

9. 境界領域

9.1 新規分野への展開とこの10年の歩み

9.1.1 はじめに

何を新規分野と呼ぶのか明確な定義があるわけではないが、日本鉄鋼協会では、例えばチタン合金・複合材料・粉末焼結・プラズマプロセッシングなどを新規分野と総称している。

日本鉄鋼協会が新規分野を組織的に扱い始めたのは昭和60年春の講演大会からであり、その準備期間を含めても新規分野の歴史はここ10年ほどに過ぎない。したがって、「この10年の歩み」がそのまま新規分野の歴史のすべてとなる。関連する委員会・分科会の古い議事録などをたどりながら、ここでその歩みを振り返ってみよう。

9.1.2 新規分野担当組織の変遷と活動方針

(1) 胎動の時期

昭和59年7月13日開催の編集運営委員会講演大会分科会において、川上公成氏（当時日本鋼管(株)）から「新しい分野の研究を講演大会で発表しその論文を『鉄と鋼』に投稿したらよいのでは」という提案がなされた。これが、議事録として残されている新規分野発足のきっかけの記録である。

その後昭和59年8月31日の編集運営委員会において、新規分野導入の体制を検討するための「Materials Processing（略称：MP）検討小委員会」を設置すること、および昭和60年春の講演大会から新規分野としてチタンや超塑性の講演を受付けることが原案としてまとめられている。同年9月12日の理事会でこれが承認され、新規分野を対象とした協会活動がその一步を踏みだしたのである。

そして「鉄と鋼」に掲載された昭和60年春の講演大会講演募集案内に、論文分類項目として製鉄、製鋼、材料などと並んで大分類項目「⑥ 萌芽・境界技術」、およびその単一小分類項目「28 新素材・新プロセス」が初めて登場した。この小分類項目には、チタン合金・複合材料・微粉末・超急冷・非晶質・制振材料・超塑性・新製錬・新凝固・高温鍛造などの対象技術が具体的に注記されており、ここに新規分野の講演募集が正式に会員諸氏に伝えられたのである。

この春季講演大会では、MP検討小委員会の投稿勧誘の努力が実を結び、新規分野としてチタンと複合材料に関する80件の講演が行われた。

(2) MP 専門委員会の誕生

昭和60年春季講演大会のこの実績を背景にして、昭和60年4月12日の編集運営委員会において、新規分野を専門に担当する下部組織としての「MP 専門委員会」の発足が承認されている。その承認を得て、すでに活動していたMP検討

小委員会により、審議機関としての「全体会議」と実務を担当する「実行会議」とで構成されるMP専門委員会の組織原案が作成された。

日本鉄鋼協会の所定の手続きを経て、昭和60年5月20日には第1回のMP専門委員会全体会議が開催された。この全体会議でMP専門委員会の初代委員長に前出の川上公成氏が、また幹事に岸輝雄教授（東京大学）が就任し、チタン・複合材料・凝固・粉末・セラミックス・超塑性を担当する各専門委員が選任されている。この段階で、日本鉄鋼協会における新規分野への取り組みが体制の上でも確立されたことになる。

またMP専門委員会実行会議は

- a) 講演大会への論文投稿勧誘のための指定テーマ設定および討論会の企画、
- b) 投稿論文の査読、講演大会の新規分野プログラム編成、
- c) 「鉄と鋼」特集号の企画、
- d) 新規分野研究会の提案

などを基本方針として、以後その活動を継続している。昭和62年1月からは全体会議と実行会議が一体化し単にMP専門委員会と呼称されるようになり、同年4月からは幹事には岸輝雄教授に留任戴き委員長の役を筆者が拝命した。その後、委員長に吉田豊信教授（東京大学）、幹事に樋谷暢男氏（川崎製鉄(株)）が就任しMP専門委員会の体制は継続したが、平成3年からは組織名が「MP分科会」と改称されている。

この間、MP専門委員会および後のMP分科会は、Fig. 9.1(a)に示すように、実質的には編集運営委員会のなかの各分科会における新規分野業務を横断的に扱う機関として、その役割を果たしてきた。

(3) 境界領域委員会への発展

MP分科会による新規分野への取り組みが継続されているなかで、この活動をさらに積極的に進めるための新体制の検討が平成3年から行われた。これを担当したのが「MP検討委員会」であり、増子昇教授（東京大学）を委員長に迎え平成3年8月1日に発足している。

