

日中科学技術

No. 74

1995. 6. 20

発行所

日中科学技術交流協会

〒152 東京都目黒区八雲2-8-11
第1益戸ビル3F 電話03(5701)4913

〔本会派遣訪中科学者報告〕

中国の材料関連研究所・ 大学を訪問して

日中科学技術交流協会副会長 菅野昌義

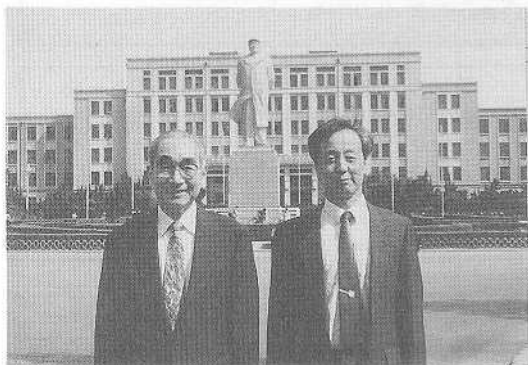
— その 1 —

今回の訪中は、もともと私が学長をしていた長岡技術科学大学と、大連理工大学が学術交流協定を結んでいて、色々と共同研究などを行なっており、親しい教授が多かったので、5月には大連ではアカシアの花が咲いて美しいから、是非その頃大連を訪問して下さいとお誘いを受け、大連を訪問することになったのです。しかし折角中国を訪問するのなら、いつも日中科学技術交流協会がお世話になっている中国科学院の本部（北京）を訪問して、御挨拶をしたいと思って橋口会長に御相談したところ、本会派遣、中国科学院招待の訪中計画で訪中するという御指示であったので、急遽履歴書やら、研究業績やら、希望訪問先の研究所、そして講演をしたい複数の題目などを用意して、橋口会長の御手紙と共に送っていただいたところ、予定出発日まで1ヶ月もない時に、中国から招聘状が届いたので、講演の準備など大変でした。しかしお蔭様で近代中国の素晴らしい発展の状況を、つぶさに目にすることができて感激を新たにしました。次に皆様の御参考のために中国訪問の日程を記します。

中国訪問日程表

5月11日(木)	成田発空路 大連着	大連泊
12日(金)	大連理工大学見学、講演	〃
13日(土)	午前 工業開発地区見学	〃
	午後 観光	
14日(日)	午前 観光	
	午後 列車で瀋陽へ	瀋陽泊
15日(月)	金属研究所見学、講演	〃
16日(火)	遼寧博物館、故宮など見学	〃
17日(水)	瀋陽発空路北京へ	
	北京大学訪問	北京泊
18日(木)	原子能科学研究院見学、講演	〃
19日(金)	中国科学院、同物理研究所 見学と講演	〃
20日(土)	北京観光	〃
21日(日)	北京発空路上海へ向う	上海泊
22日(月)	中国科学院上海分院訪問 上海冶金研究所見学、講演	〃
23日(火)	上海珪酸塩研究所見学	〃
24日(水)	上海観光	〃
25日(木)	上海発空路、成田着	

空港には旧知の大連理工大学機械系傅東明教授と、外事処副処長揚靖華氏が迎えて下さいました。大連は成田、関西、仙台などを含めると毎日航空便のある便利なところで、成田からは所要時間は行きが約4時間、帰りが3時間です。



大連理工大学前
筆者と機械系傅東明教授
大連理工大学

この大学は1949年大連大学工学院という名で始められ、1950年7月に大連工学院となり、1960年代には教育部の傘下で重点工科大学としてとり上げられ、1970年代には教育と研究を2つの柱として大きな発展をとげました。1986年には大学院が設置され、1988年から大連理工大学と改称され、学科やコースの数も増やされ、工学に重点をおくと同時に、理学や、管理工学社会科学、応用人文科学を含む総合大学となりました。

