

## 平成18年度国内外動向調査の調査概要

マイクロマシンセンターで平成18年度に実施した国内外技術動向調査は、IEEE MEMSを対象に今まで行ってきた調査報告書及び各年の Technical Digest をベースに、過去6年間の国内外の研究技術動向推移について調査研究した「MEMS2001～MEMS2006の研究動向推移」、及びその続きとしての「MEMS2007分野別技術動向」の2つから構成されている。その全体概要を以下に示す。

なお、本調査委員会各委員により実施された分野別動向の詳細内容については別途「平成18年度分野別動向調査報告書」を参照されたい。

### 1. MEMS2001～MEMS2006の研究動向推移

今年で20回目を迎えた IEEE の MEMS 国際会議のうち、MEMS2001から MEMS2006までの6年間を対象とした分野別研究動向推移についての Review 調査結果を報告する。

国内外技術動向調査事業の中で、毎年本国際会議に関して調査を実施しているが、6年前の平成12年度にこの前期間としての1996年から2000年の研究動向 Review を行っており、定点観測としての一区切りとして本年度実施したものである。この MEMS 国際会議はある程度広範な地域、分野を対象としていること、各回の報告件数が200件前後と各分野別の発表件数を集計して定量的なデータを評価することが可能であること、日本からの参加者が比較的多いため容易にプロシーディングス入手・閲覧可能なことなど調査対象としての有効性から、調査対象として選定した。

表2-1に対象会議の一覧を示した。開催地域は米国、アジア、欧州及の持ち回りで、特にアジアは従来日本での開催のみだったが、イスタンブールが加わった。また、発表件数は増加傾向であり、前期間1996～2000年の報告件数平均100件に比較して倍増している。

表2-1 Review 対象とした MEMS 国際会議

対象会議	開催地	日程	発表件数
MEMS2001	インターラーケン (スイス)	2001年1月21～25日	147件
MEMS2002	ラスベガス (アメリカ)	2002年1月20～24日	180件
MEMS2003	京都 (日本)	2003年1月19～23日	176件
MEMS2004	マーストリヒト (オランダ)	2004年1月25～29日	215件
MEMS2005	マイアミビーチ (アメリカ)	2005年1月30～2月3日	219件
MEMS2006	イスタンブール (トルコ)	2006年1月22～26日	239件

図2-1に地域別の発表件数の推移を示した。地域分類のうち北米はアメリカとカナダ、アジアは日本以外のアジア諸国とした。表2-1と総合して見ると開催地域からの報告が多いことがわかる。また、オランダでの開催を除くと欧州の発表件数が少ない傾向がみえ日本と日本以外のアジアの和であるアジア全体より少なくなっている。イスタンブールでの開催はヨーロッパに近いいため件数は増えているが、アジアとの比較は同傾向である。