このMP検討委員会の答申に基づき、MP専門委員会に替わって現在の「境界領域委員会」の発足が決定された。初代委員長には岸輝雄教授が、また幹事には岡本圭司氏（NKK）が就任し、第1回境界領域委員会が開催されたのは平成4年5月26日であった。

新しく発足したこの境界領域委員会は編集運営委員会とは組織面でも予算面でも独立した体制であり、この点でMP専

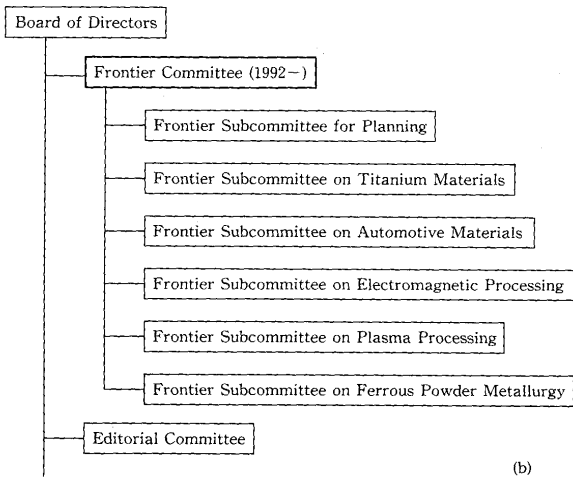
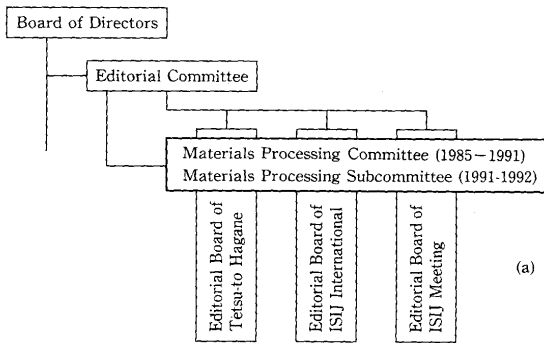


Fig. 9.1. Transition of ISIJ organization dealing with frontier field. Materials Processing Committee and subsequent Materials Processing Subcommittee (a) in Editorial Committee, have been reorganized into Frontier Committee (b) at present.

門委員会あるいはMP分科会よりは主体性をもった委員会といえよう。境界領域委員会の組織を Fig. 9.1(b) に示すが、「チタン分科会」、「材料電磁プロセッシング分科会」など技術分野別にいくつかの分科会が付属し、これらの分科会はそれぞれの技術分野の状況に応じて

- a) 関連他学協会などとの連携共同シンポジウムの開催、
- b) 外国研究者の招待講演会開催などによる国際交流、
- c) 啓蒙のための図書出版

などを主な活動方針としている。また「境界領域企画分科会」では、全体調整業務のほかには講演大会の講演応募勧誘・プログラム編成などの業務が処理されており、従来のMP専門委員会・MP分科会の業務を引き継いで担当する形態となっている。

日本鉄鋼協会が必要とする新規分野は、社会環境の変化などとの関連で常に流動的であり、次にどのような技術分野の分科会を編成するべきかを先導的に検討するのも境界領域委員会の主要業務である。現在の境界領域委員会は委員長に柴田俊夫教授（大阪大学）を迎え、幹事には岡本圭司氏に留任戴き、その活動を継続しつつ日本鉄鋼協会リストラ 80 の新組織移行への対応についても検討を進めている。

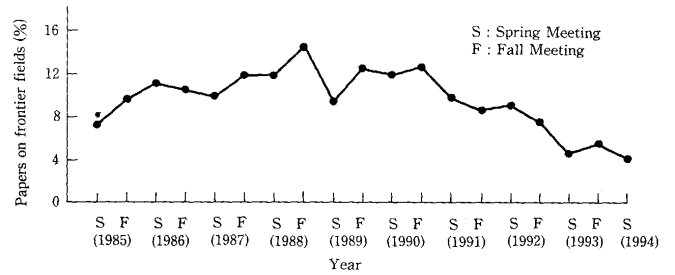


Fig. 9.2. Variation in the ratio of papers of frontier field in ISIJ Meeting. Percentage for the ordinate means the ratio between the number of papers on frontier field and that of all papers presented at ISIJ Meeting. Apart from the contribution of papers on frontier field in ISIJ Meeting itself, Frontier Committee has actively organized joint sessions and symposia with other institutes and societies for the last two years.