団結、進取、求实、創新の4つがこの大学のモットーだそうです。ここには4つの専門学院と、21の系(学科)と、2つの国家教育訓練センターがあります。

教職員数：4,300名、うち教授300名、博士課程指導教官60名、副教授900名、中級職員1,400名

学生総数：約12,000名、博士コース230名

修士コース1,160名、本科生7,200名

専科生600名、成人教育生2,500名

研究所：数学研究所、応用物理研究所、精密機械研究所、工業自動化研究所、形状記憶合金研究所など39研究所があります。

学院：化工学院、石油化工学院(中国石化総会社と合弁)、管理学院、成人教育学院

- | | |
|----------|----------|
| 学系：応用数学系 | 物理系 |
| 工業力学系 | 機械工学系 |
| 材料工学系 | 船舶工学系 |
| 動力工学系 | 電子工学系 |
| 電磁工学系 | 計算機科学工学系 |
| 土木工学系 | 建築工学系 |
| 化学工学系 | 化学系 |
| 化学機械系 | 化工工藝系 |
| 精密化工系 | 高分子材料系 |
| 管理工学系 | 社会科学系 |
| 外国語系 | 体育教育部 |

1980年に中国政府とアメリカ政府との協力で、「中国工業科技管理大連教育訓練センター」というのが作られました。これは社会人の教育のためのもので、アメリカのビジネススクールのようなものです。また1989年には国家教育委員会と機械電子工業部との協力で、「中国微電子技術応用開発教育訓練センター」というのが作られました。その他、ニューヨーク州立バッファロー大学との共同で、商工管理研究院が1984年に作られ、同じく1984年にアメリカ、ニュージャージー州立大学との共同で、同様のものが作られています。

また英国文化センターとの共同で、中国北部の理工系の大学や専門学校で英語を教育する高度の先生を教育するための養成講座も作られています。

現在、大連理工大学は、博士課程21コース、修士課程66コース、学士課程40コースの他、博士課程修了者のための5つの流動研究院をもっています。それらは力学、数学、土木水理、化学工学・工業化学、材料科学・工学です。

国家重点学科としては、計算力学、機械製造、海岸工学、精密化工が指定されています。

国家重点実験室としては、海岸及び近海工学実験室、「三束」材料改質連合実験室の2つ、国家重点学科実験室としては、染料、表面活性剤精細化工合成実験室、工業装備構造分析実験室、部門解放実験室としては、石炭資源総合利用開放実験



大連理工大学で、左から機械系主任孫宝元教授、材料系主任楊長賀教授、林安西学長、筆者、筆者夫人、傅教授、姚世官副総経理

室、特殊加工、精密金型模型製造開放実験室の2つがあります。

これらの中で、「海岸及び近海工業実験室」を見せてもらいましたが、25m四方位の大型水槽で、全面にわたる走行クレーンを備えており、一方の端に各種の形の造波装置がついていて、各種の波形や周期の波を作れるようになっていて、各種の港湾施設の模型をおいて実験ができるようになっていました。もう一つの国家重点実験室の“三束”材料改質連合実験室も見学しました。これは上海にある中国復旦大学との共同経営とのことでした。1988年から建設が始められ、電子ビーム材料改質実験室、レーザー（中国語で激光という）表面改質実験室、低温イオン照射実験室、構造分析物性測定室から成っていて、研究員は全部で22人とのことです。三束というのは、電子ビーム、レーザービーム、イオンビームのことで、金属やセラミックスの表面を硬化させたり、耐摩耗性を向上させたりする外、各種薄膜を作る研究も行われていました。

構造分析測定室には、各種AES、SAM、XPSなど表面分析の設備が相当よく整っていました。大部分のものは日本を含め外国製品でしたが、真空装置や基本的な測定器は中国製でした。レーザー照射装置は炭酸ガスレーザーで、出力は5kwでした。