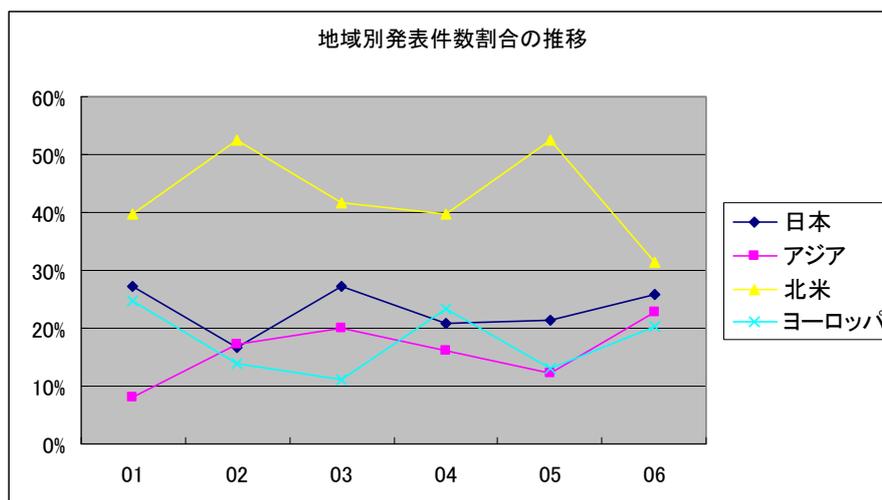


図2-1 地域別の発表件数の推移

また、図2-2は大分類別の発表件数推移で「1. 基礎研究分野」、「2. 応用分野」の発表件数割合の推移を示す。

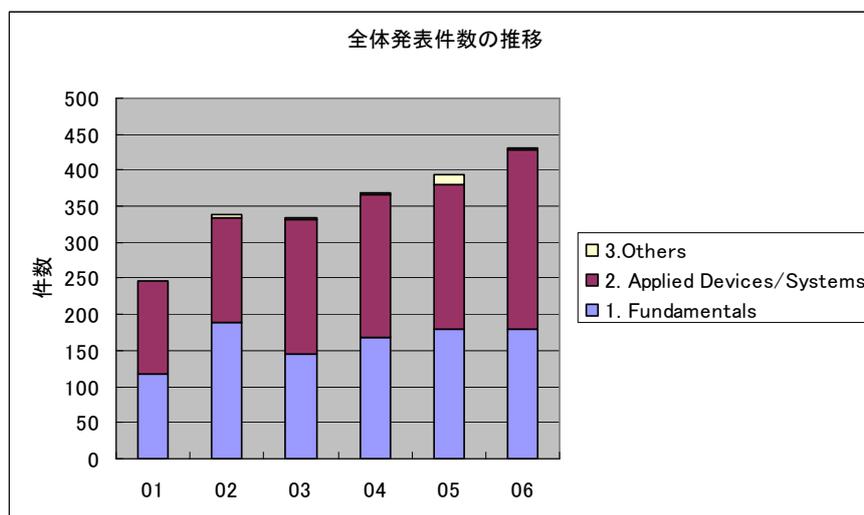
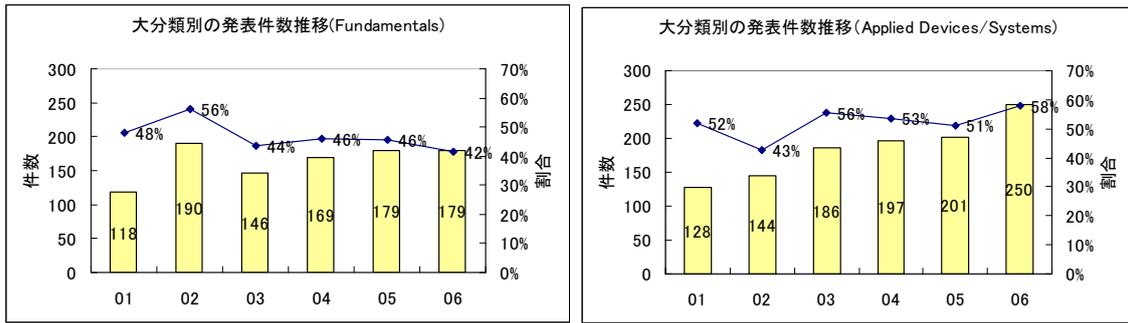


図2-2 大分類別の発表件数推移



(1) 基礎研究分野

(2) 応用分野

図 2-3 大分類別発表件数割合の推移

発表件数自体の増加傾向に比して、「1. 基礎研究分野」の割合が減少傾向にあり、「2. 応用分野」の割合が増えている。小分類毎にその傾向はことなり、基礎研究分野では 1-2 Fabrication Technologies(non-Silicon)、1-4 Actuators (Electrostatic, Piezoelectric...etc)、1-6 Design and Modeling は増加傾向となっていた。参考として、図 2-3 に (1) 基礎研究分野、(2) 応用分野それぞれの発表件数割合の推移を示した。

## 2. MEMS 2007 分野別技術動向調査

平成 18 年度下期の分野別動向調査は、MEMS 2007(20th IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems)とした。20 回目にあたるこの会議は、2007 年 1 月 22 日 (月)～25 日 (木) の日程で、神戸・ポートピアホールにて開催された。

### 【参加者数】

参加者数は例年と同程度で 665 名 (22 カ国) であった。内訳としてはオープニングセッション報告によれば、欧州が 102 名、北米が 136 名、アジアが 401 名であった。地元開催ということもあり日本からの参加者数は全体の 1/3 (事前登録者リストから算出) を占めており、各会場とも講演者、聴講者として多くの日本人が見られた。参加者の所属は大学・研究機関が 74%、企業 26%であった。

