難削材加工専門委員会

加工技術の進歩に関する国際会議について*

鳴瀧則彦** 山根八洲男** 越智秋雄***

Technical Committee of Machining of Difficult-to-cut Material International Conference on Progress of Machining Technology / Norihiko NARUTAKI, Yasuo YAMANE and Akio OCHI

Key words: difficult-to-cut material, machining, international conference, ICPCG, ICPMT

1. はじめに

難削材加工専門委員会は、従来からの古典的難削材料や次々に開発される新しい材料を対象として、切削加工、研削加工および塑性加工の面からその加工性を総合的に調査し、加工時の諸現象を解明すると共に最適加工条件、工具および方法を検討して生産性の向上の方策を見いだすことを目的に、1983年（昭和58年）に設立された。

当時は、まだ日本経済が日の出の勢いを持っていた頃で、重厚長大から軽薄短小へとキーワードが移り変わる時点で、次々に新しい高機能材料が開発されると同時に、従来は軍用など特殊な用途にしか使われていなかった材料が民生用に使用され始めるなど、一般の機械加工工場ではこれまでに経験しなかった新しい材料が次々に登場してきた時期であった。難削材加工専門委員会はこのような時代の要請を受け、広島大学に事務局を置いて設立され、以来ほぼ年4回のペースで委員会を開催し、難削材の加工に関する情報交換を行うと同時に共同研究やセミナーを実施してきた。また活動内容は年1回発行される報告書に記載されている。

これら委員会活動の中でも特筆すべきものは、1992年以来隔年ごとに開催してきた機械加工に関する国際会議の

開催である。ここでは難削材加工専門委員会が取り組んできた国際会議 ICPCG についてその概略を紹介する。

2. ICPCG の歴史および役割

ICPCG (International Conference on Progress of Cutting and Grinding) は1992年の第1回から94, 96, 98, 2000と隔年開催されてきたが、そのいずれも難削材加工専門委員会が日本側事務局となり、企画書を精密工学会に提出し、許可を受けて学会行事の一環として行ってきた。以下 ICPCG の歴史を簡単に振り返る。なお、会議の詳細は次節で述べる。

本会議のきっかけは北京航空航天大学で機械加工を研究されている陳鼎昌 (Chen Dingchang) 教授と広島大学工学部の鳴瀧研究室との交流がもととなっている。陳教授は航空機やロケットなどの材料の加工を専門としておられ、これらの材料の多くが難削材であることから、1990年に日本各地の加工関係の大学の研究室を訪問された際に広島大学にも3か月近く滞在され、難削材加工に関して多くの意見交換を行った。その後、陳教授の研究室の出身学生を鳴瀧研究室で受け入れ、広島大学で学位を取得するなど緊密な関係が構築されてきた。また日本側からも多くの加工関係の研究者が北京航空航天大学を訪問されたと聞いている。

この間、日本と中国の加工関係の情報交換の場として日中間で国際会議開催のアイデアが暖められ、第1回 ICPCG (ICPCG-92: The First China-Japan International Conference on Progress of Cutting and Grinding) として1992年11月23日から25日にかけて中国北京で開催された。同年は日中友好20周年にあたる記念的な年でもあった。会議はHonorary Chairmenとして中国側からZou Zehua教授およびYuan Zhejun教授、日本側からは中山一雄先生が就任され、Chairmenには中国側Chen Dingchang教授およびDeng Hongzhou教授、日本側からは鳴瀧則彦が代表として参加した。陳教授は論文集の序

- * 原稿受付 平成13年4月10日
 - ** 正会員 広島大学大学院工学研究科 (東広島市鏡山1-4-1)
 - *** 正会員 広島工業大学工学部 (広島市佐伯区三宅2-1-1)
- 鳴瀧則彦
1968年京都大学大学院工学研究科博士課程後期単位修得退学、工学博士。同年京都大学工学部助手、1969年広島大学講師、1970年同助教授、1980年同教授。難削材加工専門委員会委員長、専門は切削加工。