時間がなかったので国家重点学科実験室は見る事ができなかったのですが、近くにあった船舶工学科の大型船模型実験水槽を見せてもらいま

した。水槽は長さ160m、幅7m、水深3.8mで、水を高速で流す代わりに各種の設備を整えた模型の方を、走行式の箱型クレーンに乗せて水槽中を走らせる方式で、クレーンの容量は16t、各種の測定装置や、船の模型、コンピューターなどを設備して、水槽中を走らせることができます。可能な速度範囲は0.05～8m/secでした。

さて大連理工大の1993年の総経費は6000余万元、発表論文数は1500篇とのことでした。1元約10円でしたから、総経費は約6億円ということになりますが、外国から設備を購入する場合は別として、物価が日本の数分の1（平均給料は約20分の1）であることを考慮すると、これは日本の20～30億円に相当するのではないのでしょうか。

大連理工大学では、古くからの友人である機械系の傅東明教授を始め、前学長の金同稷先生、現学長（前副学長）の林安西先生、外事处处长の袁朝氏、副处長の楊靖華氏、科学研究所副所長姚世官氏、機械系主任孫宝元教授、材料工学系主任楊長賀教授など実に多くの方にお目にかかり、お世話になりました。

その後、大連市の東北地区（空港に行く方向でさらに東の方向）、大連から約15～20kmのところ、経済開発地区という工業団地が開発中で、外国資本をどんどん導入しており、外資系の会社、約1,200社が進出を予定している所を見学しました。現在完成している約270社のうち、8割方は日本の資本で、1,200社が完成した時でも、276社約23%が日本資本で、外国資本の中でもっとも多い香港系につづいて、第2位で、アメリカ資本を凌駕しています。日本からの会社は、水産加工とか食料、医薬品などが多いのですが、マブチモータース、自動車アンテナの原田工業、日清製油、富士電機、東芝、セイコー電子、キャノン（コピー機）、グンゼ、オムロン、TDK、三洋電機など次々と工場ができつつあるようでした。

私も金型とかダイカスト製品を作るリョービという日本の会社の工場を見学しました。今工員約400人の工場を建設中で、今は日本から準備要員

として20人位きているそうですが、段々に日本人を減らして、最後には社長1人にする予定だそうです。中国の工員は質もよく、すぐ仕事を覚え、仕事熱心なので助かるということです。しかし生活態度や考え方が根本的に日本と異なるので、あちらの考え方を十分理解しないと、うまくやっつけられないと総経理(社長)の高山直樹氏は言っていました。

大連の駅は以前日本が作ったもので、上野駅によく似ているといわれています。ここから特急列車で瀋陽(戦前の奉天)に向いました。約5時間で瀋陽に着きました。この間、車窓から見えるのは広々とした田園風景で、この辺は中国でも有数の米の産地であるということでした。瀋陽駅には中国科学院金属研究所外事処の趙女士が迎えに来て下さり、同研究所の外来研究員宿舎に案内してくれました。その翌日の15日(月)朝から金属研究所を訪問しました。

中国科学院金属研究所

この研究所は中国東北部、遼寧省省都瀋陽市にある中国科学院直轄の金属研究所で、日本の科学技術庁金属材料研究所のような役割を果たしています。ただし日本に比べ、より基礎的な部分も含まれています。1951年に建設が開始され、1953年に正式に開設されました。初期の頃は主として鉄鋼の町鞍山が近くにあるので鉄鋼業開発のための研究が行われましたが、その後60年代になって、中国初めての原子爆弾や、最初の超音速飛行機材料、原子力潜水艦材料、地球帰還型人工衛星材料などが研究されました。現在では中国最大の金属及び金属物理の研究所で、国際的にも知られています。