9.1.3 新規分野と鉄分野

(1) 新規分野の漸進的展開

MP 専門委員会に改称されてまもなくの頃、「臨時協会事業検討委員会報告」(鉄と鋼, 73 (1987), p. 1062) が提出された。このなかには、MP 専門委員会の活動方針について

- a) 会員にとってのメリットをまず第一に考え、
- b) 漸進的に着実な分野拡大を図るべきである

との提言が含まれていた。

さらに同報告で紹介された学界・業界代表者からのアンケート集計結果によれば、新規分野については

- c) 鉄鋼会社で研究または生産が行われ、適切な学者の協力が得られるようになった分野から逐次本協会の対象範囲に加える

という考えが大勢を占めている。これに関連して、昭和 61 年 9 月 19 日の MP 専門委員会実行会議の資料によれば、このアンケート集計結果のなかには「鉄鋼業における日本の優位性を保持するため、技術者・研究者が新素材分野へ移行しつつある憂慮すべき風潮にブレーキをかけるべきである」という少数意見もあったという。

(2) 講演大会にみる新規分野

新規分野の胎動期から境界領域委員会への発展に至る現在までの間、一貫して重要視されたのは講演大会への講演応募や会誌への論文投稿の勧誘であった。そのための方策としては、まず講演大会講演募集にあたっては特定技術分野の「指定テーマ」設定や「討論会」の企画が行われ、また「鉄と鋼」や ISIJ International の「特集号」企画なども進められてきた。これらの呼びかけにより、その技術分野に関する集中的な講演応募・論文投稿を期待したのである。

初期の指定テーマや討論会としてはチタン合金・複合材料・超塑性・溶融還元・急冷金属などが選ばれ、昭和 63 年

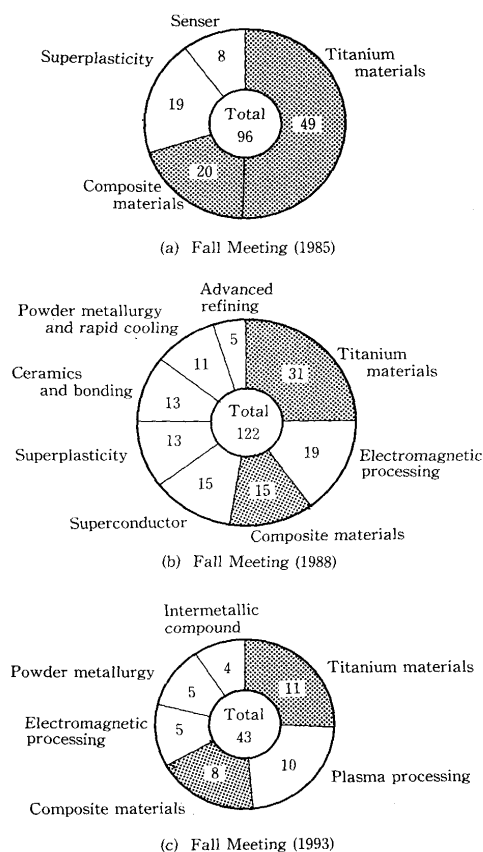


Fig. 9.3. Fraction of each session among frontier materials and processings in the number of papers presented at ISIJ Meeting. In addition to this, for example, Frontier Committee has held joint session on titanium materials with The Japan Institute of Metals since ISIJ Spring Meeting in 1993. Moreover, Frontier Committee organized a symposium on automotive materials under cosponsorship with The Society of Automotive Engineers of Japan, at ISIJ Fall Meeting in 1993.

春には当時各学会で注目された超電導も指定テーマの一つに加えられた。講演大会における新規分野講演数の推移を Fig. 9.2 に示す。最近では新規分野の講演数は減少傾向にあるが、この時期にはすでに他の学協会との合同セッションや連携シンポジウムの開催が活発になりはじめており、日本鉄鋼協会の講演数だけを指標にすることの意味が薄れてきている。

