

談話室

FOM 研究所 (AMLOF) にて

財 満 鎮 明

名古屋大学工学部結晶材料工学
〒464 名古屋市千種区不老町

(1991年8月20日受理)

In FOM Institute for Atomic and Molecular Physics

Shigeaki ZAIMA

Department of Crystalline Materials Science,
School of Engineering, Nagoya University,
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-01

(Received August 20, 1991)

春になるとオランダでは、チューリップがいっせいに咲き始めます。リッセを中心としたライデン近くの海岸地帯に広大なチューリップ畑があり、色鮮やかなチューリップが咲いている様子は、赤や黄色の絵の具であたり一面をぬりつぶしたように感じます。

列車に乗り、1つ、2つと風車をみながらアムステルダム市内に入ると黄色いトラム（市街電車）の姿が目につきます。また、そこかしこに人口の数よりも多いといわれている自転車車が置いてあるのに気づきます。道の両側には、手当たり次第に落書きされた古いレンガ造りの家々が、隙間なくぎっしりと並んでいます。オランダでは家の幅が税金の基準だったために、間口が狭く、背の高い数軒がくっついたような家並がつくられるようになったと聞きました。

旧市街地を抜け、有名なマヘレのはね橋の横を歩いて南東へ行くと、私が現在いる FOM 研究所があります。研究所の前には4mほどの小さな運河があり、いつもだれかが釣りを楽しんでいます。道の反対側には羊や馬、牛などが放牧されていて、アムステルダム市内にいることを忘れてしまいそうなどかな風景が広がっています。

私は、文部省の在外研究員として、10ヵ月の間 FOM 研究所で仕事をする機会にめぐまれました。この研究所の正式名称は、FOM (Fundamental Research of Matter) Institute for Atomic and Molecular Physics で、通称 AMOLF と呼ばれています。1960年に設立され、それ以来イオン、電子、光子および中性粒子（原子、分子）などのビームの散乱に関係した研究がここで行われ

てきました。現在でも、これらのビームの散乱を手段あるいは目的とした研究が中心となっていますが、多体系の分子動力学、多結晶 Si 太陽電池などの研究も行われています。しかし、研究所の規模はさほど大きくなく、全体でも180名程度です。内訳は、研究者が20名ぐらいで、数十名の博士課程（4年間）の学生、約90名の技術職員と事務職員、それに私のような外国からの研究者が常に10名程度います。日本からの研究者も比較的多いようですが、現在は私のほかに NEC から小沼和夫氏が同じグループに来ています。研究所の規模が小さいだけに、研究者相互間の交流が活発で、暖い雰囲気の中で研究および日常生活を楽しんでいます。また、博士課程の学生も含めた研究者数に対して、研究をサポートする技術系職員数の多いことも特徴のようです。特に、実験装置の設計や製作のための CAD・CAM および機械類も充実しており、たいへん参考になりました。

この研究所の現在の主な研究テーマは、

- 固体表面と重粒子との相互作用
- 表面・界面の結晶学的構造
- 新素材・新物質
- 巨大分子の物理
- 原子・分子・固体表面と光との相互作用
- 多体系の分子動力学

などです。私は上記の2番目のグループに属しており、Prof. J. F. van der Veen, Dr. E. Vlieg, Dr. J. Frenkenらと一緒に仕事をしています。このグループは、主に固体表面・界面に関する研究をしているわけですが、さらに半導体と金属を対象とするサブグループに分かれており、前者を Vlieg が、後者を Frenken がまとめている形になっています。もちろん、彼らはそれぞれ表面X線散乱、中速エネルギーイオン散乱の専門家で、この両方の手法を互いに使いながら研究を進めています。メンバーは、グループ全体で16名で、今のところ最も大きい研究グループとなっています。また、研究所の中でも最も夜遅くまで仕事をしているのも、このグループの特徴で、いつも何人かの学生は夜10時から11時ぐらいまで仕事をしています。私は結局3人の学生と一緒に仕事をしましたが、その意味においては、違和感なくとけ込むことができました。