### 【論文投稿数と採択率】

投稿件数は 611 件と昨年の 789 件から大幅に減少している。地域別投稿数を見るとアジアが 328 件と全体の 54%を占めており、北米は 165 件、欧州は 117 件であった。採択率は全体で 36%、地域別では北米が 42%、アジアが 26%、欧州が 57%であった。欧州の採択率が昨年の 22%から今年大幅に向上していることは特筆すべきことである。採択率全体としては昨年 (30%) より高くなってはいるものの、依然として論文に対するオリジナリティーが求めていることがわかる。

### 【論文発表件数】

611 件の投稿論文から 221 件の論文が採択され、オーラル 43 件、ポスター178 件の計 221 件の発表と招待講演 3 件をあわせて計 224 件がシングルセッションで行われた。発表件数を地域別に見ると北米が 71 件と最も多く、日本が 64 件、アジアが 47 件、欧州が 42 件となっていた。国別発表件数を見ると 18 カ国の国々から発表がなされ、トップは米国の 68 件(昨年 80 件)、2 位は日本の 64 件(昨年 59 件)、3 位は韓国の 19 件(昨年 24 件)、4 位はドイツの 15 件(昨年 16 件)、5 位は台湾の 14 件(昨年 22 件)であった。米国がこの 2 年間減少傾向にあること、また昨年激増した台湾が減少している、などが特徴にあげられる。

### 【発表研究機関】

18 カ国の研究機関から発表がなされている。トップは東京大学の 27 件、二位は立命館大学の 12 件、三位は米国のミシガン大学の 10 件、四位はドイツのフライブルグ大学の 9 件、五位は韓国の KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology)、台湾の清華大学の 8 件、七位がカルフォルニア大学バークレー校の 7 件、八位は東北大学、米国のジョージア工科大学、王立工科大学の 7 件、であった。日本からは、他に京都大学、九州大学の 4 件、早稲田大学、名古屋大学の 2 件、等の発表があった。全発表の 94%が大学等の研究機関からの発表であり、企業からの発表は 6%である。日本企業からの発表は (株) デンソー、(株) 日立製作所、三菱電機 (株)、スタンレー電気 (株)、太陽日本酸素 (株)、の 5 社からであった。

### 【分野別発表件数】

大分類別に見ると、Applied Devices/Systems が 51%、Fundamentals が 49%とほぼ同程度となっていた。昨年との比較では日本の Fundamentals が増加していること、欧州の Applied Devices/Systems が大幅に減少していることは特筆すべき点である。

小分類別に見ると、Fabrication(non-silicon)、Fluidic、が多く、続いて Material、Fabrication(Silicon)、となっている。例年件数の多い Actuator が少ないことは特徴にあげられる。地域別に見ると日本は Fabrication Technologies(non-Silicon)、Material が多い。米国は RF-MEMS、Fluidic が多く、Fabrication Technologies(non-Silicon)、Material、については日本に追従する傾向を示す。欧州およびアジアについては広範囲な分野をカバーしていることが伺える。

### 【研究内容】

非シリコン関連の材料・製法・デバイスに関する発表が多く、特に parylene、PDMS、SU8 などのポリマー系材料に関する発表が非常に多いことは今回の大きな特徴といえそうである。Parylene の電気絶縁性、耐熱性などすぐれた物理特性、化学安定性に加え、生体親和性の機能を活かした製法やデバイスに関する発表が多い。例えば東京大学から発表されたバイオ分野応用を視野に入れ、有機 LED を薄膜パリレンで包みこんだプローブを作った「FLEXIBLE ORGANIC LEDS WITH PARYLENE THIN FILMS FOR BIOLOGICAL IMPLANTS」等の発表がその一例である。これら非シリコン材料・製法の研究は異種材

料融合技術として今後も積極的に研究されるものと思われる。

企業からの発表は全体の6%と僅かであるものの、製品に直結したMEMSデバイス製造法に関して国内外の企業から発表がなされており実用化段階への進展を印象付けるものであった。独 Robert Bosch GmbH から SiGe を取り込む新しい方法で先に製作された CMOS 部に影響を与えない温度にて MEMS を形成する手法と角速度センサーに適用した事例についての報告「A 10  $\mu$ m Thick Poly-SiGe Gyroscope Processed Above 0.35  $\mu$ m CMOS」がその一例である。

