

海外情報

表面分析海外見であるき

徳高 平蔵

鳥取大学工学部電子工学科  
〒680 鳥取市湖山町南 4-101

(1987年9月1日受理)

Oversea Informations of Surface Analysis

Heizo TOKUTAKA

Dept. of Electronics, Faculty of Engineering,  
Tottori Univ.  
Koyama, Tottori-shi 680

(Received September 1, 1987)

昭和 62 年 3 月 23 日から 5 月 23 日まで 62 日間アメリカ、ヨーロッパの AES, XPS, SIMS, およびその複合装置を使って表面分析をしている研究所、会社を訪問する機会を得た。歴訪した国、研究所および研究者は Table 1 の通り 9ヶ国、13 研究所と 2つの会社である。この中で Univ. of York は私が 1966 年から 3 年半

勉強して Ph.D. を取ったところであり、4 週間滞在した。そしてフランスの CECM, CNRS は 1979 年から 80 年にかけて、2ヶ月学振の日仏共同研究でお世話になったところである。見学、討論して特に感銘を受けたのもこの2ヶ所である。Prof. M. Prutton は LEED, AES (SAM) 装置を手づくりで作っている。まず LEED 装置は reverse LEED 電子銃とそのホルダーの部分を除き、ほぼ完全に LEED 写真が撮れるようになっている。試料操作はコンピュータ制御の複雑な機構になっているので、従来の正面直視型 LEED では回折像はほとんど見えないことになる。Fig. 1 はその rear view LEED でみた Ge の (111) 面の像である。Fig. 2 は

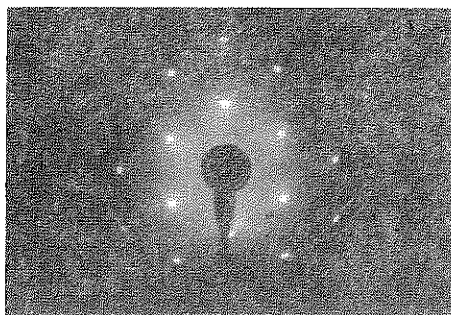
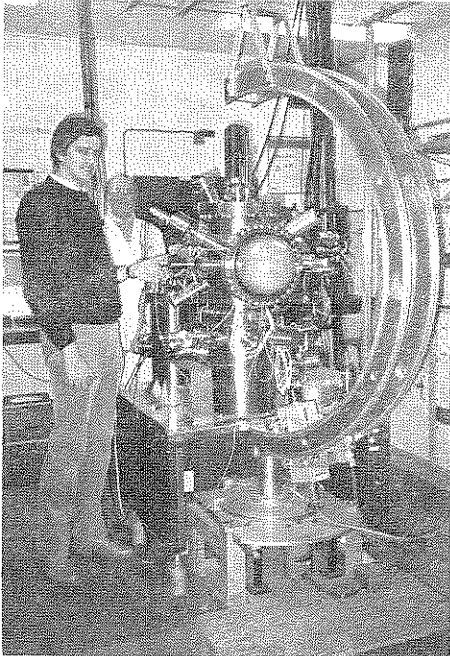


Fig. 1 A LEED pattern of Ge(111) surface observed by a rear view LEED system.

Table 1 The research scientists whom I visited.

Research subjects	Nations	Research scientists	Laboratories
I-V measurements of LEED	Canada	Prof. K. A. R. Mitchell	UBC
	England	Prof. M. Prutton	Univ. of York
Surface analysis apparatus combined with AES, XPS, SIMS, EELS and/or etc.	USA	Dr. C. J. Powell	NBS
	USA	Dr. V. M. Bermudez	NRL
	England	Prof. M. Prutton	Univ. of York
	England	Dr. M. P. Seah	NPL
	Spain	Dr. C. Palacio	Univ. Autonoma de Madrid
	Spain	Dr. F. Soria	CSIC
	Swiss	Dr. H. J. Mathieu	EPFL
	France	Dr. J. P. Langeron	CECM, CNRS
	France	Prof. G. Lelay	CEMC 2, CNRS
	FRD	Prof. S. Hofmann	Max Planck (Stuttgart)
SIMS	Austria	Prof. G. Grasserbauer	Technische Universität, Wien
AES Theory	Denmark	Dr. S. Tougaard	Odense Univ.
Company	England		VSW
	France		Riber



**Fig. 2** A very big and full automatic rear view LEED system, where the surface structure analysis is also carried out using the obtained I-V results by a main computer through an on-line system.