従業員：1,150人、うち研究者838人、高級技術者56人(教授クラス)、副研究員及び高級エンジニア212人、大学院生169人

所長は日本でも旧知の李依依女士です。

主な研究項目は次の通りです。

1. 材料の微視的構造、欠陥と表面及界面の構造
FIM-AP、高分解能電子顕微鏡などによる構造解析、



金属研究所の前で左から4人目李所長、5人目筆者

内部摩擦による相変化の研究、熱物性、疲労、破面観察、磁性(とくにNd系化合物)、水素脆性、磨耗の研究などが行われています。

2. 材料の微視的構造と各種性能との関係(力学的性質、物性、磨耗と腐食を含む)

単結晶超合金、 γ/γ' 合金、耐食Ti合金、低温用材料、形状記憶合金、非磁性鋼、超強力鋼、急凝固(アモルファス)材料、超電導材料、複合材料(とくにc/cコンポジット)、CVD、PVDなどによる表面改質、その他特殊性能材料などの開発研究。

3. 合金の状態図、合金の熱力学と相変化

4. 液体金属の性質と凝固の原理(非晶質体と微細結晶の研究を含む)

5. 材料製作に関係する各種工程と応用及び基礎的研究

その他、開発研究として金属新材料の合金鋼、不銹鋼、低温鋼、耐熱鋼、高温合金、易溶金属、耐食材料、耐摩材料などの研究、そして機能材料、高温用セラミックス材料、熱分解黒鉛、窒化硼素、窒化チタンなどの研究も行われています。また大型の試験工場もあって、一部のものは製品を作って販売しているようです。国立研究所といっても、研究費の4分の1くらいが国からのもので、他の4分の1が省などの地方自治体から、そして残りの半分は各種企業との共同研究や、委託研究などで入る費用とのことでした。

その他国家重点実験室として固体原子像開放実

験室、金属材料国家商検(市場での検査)実験室と材料疲労破壊実験室があり、その他国際材料物理中心(センターのこと)、遼寧省材料水素重点実験室などが設置されています。金属研究所では、セラミックス・金属の接合と、金属中水素透過の2つの講演を行ないました。

翌16日(火)には遼寧省博物館、故宮、北陵公園などを案内してもらいました。遼寧省博物館は1949年に開館されたという由緒ある博物館で、古代の陵墓や遺跡から発掘された貴重な文物が展示されています。

瀋陽は2000年の歴史をもち、BC200年の西漢の時代から都となり、清代に入ると初代太祖ヌルハチと2代目太宗が1625年から着工、1636年に皇城故宮を完成させました。1644年には北京に都が移されましたが、しばらく奉天行宮として使われました。規模は北京の故宮には遠く及びませんが、70棟もの建物が、東、中、西の3つに分れていて威厳と風格に満ちていました。

北陵公園にも行きましたが、ここは清の第2代皇帝太宗とその后を祀ったところで、沢山の樹木や池や亭がいりまじった立派な公園でした。城壁に囲まれた昭陵の中央の隆恩殿の後方に小高い宝頂と呼ばれる丘があり、その地下に皇帝夫妻が葬られているそうです。

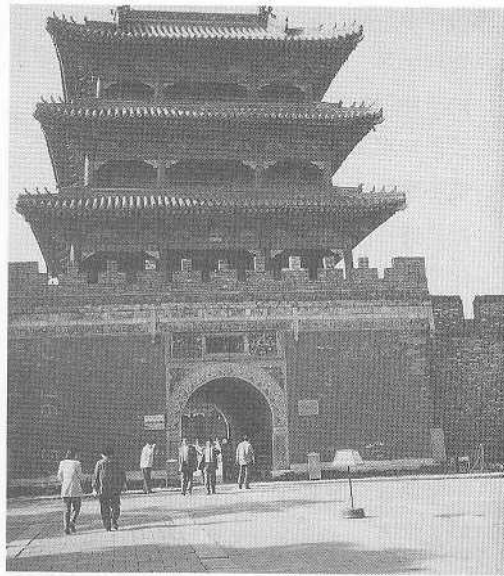
翌17日(水)中国国内航空で瀋陽の空港から、何度かきたことのある北京空港に着きました。この空港から街の中心まで、以前には緑に囲まれた街道を車で40分位もかかりましたが、今は素晴らしい高速道路ができていて、20分位で街の中心に着きました。そして息子さんが東大大学院に留学していて、昨年度伏見賞を受賞した陳君の父上の陳佳洱氏が副学長をしておられる北京大学を訪問しました。時間が遅かったので、主として校庭を案内していただきました。

