

© 1991 ISIJ

委員会報告

日本学術振興会マイクロビームアナリシス
第 141 委員会

運営委員 二 瓶 好 正*

Report of Technical Committee (Microbeam Analysis),
Japan Society for Promotion of Science

Yoshimasa NIHEI

1. はじめに

現在の日本学術振興会は昭和 42 年 9 月国庫補助金によりまかなわれる特殊法人として設立されたものであるが、それ以前は財団法人であり、昭和 7 年天皇陛下の御下賜金を基金の一部として設立された事業体をその前身としている。

日本学術振興会は現在、40 あまりの産学協力研究委員会をようしているが、その中には日本鉄鋼協会に関係の深い第 19 委員会 (製鋼)、第 54 委員会 (製鉄) などが含まれている。しかし、数多くの研究委員会の中でマイクロビームアナリシス第 141 研究委員会は唯一、分析評価技術の研究を目的として設立された委員会である点に特徴があり、意義を有していると言えよう。また、後述のとおりその発足時における関連研究組織として、また、有力な研究者集団を提供しているという意味で日本鉄鋼協会との関連は浅からぬものがある。

2. 研究委員会の設立と活動

「マイクロビームアナリシス」研究委員会は昭和 49 年 9 月に設置された。その目的と設立の趣旨について、第 1 期委員会委員長を務められた榊米一郎先生は以下のように述べておられる。

「電子、イオンおよびレーザーなどのマイクロビームアナリシスの最近の進歩はめざましいものがあり、その分析方法の確立には広い分野にわたる関係者の期待が寄せられている。とくに金属工業においては脆性破壊、疲労現象の解明のために 1000 Å 程度に絞られた電子線によるマイクロオージェ分析あるいはイオンプローブマイクロアナライザーによる新しい分析結果が注目を集めて

おり、また半導体工業においてもイオンバックスキュータリングを用いた IC 半導体素子の不純物元素についての局所ならびに微量分析などに多くの関心が寄せられている。更にセラミックスあるいは有機物に対するレーザー光による微量分析も新しい分析手段として応用されつつあり、文字どおりの日進月歩の感が強い。とくに最近では大気中の微塵の微量分析、同定が日常生活に直接つながる問題として多くの研究者の注目するところとなってきており、応用物理学会、日本鉄鋼協会、分析化学会など諸学協会における研究報告あるいは討論会のテーマにも見られる。しかしながら、その分析法に関する詳細な検討ならびに実際面への適用にあたっての諸因子の解明においては遺憾ながら欧米における研究の著しい進展に比べると一歩遅れており、とくに定量分析に関する研究はその格差が著しい。

幸い、我が国におけるマイクロビームアナリシスの基礎に関する研究は、今日世界的水準にあるとあって差し支えない。各専門分野で技術者、研究者によって研究成果が得られつつあるので、これら関連する各分野の研究者の有機的な連繫をはかることにより、分析法における立ち後れをとりもどすと同時に更に我が国独自の分析方法を開発、確立することは急眉の問題である。」

以上のような趣旨により、当時すでに発足して活動していた、IMA 研究会 (関東地区)、イオンビームアナリシス研究会 (関西地区)、日本鉄鋼協会の固体質量分析部会ならびに、文部省科学研究費による総合研究班であった「イオンビームチャネリング」、「SEM に関する基礎的研究」などの研究グループを糾合し、分野横断的で全国的規模の研究者組織を作り上げたのである。

本委員会の第 1 期 (昭和 49 年 9 月～昭和 54 年 8 月、

平成 3 年 6 月 14 日受付 (Received June 14, 1991)

* 日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会運営委員 東京大学生産技術研究所教授 工博
(Institute of Industrial Science, The University of Tokyo, 7-22-1 Roppongi Minato-ku, Tokyo 106)

Key words : microbeam analysis; SIMS (Secondary Ion Mass Spectrometer); AES (Auger Electron Spectroscopy); electron microscopy; characterization; steel; semiconductor.