山根八洲男

1980年広島大学大学院工学研究科博士課程後期単位修得退学、工学博士。1995年広島大学工学部教授、現在に至る。専門は切削加工、工作機械

越智 秋雄

1974年広島大学大学院工学研究科修士課程修了、1990年広島工業大学助教授、現在に至る。博士(工学)。専門は切削加工、生産加工システム

文の中で、ICPCG という名前には「機械加工技術における切削と研削加工に関する研究の役割を今世紀のみでなく来世紀にもつなげたい気持ちが込められている」と述べられている。

会議の詳細は次節に譲るとして、元々日中間の機械加工に携わる研究者・技術者の情報交換の場としての会議の性格から、始終友好的雰囲気包まれ、これがその後続く会議に多数の参加者を集める大きな要因になったものと考えている。なお、会議開催中に実行委員会が開かれ、次回を1994年に上海で開催することが決められた。会議開催中に次回予定がアナウンスされるというこのスタイルは以後継承され、参加者は上海での再会を約し会議を終えた。

第2回は予定通り1994年9月26日から28日の日程で中国上海で開催された。前回と大きく異なった点は、第1回ではChina-Japanと正式名称に記載されているように、日中間での開催が強調されていたが、第2回では、The First Asia-Pacific and Second Japan-China International Conference on Progress of Cutting and GrindingとWorld Wideな性格を打ち出した点にあり、論文集の序文においてもこの間の事情が述べられている。日本側からは前回と比べ大幅な参加者の増加が見られ、総参加者数も第1回の61名からほぼ4倍の221名となった。ただし、論文数の増加につれ、提出された論文の水準についてはかなりの開きが見られ、非常に優れた論文が見られる一方、教科書に載っているような成果を記述した論文もあり、日本側の論文を集めた事務局としてはとまどいがあった。また、中国側参加者の大幅な増加により論文は提出されているものの発表が行われない論文もあり、プログラムの組み替えに中国側事務局は相当苦労されたようであった。

第3回は1996年11月19日から22日の日程で大阪で開催された。ICPCGとしては初めて日本側開催となり、参加費や旅費などの問題で中国側からの参加者が大幅に減少したが、最終的には国内から76名、国外から40名と国際会議の面目を保つことができた。ただし、日本側事務局は中国からの参加者に対するビザ等、会議の前準備の事務に追われ相当忙しい思いをした。ビザなしでお互いに行き来できる日が早くくることを切実に待ち望んでいる。

第4回は1998年10月5日から9日の日程でシルクロードの古都ウルムチおよびトルファンで開催された。第4回は当初中国西安で開催予定で企画されていたが、中国側からウルムチで開催したいとの希望が出され（これは以前ウルムチで幾つかの国際会議が開催され非常に好評であったとのことから中国側から急ぎ提案されたものである）、日本側事務局で検討した結果、開催に同意した。なお、この第4回は以下に述べるICPMTへの橋渡しであったという点で注目すべき会議であった。

第5回は、名称をICPMT (The Fifth International Conference on Progress of Machining Technology) と変えて、2000年9月16日から20日の日程で再び中国北京で開催された。名称変更の理由はICPCGとほぼ同時期

(1993年第1回、以後95年、97年)に始められたICMT (International Conference on Machining Technology) との調整がきっかけとなっている。ICMTも元々日本と中国の加工関係の研究者が情報交換の場として始めたものであり、精密工学会の加工関係の3つの専門委員会、切削加工専門委員会、重研削専門委員会および難削材加工専門委員会が日本側事務局としてお世話をしてきた経緯がある。この間、同じ性格を持つ国際会議を毎年開催するという疑問点が取り上げられ、1997年台北で開催されたICPE '97 (第3回ICMT) で98年以後ICPCGとの共同開催が確認された。ただし98年についてはすでにICPCGの側で開催することが決定されていたため、98年の第4回ICPCGはICMTが協賛という形を取り、2000年から一本化されることとなった。

次回ICPMTは2002年中国西安で開催されることが決定しており、本年9月頃から準備作業が始まると思われる。1992年の第1回ICPCGから数えて足かけ10年が過ぎた。この間、日中間の加工技術の情報交換の場という性格を引きずってきたが、そろそろ会議の性格を変える時期にきているのではないかと考えている。