表 1. 学会参加者数

		2003	2004	2005	2006	2007
		京都	マーストリヒ	マイアミ	イスタンブール	神戸
事前登録	アジア		178	162	200	401
	米国		118	376	141	136
	欧州		247	104	144	102
	合計	513	543	642	485	639
最終参加者		660	650	702	646	665

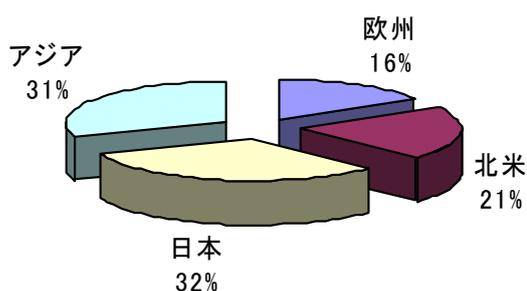


図 1. 学会参加者数の地域別内訳  
(配布された事前登録者リストより)

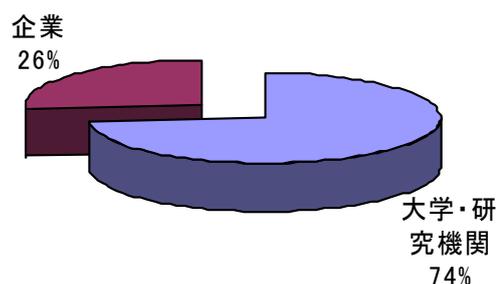


図 2. 学会参加者数の所属別内訳

表 2. 投稿論文件数と発表件数

	投稿件数	発表件数	採択率 %	口頭発表	ポスター	招待講演
2003	500	176	34.8	22	151	3
2004	629	217	34.2	41	173	3
2005	750	219	28.9	41	175	3
2006	789	239	30	42	194	3
2007	611	221	36.2	43	178	3

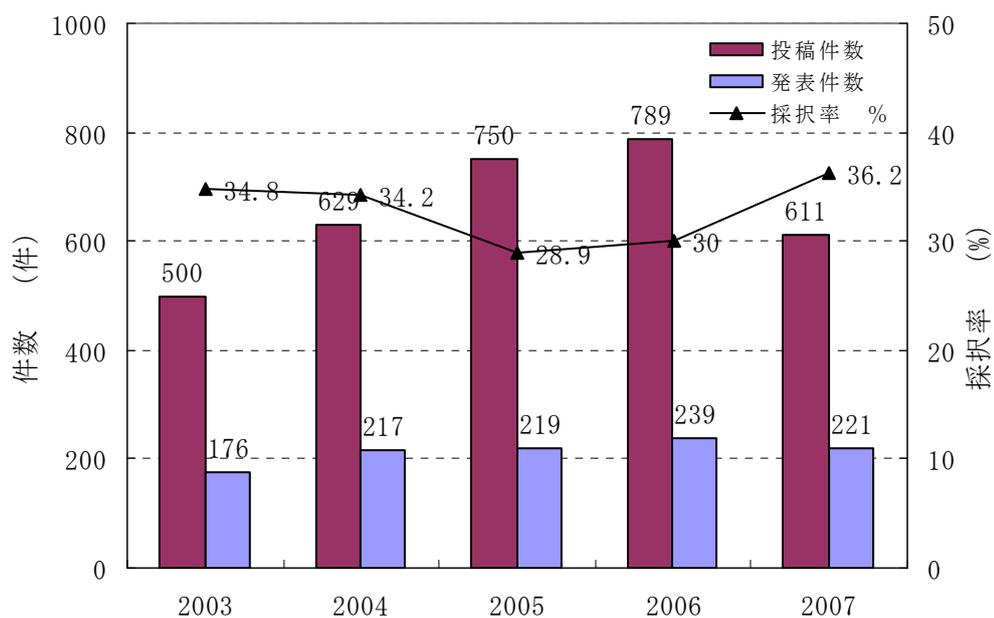


図3. 投稿論文件数と採択率

表3. 地域別論文採択率

(オープニングセッション発表データより)