榊米一郎委員長)における活動は、金属および半導体材料の分析に重点がおかれ、金属材料においては酸化層、粒界、偏析状態の元素分析、特に低合金鋼の元素定量分析や、水素脆性や遅れ破壊に重要な水素の分析などが行われた。また、半導体においてはシリコン、ゲルマニウム中の不純物元素分析ならびに化合物半導体中の元素の3次元分布測定などが取り上げられた。しかし、一方では、深さ方向分析の際におけるスパッタエッチングの不均一性、分析精度ならびに信頼性の向上の必要性などの問題点も明らかとなってきた。

第1期において明らかにされた問題点の解明と、測定対象の絶縁物、有機物への拡大などを主要課題として第2期(昭和54年9月~昭和59年8月、丸勢進委員長)の活動が引き続き行われた。

第2期においては、基礎的問題のみでなく、実際の応用研究にも重点を置いた結果、鉄鋼、各種合金材料のほか半導体材料についても生産プロセスの管理にまで応用される水準に到達した。また、化学材料、鉱物、セラミックスならびに生物、有機物試料などへの応用がより大きな比重を占めるようになった。これらの幅広い研究成果を背景にしてマイクロビームアナリシスハンドブックの編集と執筆が進められたのも第2期の大きな成果の一つであったと言える。しかし、一方では、選択スパッタリングや試料に対するビーム損傷の問題が明らかになり、他方、金属、半導体以外の試料への応用、特に生物、医学方面への応用の確立を旨とすることの重要性が認識された。

第3期(昭和59年9月~平成元年8月、丸勢進委員長)への延長が認められた後、上記課題などに関する研究活動がさらに続けられた。その結果、スパッタ現象の基礎的知見が著しく増大すると共に、分析法の高感度化、高空間分解能化ならびに分析対象の格段の拡大、分析装置の装置関数に関する知見の増大など、著しい成果をあげることができたのである。

過去1期より3期までの研究委員会における研究発表タイトルより見た動向調査結果を表1、表2ならびに表3に示した。なお、分析方法別の論文数の推移を図1、基礎ならびに応用分野別の論文数の推移を図2に示した。これらの図表から、主な分析法ならびにその応用に関する15年間の研究動向を読み取ることができる。

分析法としては、二次イオン質量分析法(SIMS)、オージェ電子分光法(AES)、電子顕微鏡(EM)などが論

表1 第1期(1974~1979年)における研究発表論文の内容

主な関連する分析法	基礎	応 用				国際会議報告	合計
		金属	半導体	その他	全般		
オージェ電子分光法	10	10	5	1	2		28
電子顕微鏡法	15	5	6	1	8	2	37
X線マイクロ分析法	3	2		2	1		8
光電子分光法	2	3	2	4	2		13
2次イオン質量分析法	19	35	14	13	9	3	93
イオン後方散乱法	2	5	6	2	2		17
イオンチャネリング法	3	1	2	1	4		11
その他	30	5	3	4	5	10	57
全 般							
合 計	84	66	38	28	33	15	264

表2 第2期(1979~1984年)における研究発表論文の内容

主な関連する分析法	応 用							国際会議報告	計
	基 礎	金属材料	半導体・電子デバイス	化学材料・鉱物・セラミックスなど	生物・有機物	その他	全 般		
オージェ電子分光法	18	6	3	2	0	1	0	0	30
電子顕微鏡法	16	3	4	2	1	2	3	4	35
X線マイクロ分析法	4	3	0	1	1	2	2	1	14
光電子分光法	4	6	3	1	0	1	0	0	15
2次イオン質量分析法	28	18	15	9	10	4	9	2	95
イオン後方散乱法	5	0	4	0	0	0	1	1	11
イオンチャネリング法	28	7	5	5	2	2	6	2	57
その他	18	1	1	2	0	1	4	5	32
全 般									
合 計	121	44	35	22	14	13	25	15	289