ICPCGの果たしてきた役割は大きく2つある。1つはこれまでも述べた日中間の加工技術の情報交換の場としての役割、2つ目はわが国の若手研究者の英語による発表およびディスカッションの場の提供である。加工関係の国際会議は世界各地で毎年数多く開催されているが、国際会議に出席した経験がない若手にとって、英語で発表しディスカッションをするということは相当負担になる。特に欧米で開催される国際会議では、自分の発表が精一杯という若手が多いように思われる。ICPCGはこの点、英語のネイティブはむしろ少数派で、お互い何とか意志を通じようとしてJapanese EnglishあるいはChinese Englishを駆使して積極的に意見交換する場面が多いように感じている。諸外国に通用する若手研究者を育てるためにも、このような国際会議が精密工学会の中にあることは必要ではないかと考えている。ICPCG/ICPMTが若手研究者を育てるのにお役に立てられれば幸いである。

3. 過去5回の会議の詳細

3.1 会議の変遷

まず表1, 2に過去5回の会議の参加者数や分野別発表論文数を示す。初回は極めて小規模であった当会議が回数とともに大きく発展していることがよくわかる。以下に各会議ごとの具体的な内容を紹介する。

3.2 ICPCG 92

第1回は陳先生および鳴瀧により入念な準備が行われ、92年11月に中国の北京市で開催された。一般的にこの程度の規模の国際会議はホテルで開催されることが多いとのことであるが、この第1回は北京航空航天大学の逸夫科学館を会場として開催された。この歴史的なICPCG 92の

Opening ceremony (23日)の様子を図1に示す。現在から考えると極めて少ない発表件数であったものの、初めての国際会議を成功させようという中国側の大変な熱意が随所に感じられる有意義な学会であった。

キーノート講演は難削材加工用工具(鳴瀧), 超低速研削(岡山大学 中島, 塚本先生), FMSの制御とマネージメント(北京航空工芸研究所 Prof. Deng)の3件で, 一般講演では, 耐熱合金や従来型の難削材料の切削・研削加工が多く取り上げられており, この分野の伝統的な研究が多く見られた。

会議中には Welcome party, 雑技団の見学, Technical tour (故宮見学), Farewell Party 等が開催された。

Farewell party は25日に北京の中心部, 故宮の北側にある北海公園内のレストランで行われた。中国政府の方も加わり, 宮廷料理を囲んで歓談した。席上, 陳先生からその後今日まで使われている本会議のシンボルマーク(図2)の紹介があった。また, 参加者がそれぞれ自慢の歌声や各国, 各地方の民謡を披露したりして, 会議の成功を祝

図1 ICPCG 92 開会式。左から岡山大学中島利勝先生, 北京航空航天大学4代学長曹傳鈞先生, 鳴瀧則彦, 陳鼎昌先生

うとともに, 別れを惜しんだ。翌26日の Post conference tour では金沢工業大学の藤村先生ご夫妻, 岡山大学中島先生を始め, 多くの参加者が極寒の中, 万里の長城八達嶺や明の十三陵を訪れ, 壮大なスケールと悠久の時の流れに感動した。この第1回の会議は, 規模は小さいものの後につながる価値のあるものであったと思う。

なお, 後に述べるように, 会議に参加申し込みがなされ, 論文集に論文は掲載されているものの, 諸般の事情により講演が行われないものがいくつかあり, 当時はこれを大陸的な考え方と理解をしていた。

3.3 ICPCG 94

ついで第2回は, 94年9月に中国上海市で開催された。会場は中国でも有名な理工系大学の上海交通大学で, 上海市内の大学本部から少し離れた郊外の新キャンパスで実施された。図3に会場となった学術活動中心(Academic Exchange Center)および開会式(26日)の様子を示す。この会議は, 参加者も大幅に増加し, 中国各地や香港, 台湾から多くの方にご参加いただき, 現在の会議のスタイルが完全に確立されたようである。

キーノート講演は, 切削データの変遷(東洋大学上原先生), 切削時の材料変形の有限要素法解析(韓国 Prof. Kim), エンドミル加工時の欠損検出(台湾 Prof. Tarn), クロミアセラミックスの切削(シンガポール