その概観。今 Fig. 2 の下方には少し見にくいですがフォトカウンタがついていて、コンピュータ制御でカウンタ装置がアーム上を動く機構とまたアームが回転する機構を持っていて、スクリーン上にうつるスポット全部の強度を自動的に記録できるようになっている。その結果は計算機にオンラインで入力されて、ただちに構造解析できるようになっている。手前に立っている Dr. S. P. Teer は 2m を越す大男であり、彼と比較すれば装置の大きさがほぼ推定できると思う。

次に AES の方では分析機はすべてステンレス製の半球型であり、インプット及びアウトプットレンズ付き<sup>1)</sup>で出力側には 10 チャンネルのチャンネルプレートがついていて、測定速度を早めるようになっている。入出力側にレンズが付いているので、普通分析器の内側に塗るカーボンブラックのコーティングは要らないようである。

また測定はすべて  $\Delta E$  コンスタントモードでとれるようになっており、結果は EN(E) ではなく完全な N(E) モードで記録されるようになっている。さらに電子銃は市販の多くの装置は磁場収束のレンズを持った電子銃を装備しているのが多いが、彼は磁場型だとしてもサイズが長細く大きくなり、そして電子の通路になっているレンズ系の排気がしにくいので電子銃はすべて

静電型に変えたそうである。だから稼働中の電子銃はすべて F. E. (Field Emission) Gun であり最高仕様のものは 300~400 Å 位迄ビーム径をしばれるようである。大きさは(写真をみせていただいたが)大体 50 m/mφ×12 cm (長さ) で非常にコンパクトであった。なお、彼等が設計した半球型アナライザや高性能 F. E. Gun は Manchester にある VSW と云う会社を通して販売されているようである。この会社にはその他イギリス国内の大学、研究所の多数のプロフェッサー及び研究者が装置の開発に協力しているのだと云っていた。

次に紹介するのは J. P. Langeron の研究所 (CECM, CNRS) である。彼は Riber 社が作った最新型の分析装置 MAC-2 を使って AES の定量分析を続けていた。私が行った時には鳥取大と阪大の志水先生の所にそれぞれ 1年ずつ滞在していた Véronique Pinet 嬢が装置の分解能のチェックをしていた。この装置も  $\Delta E$  コンスタントで動く装置である。彼等は AES 定量化についての色々の実験を行っているが、そのいくつかを述べてみると、まず AES 測定において、遷移金属である Ti, V, ……Cu そして Zn 迄の 9 元素の N(E) カーブをとっているが、それらがすべて共通のバックグラウンド上により、その同じバックグラウンド上にそれぞれの AES のピークがのることを示している。

また XPS でのオージェピークを使い、先程の結果を利用し、FeCr (17%) の AES ピークを含む N(E) カーブをまずとり、純粋の Fe のグラフの 83% と純粋の Cu の N(E) カーブの 17% をそれぞれ引き算すると、AES ピークのあるところは完全に平坦でバックグラウンドも含めて、信号分は零になり、N(E) カーブを使用すれば組成同定に大変役立つことを示している。彼等はまた固体表面からの電子放出についての理論計算も行っている。まず表面数層の層状モデルを考え各層で前方と後方に電子は散乱される。そしてまず弾性散乱、次に非弾性散乱、この中にはプラズモンロスも含みそしてそれぞれの電子は各層を通過する時また同様の散乱を受ける。このモデルで計算した結果とつづいてモンテカルロ法で計算した結果さらに実験結果が非常によく合うことを示している<sup>2)</sup>。

以上の他に感銘を受けたのは、デンマークの Dr. S. Tougaard であった。まず XPS でのバックグラウンドの引き方では有名な Shirley の方法があるがこれはあまりに経験則的な方法であり、より理論的な方法を彼は発展させた。ただ一つのパラメータは電子の平均自由行程でその値を適当にえらび低エネルギー側のピークのないところとマッチングさせるようにしている。うまく合う場合には非常によく AES ピークとバックグラウンドが

