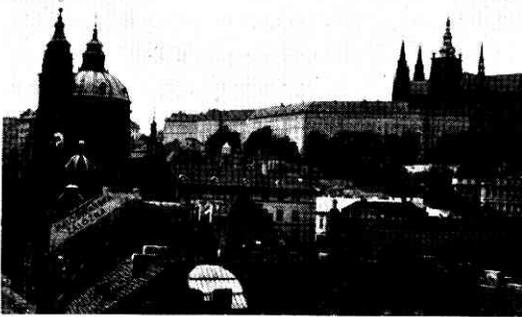
6. 東欧三国の風物点描

ブダペストはドナウ河をはさんで一方が Buda, 他方が Pest の両方からなつた古い都である (第 7 図)。ハンガリは古く蒙古その後トルコの侵略を受けてヨーロッパの中では東洋につながつた国といえるだろう。言葉もハンガリ語はヨーロッパの言葉とまったく異質のものである。以前から国民は非常に親日的だそうで、街を歩いてもたいへん親切に遇されたのは気持がよかつた。国民性は明かるく陽気で楽天的のよに感じられた。外人の滞



第 7 図 漁夫の砦からドナウ河を見る。
河向こうに国会の建物が見える

在するホテルでは食事もよく (チキンパプリカがスペシャリテ) レストランにはジプシーのバンドが入っていてチップをはずむとハンガリアンラブソングを聞かせてくれた。街の中も写真撮影はまったく自由で拘束はぜんぜんなかった。アメ



第 8 図 Prague Castle



第 9 図 Charles Bridge

リカからも非常に多くの観光客が来ているのには驚かされた。外人旅行者はすべて IBUSZ という国営旅行社によって取り扱われるようになっている。共産圏でも滞在は極めて快適であるが、実生活にふれるといろいろ不自由なことがあるようである。たとえば、ホテルから小包を発送しようとしてもだめで中央郵便局の許可がいるといわれる。この許可をうけるのに 2~3 日はかかるのとことでもざ断念せざるをえなかった。1956年の動乱の傷痕はあちこちの建物の弾痕としてまなまと残されていた。IMEKO 会議のレセプションでハンガリアンダンスを見せてもらったが赤いブーツのダンサーにホールの中へ引張り出されて踊らされたのには参ってしまった。あとで IFAC 会長のソ連の Letov 教授から “You are a brave man” とひやかされたのには冷汗三斗の思いであった。

プラハは東欧圏の中では最も西欧的な街で、夜も明るく広告のネオンサインが数多く輝いていた。Prague Castle (第 8 図) や Charles Bridge (第 9 図) など古い建造物が街に落ち着きを与えている。チェッコではなんといってもピルゼンのビールで、夜遅くまでピヤホールはジョッキを傾ける人達でいっぱいである。ピルゼンビールはアルコール分が強く普通 18 度、最も強いもので 24 度というから、調子によって飲んでるとすぐ酔っぱら

ってしまう。用心して飲むべきだろう。

ルーマニアには日本人の訪問が極めて少なく(ルーマニアとは正式の外交関係がない)、本当かどうか知らないが、筆者が日本からの工学関係学者の第 1 号というので大歓迎を受けた。新聞記者のインタビューまでやらされて閉口した。ルーマニアは黒海沿岸から石油がでるので石油精製工業が盛んで、国の経済も豊かのように感じられた。そのせいもあってか現在ブカレストの街では古い建物を取りこわして新しい街作りが大規模に進行している。4~5 階建てのしょうしゃな勤労者用アパート群がぞくぞくと建設されている。これらアパートの住居費が所得の数パーセントというから驚かされる。ブカレスト第一の建物はモスクワ大学風であるが、この建物が印刷工場で、ルーマニア全体の印刷を一手に引き受けているというから、さすがにお国柄である。ブカレストには農村博物館があってルーマニア各地方の農家の建物を調度とも移してきて展示しているが興味深かった。農村の生活は素朴で貧しいようであった。ルーマニアにはけわしい山もあり、また海もあって風景に恵まれている。ブカレストから 100 km 以上離れた Sinaia の離宮(革命前ルーマニアは王制)に Penescu 教授の案内でドライブしたが、その風景は実にすばらしかった。この離宮やブカレストの城は大学教授や芸術家の憩いの場として利用されている。共産圏においては大学教授も特権階級に属していることを知らされた。Penescu 教授は筆者の滞在がもう一日長ければ黒海沿岸の保養地へ自分の車(チェッコ製スコダ小型車)で連れてゆくのだがと残念がっていた。この保養地は最近建設されたのだそうでルーマニアご自慢のものようである。スケジュールの都合もあってとうとう保養地行きは断念したが惜しいことをしたと思っている。ブカレストで東欧三国の旅を終えルーマニア航空のソ連製イリュージン 14 の双発プロペラ機で一路ウィーンへと飛んだ。(1961 年 11 月 13 日受理)

正 誤 表 (12月号)

頁段	行	種別	正	誤
30	右 2	本文	- v^2	v^2
"	" 5	"	v	V
33	左 下より 2	"	No. 13	No. 11
35	右 下より 1	"	…あるかがわかるで…	…あるがわかるか…