彼らの具体的な研究テーマは、エピタキシャルシリサイド/シリコン界面の構造、 δ -ドーピング層の偏析効果、表面融解と相転移現象などですが、その中で私は、 $\text{CoSi}_2/\text{Si}(100)$ 界面および $\text{Ge}(111)$ 面上の δ -ドーピング層の実験を行っています。 CoSi_2 は、 $\text{Si}(111)$ 面との間に1.2%の格子不整合しかもたないのに、単結晶基板上に

エピタキシャル成長することが知られています。また、通常の方法で作製した膜は、基板と双晶関係にあるBタイプであり、 CoSi_2 のCo原子が結晶のSi原子と結合していることが、多くの実験から予想されています。その場合に、Co原子は5配位あるいは8配位の状態をとる可能性があります、どちらかという結論は、まだ明確ではないのが現状のようです。界面の構造の決定は、ショットキー障壁高さに関係しており、重要な課題となっています。この点に関して、200 keVの H^+ ビームを用いた中速イオン散乱分光法(MEIS)を用いて実験を行いました。FOM研究所のMEIS装置(通称TUBA)は、高いエネルギー分解能(約90 eV)と高いビーム安定性をもつために、単原子層オーダーの深さ方向の情報や原子1個による阻子能の効果を検出できる可能性があるのが特徴です。これにより、 $\text{CoSi}_2/\text{Si}(111)$ の界面および CoSi_2 の表面構造を決定することができました。詳細については省略しますが、界面にSi-Co-Siのトリプル層があると考えられます。Ge(111)面上の δ -ドーピング層の実験は、MEISと表面X線散乱を用いて行いました。初めは手に入れたサンプルがあまり良くなくて、時間をむだにしましたが、最後の追込みで、データを得ることができました。現在データの解析を行っているところです。

MEISの実験は、FOM研究所では10年以上前から行っており、実際にTUBAは全体の印象としては決して新しい装置ではありません。しかし、常に改良をし、新しい技術・方法を取り入れています。現在も、2次元ディテクタを設計し、セッティング中です。大きな装置を維持・発展させ、最高の性能を保っていくのはなかなか大変なことですが、これも研究をサポートしていく体制をしっかりとさせていなくてはならないことでしょう。もっとも、若い研究者の中には、それを理解していない人もいますし、若い技術者を育てにくくなっている

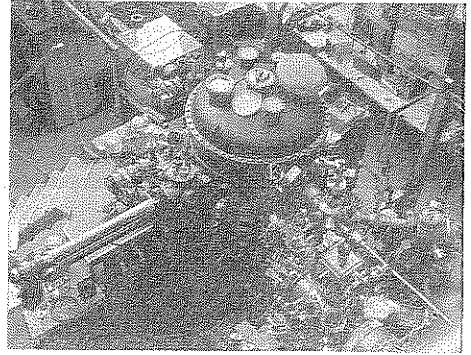


図1 TUBA (MEIS) 装置

と、ある教授の人はいっていましたが…。

オランダ人は、親切で、親しみやすい人が多いように感じました。特に、古くから日本と交流があったせいか、日本に親しみをもっている人も多いようです。また、英語を話せる人も多く、研究所の中はもちろん、少なくともアムステルダム市内や少し大きな町で言葉が通じなくて困ったという経験はまったくありません。これらのことは、オランダが移住者を広く受け入れてきたことや外国へも多く出ていることと無関係ではないように思えます。ともかく、われわれのように外国から来た人にとって、比較的住みやすい国というのが印象です。ただ困った点といえば、オランダ語の発音がむずかしく、タクシーやバスで行先をいってもほとんど通じないことです。3ヵ月目あたりから意地になって、行先を書いた紙を見せずにやりとりをしたのですがだめでした。10ヵ月目に入った最近になって、やっと少し通じるようになりました。あと1ヵ月足らずで日本へ帰らなくてはなりません。楽しい仕事と生活ができたことを感謝しています。