また講演大会におけるこれまでの応募講演技術分野の変遷を Fig. 9.3 に示すが、チタンや複合材料は新規分野として日本鉄鋼協会に定着した技術として認識でき、チタンについては別途研究部会での活動も展開している。一方、時期によって変動が激しく、中には応募が全く途絶えてしまった技術分野もある。このように定着したとはいいがたい技術分野についても、新規分野としての技術内容をその都度会員諸氏に認識して戴き、将来への利用価値を啓蒙した意義を忘れてはならない。またこれら新規分野の知見を鉄分野に応用して、鉄鋼そのものの新しい技術の展開を図ることも可能であろう。

(3) 新規分野と鉄分野の融合

日本鉄鋼協会に新規分野の窓口が設定される前には、新規分野に相当する講演応募は当然のことながら鉄分野として受け入れられている。例えば超塑性（昭和 58 年秋）は相変態のセッションに、また制振鋼板（昭和 59 年秋）は表面処理のセッションに組み込まれて講演大会プログラムが編成されている。この事例が示唆するように、鉄分野と新規分野の間に歴然とした境界線があるわけではない。MP 専門委員会が発足してからでも、新規分野として扱うか鉄分野として扱うか迷うような講演応募にしばしば遭遇した。このような場合、どのセッションに組み込んだら討論がより活発になり、講演者が満足するのかという視点から、その都度個々に講演応募者と協議してプログラム編成が進められた。

MP 専門委員会の活動方針をまとめた「鉄と鋼から展開する新規分野」（鉄と鋼, 74 (1988), p. 2215) では、開拓した新規分野が日本鉄鋼協会に定着した時点で、それを鉄分野と融合一体化させることが好ましいと指摘している。この方針に従い、鉄との融合が好ましいと判断された「電磁気冶金」と「センサー」などの一部が昭和 63 年春の講演大会以降、新規分野から鉄分野のセッションに移管されている。

9.1.4 他学協会との関連

(1) 競合の時代

例えば複合材料の論文を投稿しようとする場合、その投稿先としては多くの学協会が想定される。昭和 60 年 4 月 19 日の MP 検討小委員会議事録には、このような場合の投稿先としては日本塑性加工学会・軽金属学会・溶接学会・非破壊検査振興協会・日本材料学会・日本複合材料学会などが考えられ、日本鉄鋼協会の新規分野はこれらの学協会とは競合関係に立つと記されている。MP 専門委員会などが、当初から投稿勧誘をその主要業務としていたのには、このような背景もあった。

また講演大会の開催場所と期間を共にする日本金属学会との関連では、同一分野の講演を日本鉄鋼協会と日本金属学会の双方において聴講可能となるよう、そのセッションの時間帯が相互に重複しないプログラムの編成が好ましいものとなる。昭和 60 年 10 月 18 日の MP 専門委員会実行会議事録では、この目的のためプログラム編成にあたっての日本金属学会との事前調整の必要性が指摘されている。

しかし実際には、講演プログラム編成にあたって、日本鉄鋼協会と日本金属学会との事前調整が困難な時代が直近まで続いていた。1 日か 2 日早くできあがった日本金属学会のプログラムを入手し、セッションの重複を避けるため、作成中の日本鉄鋼協会プログラムを慌ただしく修正することもしばしばであった。しかも超電導や金属間化合物などの日本金属学会講演は、その最盛期には 3 日間の会期に収容できないほどの数の応募があり、日本鉄鋼協会と日本金属学会におけるセッションの多少の重複は避けられないものとなっていた。

(2) 日本鉄鋼協会の特色

かつて高温超電導がブームとなった頃、MP 専門委員会の企画により昭和 63 年 6 月 17 日に「高温超電導シンポジウム」(鉄と鋼, 74 (1988), p. N167 に開催案内掲載)を日本鉄鋼協会として開催した。MP 専門委員会のこのような企画を実行するにあたって、前例もないことであり、事務局の方々の折衝も大変なことであったと思う。

当時、ほとんどの学協会が相次いで同様の企画を推進しており、これに対して日本鉄鋼協会としての特色を出すため、このシンポジウムでは超電導材料の製造技術に視点を置いたパネルディスカッションを設定した。閉会にあたり挨拶に立たれた大手非鉄金属メーカーの技師長の方は「日本鉄鋼協会は材料とその製造プロセスに関する高いポテンシャルを持っている。超電導に限らず、非鉄材料も含めて材料を横断的にとりあげ、このようなシンポジウムをこれからも企画して戴きたい」と述べている。多少のお世辞が含まれているにしても、日本鉄鋼協会の特色を端的に表現した言葉といえよう。