表3 第3期(1984~1989年)における研究発表論文の内容

主な関連する分析法	基 礎	応 用					国際会議報告	計	
		金属材料	半導体・電子デバイス	化学材料・鉱物・セラミックスなど	生物・有機物	その他			全 般
オージェ電子分光法	15	11	4	2	0	2	1	0	35
電子顕微鏡法	7	5	2	4	2	0	8	2	30
X線・光マイクロ法	6	2	0	2	3	0	2	1	16
光電子分光法	2	3	2	1	0	0	1	0	9
2次イオン質量分析法	28	5	18	4	8	9	7	2	81
イオン散乱法	29	2	9	0	0	0	3	3	46
イオンビーム技術	12	5	9	0	1	6	8	2	43
その他	7	3	0	1	0	1	3	9	24
全 般									
合 計	106	36	44	14	14	18	33	19	284

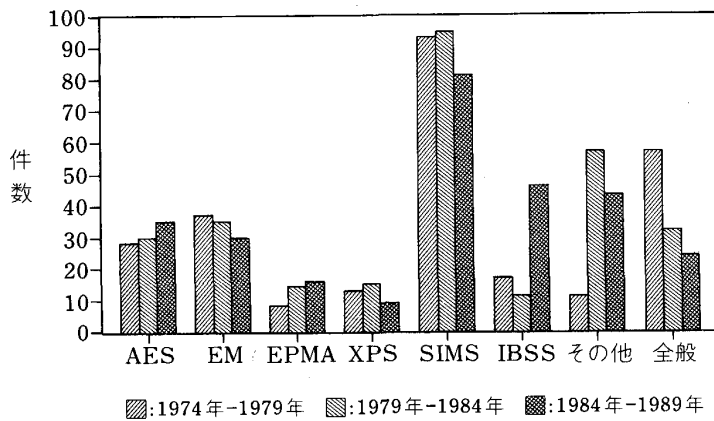


図1 分析方法別発表論文数

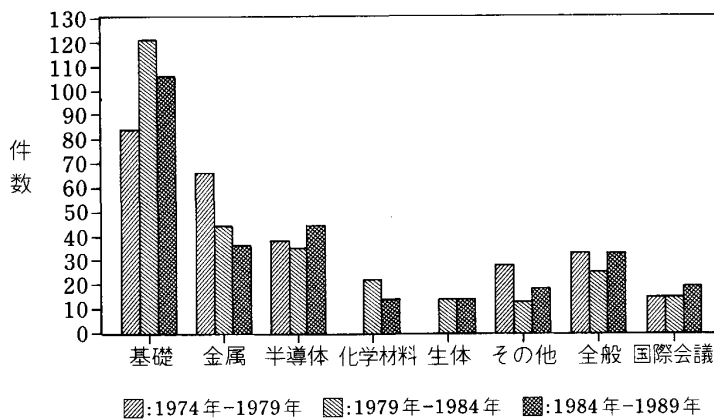


図2 基礎ならびに応用分野別発表論文数

文数が多く、応用分野としては、半導体、電子デバイス関係と金属材料が主な応用対象である。集計の結果からは15年間の変遷があまり大きく現れてこなかったが、研究テーマの内容は非常に進歩しており、その時点ごとで最新の方法、応用例が取り上げられていることを強調しておきたい。

3. 第4期の活動方針と活動の現況

前章で述べたような経緯でマイクロビームアナリシス研究委員会は現在第4期(平成元年9月~平成6年8月)の活動を志水隆一委員長(阪大工)のもとで行っている。今期の活動方針を略述すると以下のとおりである。