北京大学

1898年：開設 京師大学堂が前身

1912年：北京大学と改称

1917年：著名な科学者、教育家、民主主義革命家、



瀋陽の故宮

蔡元培先生が校長に就任し面目一新

1919年：“五四”反帝、反封建運動の発祥の地になりました。この頃14系、学生2,000人。

1946年：西南大学連合を組織して北京に迂回入城、その頃文理法医工農の6学院と1文科研究所で学生総数約3,000人。

1962年：本科生10,671人、研究生280人に達し、中国科学研究教育の中心となり新中国成立以来7万3000人の国家に必要な人員を養成し、1万人の専門研究生、2万人の成人教育生を養成して国家に貢献しました。

現在：6箇の学院と、29の系、85の専門学科、3箇の第二学士学科、146の修士課程、97の博士課程、45の研究所、52の研究センター、2つの国家級工程研究センター、42の国家重点学科、国家重点実験室は既設5、建設中6、国家重点学科実験室4も建設中です。在校生21,402人、うち本科生8,686人、第二学士生80人、修士生2,780人、博士生815人、聴清生、夜間大学生合わせて7,425人、留学生62ヶ国747人、専任教師2,100人、うち博士所有者380人、正副教授1,600人

本科生の系は次の通りです。

数学系	考古学系
概率統計系	哲学系

力学系
 物理学系
 地球物理学系
 技術物理学系
 電子学系
 計算機科学技術系
 化学と分子工程学院
 生命科学学院
 地質学系
 都市と環境学系
 心理学系
 中国語文学系
 歴史学系

国際政治系
 政治学と行政管理系
 経済学院
 財政経済管理学院
 法律学系
 情報管理系
 社会学系
 芸術教育研究室
 マルクス主義学院
 東方学系
 西方語文学系
 ロシア語文学系
 英語語文学系

団体物理研究所
 重イオン物理研究所
 物理化学研究所
 微電子学研究所
 化学応用開発研究所
 稀土類化学研究中心
 計算機ソフト研究所
 大気科学研究所
 都市開発環境研究所
 心理学研究所
 岩石圏地質科学研究所
 数理統計研究所

分子生物学研究所
 細胞及分子薬学研究所
 環境工程研究所
 地理情報系統研究中心
 光学研究中心
 大熊貓保護研究中心
 電子出版新技術研究中心
 ソフト工程研究中心
 現代通信研究所
 溶着技術研究所
 薬物化学研究所

マルクス、レーニン、毛沢東思想研究所

以下多数ある人文社会系研究施設省略

国家重点實驗室

視覚嗅覚情報処理国家重点實驗室
 蛋白質工程及植物起因工程国家重点實驗室
 分子動体及安定体構造国家重点實驗室
 膜及膜的工程国家重点實驗室
 人工微細結晶と顕微鏡物理国家重点實驗室
 暴風観測と予報国家重点實驗室
 稀土類材料化学及応用国家重点實驗室
 乱流研究国家重点實驗室
 区域・光通信網と相互光通信国家重点研究室
 文字情報処理国家重点實驗室
 環境模擬と汚染制御国家重点實驗室
 生物有機分子工程国家重点学科實驗室
 第四紀年代測定国家重点学科實驗室
 電子工学と電子顕微鏡国家重点学科實驗室
 数学及応用国家重点学科實驗室