(3) 連携の時代

MP 専門委員会の時代には、関連する他の学協会とは競合する状態が続いていた。これに対して、平成 4 年に発足した境界領域委員会では基本方針が大きく転換され、むしろ他の学協会との連携を基調とした活動が展開されている。

例えば、新規分野として特に安定した活動を展開している「チタン分科会」の場合、平成 5 年春の講演大会から日本金属学会との合同セッションとしてチタン関係の講演を募集しており、「材料とプロセス」の目次には日本金属学会のチタン関係講演プログラムも掲載されている。また、SAMPE 第 3

回国際シンポジウム(平成 5 年 12 月 7, 8 日)には、チタン分科会関係者から 60 件を超える論文が投稿されている。

新しく組織された「自動車用材料分科会」では当初から自動車技術会との連携活動を企画し、平成 5 年秋の講演大会では自動車技術会との合同シンポジウム「高強度化の限界を探る」を開催している。このほか「プラズマプロセッシング分科会」がプラズマ材料科学シンポジウム(平成 5 年 6 月 17, 18 日, 学振 153 委員会主催)に協賛するなど、他の学協会との連携を重視した新しい活動が展開されつつある。

9.1.5 これから

MP 専門委員会の発足準備段階から現在の境界領域委員会の積極的活動までの、新規分野 10 年間の経緯を概括してきた。境界領域委員会では日本鉄鋼協会として今後導入すべきさまざまな新規分野、例えば環境科学などの検討を進めている。世の中はまさに STS (Science-Technology-Society) の時代に入ろうとしており、自然科学と社会科学の調和が叫ばれている。このような風潮のなかで、日本鉄鋼協会がとりあげるべき新規分野の課題はますます多様化することであろう。

現在計画中の日本鉄鋼協会リストラ 80 のなかでは、境界領域委員会そのものは発展的解消を遂げ新しい組織が誕生することであろう。ほぼ 10 年間にわたって活動を続け、新規分野として会員諸氏に親しまれてきたこの分野の活動実績を無にすることなく、会員諸氏のメリットを重視しつつ新しい時代への対応を展開し、学界・業界をリードして戴きたいものである。

9.2 新素材及び新プロセスの進歩と今後の展開

9.2.1 チタン及びチタン合金

1952 年に我が国で初めて企業化された金属チタンは、1960 年代に急成長した石油化学工業にステンレス鋼より優れた耐食性を活かして利用され、さらに合成繊維、肥料、合成ゴム工業などに続き、1970 年代にはソーダ電解用の電極材として黒鉛に代わり使用され、その他の電極材としてもその優れた電極特性を活かして利用されるようになった。さらに海水に対する優れた耐食性と伝熱特性が銅合金よりよいことがわかり、火力・原子力発電所の復水器および海水淡水化装置に多量の薄肉溶接チタン管が使用されるようになり、1982 年にはチタン展伸材全体で約 8,000 t が出荷された。1980 年代に入り鉄鋼各社がチタン分野に参入して新規用途開発が活発になり、従来の化学、電力、航空宇宙に加えて、建築・土木、自動車・船用の輸送機器、眼鏡フレーム・時計・カメラなどの一般民生品用途への需要が高まった。1990 年に 9,000 t のチタン展伸材が出荷され、それ以降一

進一退であるが、これらの一般民需用途への需要開拓が実り大幅なコスト削減が実施されれば、飛躍的な需要拡大が期待される。

(1) チタンの製錬

スポンジチタンの製造方法として現在企業化されているのは、 $TiCl_4$ を Mg で還元する Kroll 法と、Na で還元する Hunter 法であるが、Hunter 法で製造していた会社が生産を中止し、Kroll 法が主流を占めてきている。世界のスポンジチタンの生産能力は約 10 万 t であり、製錬法が塩素を使用することや不活性雰囲気または真空中で行うことからスポンジチタンの生産はむずかしく、生産国は日本、米国、旧ソ連、中国と限られている。日本のスポンジチタン生産量は、1990 年に約 2.5 万 t と過去最高を記録した。日本のスポンジチタンメーカーは、いち早く省エネ合理化に着手し、以前はスポンジチタン t 当たり 3 万 kWh 以上の電力消費量が必要であったが、還元反応のバッチ大型化や、還元工程と塩化マグネシウム分離工程の一体化、およびマグネシウム電解装置の