図2 ICPCGのマーク。富士山, 長城, ドリル, 地球を表している。陳先生と学生の皆さんのデザインによる

表1 過去5回の会議の国別参加者数

参加国	ICPCG92	ICPCG94	ICPCG96	ICPCG98	ICPMT2000
日本	34	58	76	45	89
中国	26	*149	22	61	55
台湾	0	6	4	4	0
上記3国以外**	1	8	14	8	9
総参加者数***	61	221	116	118	153

* 香港4名を含む。

** 英, 米, 独, オーストラリア, ブラジル, シンガポール, 韓国ほか

*** 同伴者を含む場合とそうでない場合がある。

表2 分野別論文数*

分野	ICPCG 92	ICPCG 94	ICPCG 96	ICPCG 98	ICPMT 2000
新素材・難削材の加工	10	24	24	12	14
新しい切削・研削工具		5	5	20	16
切削・研削液		3	1	5	9
精密・超精密加工	3	4	5		14
高速切削		1	6		9
砥粒加工	11	13	22	7	17
新しい加工技術	7	16	8	11	16
工作機械とツールング技術	5	12	4	15	20
モニタリング	6	8	8	4	10
表面品位と加工品質	3	6	2	6	4
切削機構の解析・シミュレーション	6	13	10	3	21
製造・加工の自動化ほか	4	25	5	18	32
総論文数	55	130	100	101	182

* 講演が行われなかったものを含む。またキーノート講演はのぞく。

図3 ICPCG 94 会場の上海交通大学学術活動中心と開会式。左から中野，鳴瀧，中山，上原2人とんで袁，陳先生

Prof. Seah), 製造工程の生産性向上(香港 Prof. Yung), 高性能ドリルの形状(中国 Prof. Chen) の6件であった。一般講演の研究内容も第1回に比べて広がりを見せている。

前回の北京に比べるとまた趣の違った経済発展地域の大会での開催であり，28日の Technical tour では新開発の浦東地区を訪れた。29日には Post conference tour で上海市内の庭園や古いお寺を訪れた。

3.4 ICPCG96

過去2回を中国で開催したこの会議も次回はぜひ日本での話し合いが行われ，最終的に大阪が選ばれた。開催場所としてちょうど，この96年10月に大阪府和泉市に新規オープンした大阪府立産業技術総合研究所 (TRI 大阪) が選ばれた。このため，大阪大学花崎先生，京都大学垣野先生，大阪市立大学上神先生，関西大学熊谷先生，TRI 水谷先生(現近畿大学)をはじめ，多くの精密工学会関西支部の先生方に多大なご協力をいただいた。具体的には，開催の1年半前の1995年5月の専門委員会(広島)で第1回の準備会を開催，同年8月に大阪府豊中市，ついで96年4月および11月に現地で実行委員会を開催し，入念な準備を行った結果，成功裏に開催することができた。この会議あたりから本会を運営する各国事務局のメンバーが決まってきたように思われる。

また，本会議から山根八洲男の働きかけで英国ほかからの参加者が加わるようになり，会議内容が一段と充実するようになってきた。19日の開会式の後，Toller (Rolls-Royce UK), Donmez (National Institute USA), 鴻野(住友電工), Yuan (Harbin Ins. Tec. China) 各位の Invited lectures が行われた。一般講演では，日本からの参加者が増えたこともあり，研削加工が大幅に増加，また工作機械の新しいメカニズムや加工時の計測など，コンピュータを利用した高能率化，自動化が目立つようになってきたようである。

図4 ICPCG 96 の Welcome party であいさつされる中山先生と法隆寺でのスナップ

会議の後，22日には Post conference tour で森精機株式会社伊賀工場を訪れ，最新の工作機械製造ラインを見学，その後晩秋の法隆寺を訪れ日本文化に触れていただいた。図4に Welcome party および Tourの様子を示す。

このような国際会議を日本で開催する場合，参加国の事情によっては経済的に困難がある場合があり，近隣の国からの多数の参加が難しくなることが考えられる。さらに学会終了後も含めて参加者の宿泊場所や見学先などを様々な事情を考慮してきめ細かく設定する必要がある。大変な労力が学会以外にも必要で，事務局では多くの課題を解決するのに相当な労力を必要とした。