北京大學校庭で
 左から筆者、陳副学長、中国科学院杜立人氏
 研究所、研究中心（センター）

計算機科学技術研究所
 計算語言研究所
 遠隔探査地理情報研究所
 総合技術研究所
 情報科学中心
 環境科学中心
 北京現代物理中心
 数学研究所
 理論物理研究所

石油天然ガス研究中心
 天然産物化学研究所
 凝集体輻射物理中心
 高校化学教育研究中心
 非線形科学中心
 地球動力学研究中心
 中韓大気科学研究中心
 薬学教育研究中心
 生命科学中心

国家重点實驗室というのは、10～20人くらいの研究員がいて、日本で言えば1～2億円以上の設備を整えた学部附属研究施設のようなもので、国家重点学科實驗室というのは数人の研究員がいて、5,000万～1億円程度の設備を整えた、やや前者より規模の小さい学科附属研究施設のようなものです。

北京大學は中国でもっとも古い大学で、中国文化の中心ですが、それだけに法学とか経済が中心

で、基礎の理学部は相当盛んですが、工学は直ぐ後方(西北)にある精華大学の方が盛んなようです。医学部も北京大学の重要な一部でしたが、今は専門の医科大学として独立しているとのことでした。校庭は正に古い庭園で古い昔の面影を残しており、水道タンクのための塔が14重の塔の外装をしていたり、東大の赤門のように何百年も昔にできた色鮮やかな門があったり歴史を思わせるものがありました。

翌18日(木)は実は18年前に訪問したことのある、昔の核工業部、今の中国核工業総公司傘下の中国原子能科学研究院を訪問しました。ここは北京の南西数10kmのところであり、途中には1937年日中戦争の発端となった蘆溝橋事件の起った蘆溝橋があって、そのすぐ側を通り過ぎるのです。



中国原子能科学研究院入口
中国原子能科学研究院

1950年開設の中国科学院近代物理研究所が前身で、1958年、重水型原子炉とサイクロトロン加速器ができたのを機に、原子能研究所となりました。1984年に中国原子能科学研究院と改称され、現在は中国核工業総公司(一種の会社のようなもの)の傘下にあります。

全従業員:4,500人、うち高級技術者720人、中級技術者1,000人、技術員1,200人

内部の組織は次の通りです。

核物理研究所	保健物理部
原子炉工程研究所	放射性計量測定部
放射化学研究所	実験工場
核技術応用研究所	電子機器工場
同位元素研究所	科学技術情報センター
計算機技術応用部	教育訓練センター

以上に分れた50の研究室と、21の管理事務所があります。

この研究所には3つの原子炉と重水炉附属ワールドニュートロンソース、4つのゼロパワー出力装置と、10ヶの加速器があります。それらは13MWのタンデム加速器、26MeVの可変エネルギーサイクロトロン、14MeV強ビーム電子ライナック、2.5MVバン・デ・グラフ加速器、600KVコッククロフト・ウォルトン型加速器(この最後の2つはイオンと、電子ビームの両方加速できる)、3つのREB発生器、4MeVのラジオグラフィ用電子ライナック、2MeVのシングルキャビティ電子ライナック、2つの電磁同位体分別器、数個の大型及び中型コンピューター(CYBER 170/825、VAX 11/780、VAX 11/730、PDP 11/70、11/44、PDP 11/34 A等)、燃料研究にはホットラボもあります。

研究としては、基礎研究が主で(その中には物理も化学も含まれます)すが、原子炉の設計、原子炉の安全、High Flux 炉の設計、高速炉の設計の研究もなされています。ここは恰度日本の東海の原子力研究所に相当するもので、新しい炉の開発や核融合炉、核燃料サイクルなどの研究は、別に四川省成都からさらに奥に入った楽山の近くにある西南原子力研究院(この中に少くとも4つの研究所がある)で行われています。ここではその他、アイソトープの生産、シリコン単結晶の生産なども行われています。

この中で原子炉工程研究所が一番大きく、700人位の職員がいて、次の4つの研究が行われています。

1. PWRについて

①安全解析(大きな計算機コードを用いる)