①出席者全員による十分な討論を基本とし、委員以外の研究者を適宜加えた広い視野に立った研究活動の推進。

②国際会議報告の重視と国際研究交流の推進。

③電子、イオン、光および原子ビームと物質の相互作用に関する基礎研究の重視と新しい分析技術の開拓。

④キャラクタリゼーションの確立を目指した総合的分析評価の重視。すなわち、(i)走査トンネル顕微鏡法(STM)、原子ビームによる分析法など新しい手法の活用、(ii)複合分析装置の開発と相補的情報の活用、ならびに総合化。

⑤有機物、高分子、生物、生体の分析法の充実と展開。

⑥高度構造制御材料、マイクロ複合材料、超微粒子などの総合的評価手法と原子、分子レベルでの材料評価手法に関する研究の推進。

今期の活動方針の特徴は、上記事項の④、特に走査トンネル顕微鏡などの新しい分野をとり入れた点にある。また、運営幹事も若手研究者を主体に新しい人選を行った。72名にもおよぶ企業関係委員も第一線研究者が主体である。

今期の活動状況を限られた紙数で具体的に述べることは困難であるが、以下に概略を紹介したい。

(1)近年の研究報告において取り上げられた分析手法を列挙すると次のとおりである。

X線マイクロアナリシス、電子顕微鏡、高分解能電子エネルギー損失分光法、低速電子線回折法、マイクロプローブ反射高速電子線回折法、オージェ電子分光法、X線光電子分光法、X線光電子回折法、走査トンネル顕微鏡/分光法、

二次イオン質量分析法、イオン散乱分光法、中・高速イオンマイクロプローブ後方イオン散乱法、アトムプローブ電界顕微鏡法、走査型イオン顕微鏡、レーザーマイクロプローブ質量分析法、レーザー多光子励起スパッター原子質量分析法、レーザー蛍光法。

(2)同様に最近取り上げられた測定対象ならびに材料は以下のとおりである。

金属・鉄鋼材料, 半導体・電子デバイス材料, セラミックス材料, 磁性体材料, 超伝導材料, 化学材料, ポリマー・LB 膜など有機材料, ペプチド・たんぱく・DNA など生物・細胞試料, ダイヤモンドなど薄膜材料.

(3) 研究の目的や重点がどこに置かれているのか, という意味では以下のように分類される.

- ① マイクロビームと固体材料の相互作用の解析
- ② 新しい現象探究と新分析法の開発
- ③ 装置の改良・開発
- ④ 分析技術ノウハウの拡大
- ⑤ 材料のキャラクタリゼーション

(4) 最近取り上げられた特別課題やプロジェクトとしては次のものがある.

① VAMAS-国際協力研究プロジェクト-表面定量分析作業部会活動の一環として行われたオージェ定量分析のワーキンググループ.

② 第 9 回二次イオン質量分析国際会議の日本開催 (1993 年) にむけて設置された SIMS 研究活性化のためのワーキンググループ.

③ 表面定量分析法の国際標準化に関する調査, 検討, 備準.

なお, 更に詳しくは参考文献をご参照いただきたい.

4. おわりに

以上, 日本学術振興会第 141 委員会に関して, 発足の経緯ならびにその後 15 年間の活動, 現在の活動方針と研究活動状況について報告した. はじめに述べたとおり, 本委員会は日本鉄鋼協会の部会活動と少なからぬ関連があるので, 今後も密接な協力関係を保つことが望ましいと考えている. 読者の皆様にはこれを機会に是非とも, マイクロビームアナリシス委員会に対するご理解を深めていただきたくお願い申し上げたい.

なお, 本報告をまとめるにあたり, 歴代委員長であられる榊元委員長, 丸勢前委員長ならびに志水委員長のまとめられた資料を引用させていただいたことを記して深謝申し上げたい.

文 献

- 1) 日本学術振興会協力会会報 (1990) 53, p. 21
- 2) 日本学術振興会協力会会報 (1991) 56, p. 66
- 3) 学術月報, 43 (1990) 9, p. 802
- 4) マイクロビームアナリシスハンドブック (日本学術振興会マイクロビームアナリシス第 141 委員会編) (1985) [朝倉書店]