分離されることがなされている<sup>3)</sup>。

この他見学した沢山の研究室ではそれぞれ、Φ 社、V. G. 社、Riber 社等の装置を使って独自の研究を行っていた。

最後に特にヨーロッパを旅行して感じたことを二、三メモしておこう。まず、1966 年から 70 年迄私共が住んでいた York の家は 20 年たった今もほとんど変わっていなかった。彼等イギリス人は住宅街をつくる時に、下水、電話線、電力線、ガス管等はすべて道路下埋設であり、まず住宅街の道路が完成するのにほぼ半年はかかっている。それからぼちぼち家が建ちならぶわけであるが一旦建てた家はよほどの事がない限り、改造もしないし、こわしもしない、ただ住人が変わるだけである。

York 大学の中もそうであった。少し古くなった感じはあるが、外からみた環境は 20 年前と完全にそのままであった。大学の本部のある Heslington Hall も古い 18, 19 世紀のたたずまいをそのままに、しかし、建物の中は結構間仕切りに変化があり、目指すところに行きつきの迷ったものである。物理棟の建物も変わってなかった。スタッフの大半、技官の大半も同じであり懐かしかった。しかし物理の研究室には端末が来ており、オンラインで大型計算機と結べるように数年前からなっている。貿易黒字国の日本の我が鳥取大学ではようやく今年

からオンラインに入ろうかと云うところである。彼等イギリス人もそうだがヨーロッパ人は街、建物の外観はよほどの事がないかぎり変えようとなしない。

またこの旅行の最後に訪れた西ドイツ Stuttgart にある Max Planck Institute の Prof. S. Hofmann は 1 日だけの訪問であわただしかったが、彼の家でのお昼の食事に呼んでくれた。彼は今年 10 月この Stuttgart で開催される ECASIA の主催者である。まず奥さんの手料理を Hofmann 氏それに 2 人の高校生の息子さんと一緒にいただいた。食事が終わるとすぐに二人の息さんが台所に入ってさっさと後片付けをするのには驚いた。そしてその光景を写真に撮らせていただいた。帰国してから私のほぼ同年令の子供達（高校生の息子と中学生の娘）にその撮った写真をみせ、「見習いなさい」と教育したのであるが、“もう遅すぎる”と一言の下に拒否され、我ながら情なく、小さい子供時代からの嫉の大切さがよく分かった次第である。

#### 文 献

- 1) R. Browning, M. M. El Gomati and M. Prutton: *Surface Sci.* **68**, 328 (1977).
- 2) D. Jousset, P. Dupot, J. P. Langeron and M. Villatte: to be published in *Le Vide, Les Couches Minces*.
- 3) S. Tougaard: *Phys. Rev. B* **34** (10) 6779 (1986).

Book Stand

## イオン励起のスペクトロスコープとその応用

日本分光学会 測定法シリーズ 14

合志陽一・前田浩五郎・佐藤公隆編 学会出版センター

A 5 判 216 ページ 3,400 円

イオンビームを表面に衝突させたときに放出されるイオン、電子、光子などのエネルギーや量を測定して、表面近傍の情報を得るための装置について解説したものであり、次の 7 章からなっている。

- 1 章 イオン衝撃による物質の挙動
- 2 章 イオン散乱スペクトロスコープ (ISS)
- 3 章 イオン衝撃光放射分析 (SCANIR)
- 4 章 二次イオン質量分析 (SIMS)
- 5 章 イオン励起 X 線分析 (PIXE)
- 6 章 ラザフォード後方散乱スペクトロスコープ (RBS)
- 7 章 ビームフォイルスペクトロスコープ (BFS)

全体としては、限られたページ数の中に原理から応用まで大変要領よくまとめられている。本書はイオン励起スペクトロスコープの有用性を認識させるものであり、またそれぞれの分野において応用してみようという意欲を湧かせるものである。この意味で編者の目的はだいたい達せられているといえよう。これまでこのような測定法に縁のなかった人たちに一読を勧めたい。ただ応用しようという者の希望としては、章によっては一般に馴染みの多い電子励起の方法 (EPMA, AES, LEED など) と比較対照するとか、応用例をもう少し多くすると、さらにイオン励起法の価値がよくわかるのではないだろうか。(池田雄二)