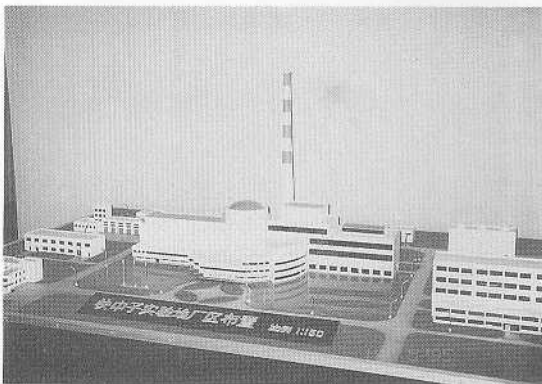
- ②実験原子炉物理 (LOCA実験も行われています)
- ③材料の照射による脆化試験
- ④水雰囲気での腐食試験

2. 高速実験炉の設計

現在20MW(電気出力)の実験炉の設計中です。

ゼロパワー施設は現在稼働中、Naループも運転中です。炉の諸元は次の通りです。

熱出力	65.5	MW
電気出力	20	MW
入口温度	385	°C
出口温度	525	°C
中性子束	2.97×10^{15}	n/cm ² ·s
原子炉体積率	392	W/cm ³
燃料装荷	219	kg
燃焼率最大	50,000	MWD/t
燃料	(Pu,U) O ₂	82本
蒸気温度	490	°C



建設予定高速実験炉模型

3. 3つの原子炉による研究

①重水炉は1958年ソ連から購入したのですが、1980年中国で燃料を更新して12MWに出力を上昇、3つの実験孔を持ち、最高中性子束 2.4×10^{14} nで、中性子実験のほかアイソトープを生産し、中国の需要の60%を供給しています。中性子回折のためのシリコン単結晶を作る研究も行ないました。熱中性子散乱、固体物理、燃料の開発などの研究に用いられています。

②3.5MWスイミングプール型原子炉
1964年に完成した最初の中国製原子炉。材料照射

とくに圧力容器用スチールの照射試験に用いられています。

③ミニ原子炉

出力30kwですが、強力中性子源として用いられています。90%濃縮U-A₂合金燃料が用いられています。主に中性子回折の研究に使われていますが、これでイリジウムやナトリウムの同位元素が初めて作られました。

原子能科学研究院の比較的近くに、潜真洞(石花洞)という素晴らしい鍾乳洞があり、中国の人から、そちらの方面に行くのなら是非石花洞に行くようにとすすめられました。私は見学と講演で行く時間がなかったのですが、家内は案内して貰って行くことができました。総延長約2,500m、5層の洞窟で、内部の色々な石の美しさは素晴らしく、日本の秋芳洞の比ではないということです。

原子能科学研究院の近くに、有名な“北京原人”が発掘された周口店というところがあり、50万年前の人類のふるさとで、その原人(中国では猿人と呼ぶ)の使用した石器、火を用いた跡、動物の骨などの貴重な資料を集めた「中国猿人展覧館」というのがありますが、やはり時間の関係で行くことはできませんでした。

翌日5月19日(金)午前中、日中科学技術交流協会の中国側提携先であり、今回の私の訪中についても、その大部分のスケジュールを作り、招聘状を下された中国科学院を訪問することができました。ここで中国科学院国際合作局の局長である程爾晋氏、特に日本人がお世話になる高級日本項目官員姚佩君女史、われわれの案内役をしてくれた同じく国際合作局の杜立人氏などとお会いし、昼食には午後訪問する予定の中国科学院物理研究所の麥振洪副所長も加わって招待宴を開いて下さいました。

現在中国科学院の傘下には123の研究所とその他の機関があるようで、その説明を受けましたが、これについては別の項に記することになります。

中国科学院物理研究所以下の見学については次号以降に記します。(つづく)