3.5 ICPCG 98

ICPCG 96の席上での話し合いにより，中国西安市で開催されることが内定していたこの ICPCG 98も最初の Announcement では，開催地が同じ中国の西域，新疆ウイグル自治区のウルムチ，トルファン地域に変更されていた。先の事情を知らない一般の参加者にとっては当初，あまり聞いたことのない地名で，なぜこのような変更が行われたのか理解に苦しんだが，当地を訪れてみてシルクロードの西側の地であることがわかり，一同大いに感激した。

会議は西域の大会ウラムチ市のホテル Holiday Inn で行われた。5日に開会式，5件のキーノート講演，フラットラッピング(台湾 Prof. Chen), β チタン合金の加工(越智)，コーテッド工具によるニッケル基合金の加工(Prof. Ezugwu 後述)，仮想軸工作機械(北京航空航天大学 Prof. Chen Wuyi)，セラミック・シリコンの延性モード研削(オーストラリア Prof. Zhang)が行われた。キーノートにおいても，一般講演においても，難削材加工では，被削材が第2世代に入ってきていること，延性モード加工のように時代にそった加工技術，工作機械の制御技術さらには環境を考慮した油剤やその供給法の発表が目立つ

図5 ICPCG 98で訪れたウルムチ近郊の名勝天池。岡山大学・大橋一仁先生撮影

図6 Welcome partyで活躍されるLadies

ようになってきている。

6日には京都大学垣野先生の工作機械の知能化と高速化に関する講演を基調としたシンポジウム等があり、8日にウルムチからバスで雪を戴く雄大な天山山脈を見ながらトルファンへ移動、緑州賓館（Oasis hotel）で事務局会議等を開催した。9日には旧跡や世界的に有名な葡萄園、民族舞蹈等を見学した後、Farewell partyを行い、夜行列車（空調特快寝台車）で柳園駅まで移動、敦煌見学という実に贅沢なコースをたどった。

極めて遠方での開催となったが、交河故城、火焰山といった同地域の旧跡や風物、帰路に立ち寄った敦煌の莫高窟などなかなか訪れる機会の少ない世界遺産級の名所旧跡も数多く、参加者の方にはこの点でも十二分に喜んでいただけたのではないと思われる。ICPCG 98の詳細をこのわずかなスペースで紹介することはとうてい不可能であるが、感動的な一例としてウルムチ近郊の名勝天池を図5に示す。

また、本記事の趣旨とは少し離れるかもしれないが、会議ごとにご参加をいただき、活発な活動をされ、友好的な雰囲気作りにご助力をいただいている Ladies メンバーの Welcome party での様子を図6にご紹介しておく。

3.6 ICPMT 2000

5回目の会議は昨年9月に中国北京市で開催された。開催場所はICPCG 92でも日本側の宿所に指定されていたアジア最大級のホテル友誼賓館（Friendship hotel）で、ホテル内の北京科学会堂という国際会議などによく利用される建物で実施された。図7に記念写真を示す。

この会議では、日本側からの参加者が中国側の参加者を上回り、さながら精密工学会の加工分野の北京学術講演会

図7 ICPMT 2000 集合写真

の感があった。16日の開会式に続くキーノート講演では北京航空航天大学の張先生のドリルの振動切削、京都大学垣野先生の最近の日本の自動車製造技術に関する講演が行われた。18日には清華大学見学、19日のシンポジウムは懐しい北京航空航天大学に場所を移し、新たに建築された会場で行われた。そのテーマは、新しい超硬ドリルとドリル加工技術（ダイジェット工業 高氏）、PCBN 工具による焼入れ鋼の超精密切削（住友電工 若林氏）、高生産性工作機械の動向（Little Giant Machine Tool Co. およびヤマザキマザック社）、高速ミーリングの問題点（山根八洲男）の4件で、活発な質疑応答が行われた。

一般講演では、難削材料の加工に加えて、特にコーティングを中心とした新しい工具材料、環境を考慮したMQL加工関連、工作機械の高速化・高精度化・知能化などが目立ち、ICPMTの名前にふさわしく、生産加工の多くの分野が網羅されていた印象であった。

また、Farewell partyの席上で、会議開催準備から10年を経たことを記念して、運営に努力された方々が中国科学技術省承認の表彰を受けられた。この様子を図8に示す。

4. 国際会議の問題点

このように順調に開催されてきたこの国際会議も、事務局から見るといくつかの問題点を抱えている。まず、時代の変化に伴い、会議開催の趣旨が変わってきた。精密工学会誌に掲載されたICPCG 92の講演募集には、「日中国交正常化20周年を記念して」との言葉があり、両国の加工技術者の情報交換を第1の目的としていたが、その後、年数がたつにつれ、日本からの参加者も増え、他国からの参加者も加わり、国際会議としての形式や内容が重視されるようになってきた。

また、前述のように、受理された論文のすべてが講演されているわけではないことも問題である。精密工学会の大会でもし講演が行われなかった場合は論文集に講演中止の印が押され、その事実を明確にするようになっている。ところが、参加国の事情によっては、論文を送し、それが受け付けられ、論文集に掲載されればそれで研究業績と見なされる場合があると側聞している。具体的な例とし

図8 ICPMT 2000 Farewell party で行われた表彰式。
左から白樫，花崎先生ついて鳴瀧

図9 白熱した議論を冷却するために扇子を渡す山根。
右前が Prof. Ezugwu

て、会議終了後に、論文は提出したものの会議に参加しなかった研究者から、「自分の論文はちゃんと掲載されているか、またそのページを知らせよ」とのメールが届いた場合もある。このようなことは、自分の研究成果を国際的な会議の席上で真摯に問いたいと思う研究者や、会議で参考となる情報を得ようと特に遠方から貴重な時間を費やして参加された研究者、企業関係者に対しては、極めて申し訳ないことであり、ポスターセッションの併用など何らかの対策が今後必要であろう。

なお、このような熱心な参加者の一人として、96年から本会議に参加していただいている Prof. Emmanuel. O. Ezugwu (South Bank University UK) の ICPMT 2000 における Discussion の様子を図9に示しておく。

また、業績との関連については、提出された論文の査読の実施法も問題である。現在では日本および中国側の2機関でそれぞれ査読を行っており、両者の基準に差が生じることが考えられる。これが原因となって、論文集の内容がそれほど高く評価されにくくなる可能性もある。

さらに本会議では参加者に当初から一貫して6ページのフルペーパーをお願いしているが、せっかく優れた論文を作成しても Proceedings では単なる口頭発表と評価されるのが一般的である。この点、会議終了後に、優れた内容の論文 (Excellent papers) を選んで論文集を発行する (Publication) ことも検討する必要があるだろう。この場合、発行元や発行方法をどうするのか。インターネットによる開示や CD-ROM の利用も考えられる。このような新しいメディアでの論文の発行は、研究業績として認められにくいとのこともあったようであるが、PDF のような形式を

利用し、オーソライズされた機関からの発行とすることにより、今後評価が徐々に変化していくことも十分考えられる。

いずれにしても、こうした課題を一つずつ解決していくことが今後の会議の発展につながると考えている。

5. ま と め

以上、難削材加工専門委員会がかかわってきた国際会議についてご紹介をした。いくつかの問題を抱えてはいるものの、10年前に第1回の ICPCG 92 で発表を行われていた大学院生の方や卒業後間もない若手の研究者の方々が、今では精密工学会の中堅研究者として活躍されているのを見ると、今後の本会議のあり方として、有名研究者の集まる著名国際会議となることよりも、むしろ若手研究者の国際会議への登竜門となることを目指す方向も考えられる。できるだけ若い時期に国際会議での発表を経験し、国内外の研究者に対して自身の研究のプレゼンテーションを行い、その内容を多くの人に知ってもらい、加工技術を基盤とした国際的人間関係を築いていくことのすばらしさは研究者として何物にも代え難い。そのためにも若手に限らず、中堅研究者や Retired experts の方々にも積極的に参加いただき、若手を育てる場として本国際会議を利用していただきたいと強く願ってやまない。この会議がここまで続けてきたことは、先にも述べたような友好的な雰囲気を造っていただいた多くの参加者の皆様方および会議ごとに多大なご協力をいただいた企業の皆様のおかげと思っており、この場を借りて関係各位に厚くお礼を申し上げたい。