	投稿件数	採択論文数	採択率%
アジア	328	85	25.9
北米	165	69	41.8
欧州	117	67	57.2

表4. 発表論文件数の地域別内訳

	2003	2004	2005	2006	2007
日本	49	49	47	59	64
アジア	37	33	28	51	47
北米	71	81	108	82	71
欧州	19	53	35	47	42
その他			1		

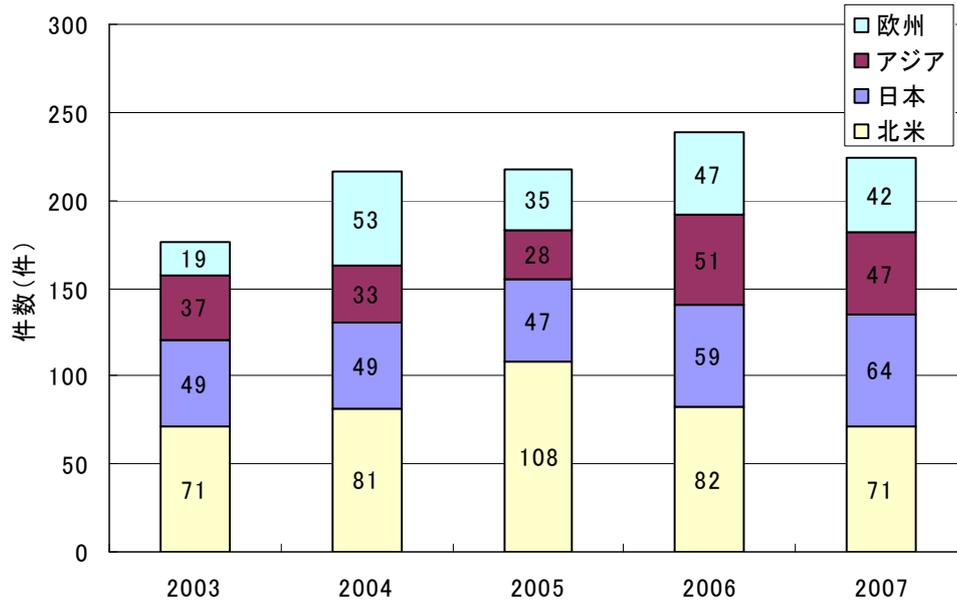


図4. 発表論文件数(地域及び年代別)

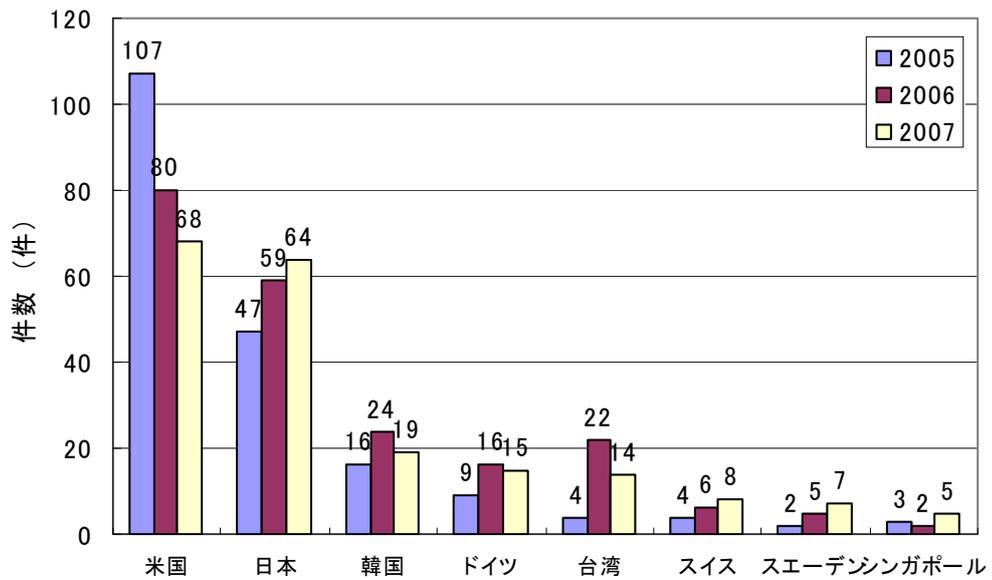


図5. 国別論文発表件数

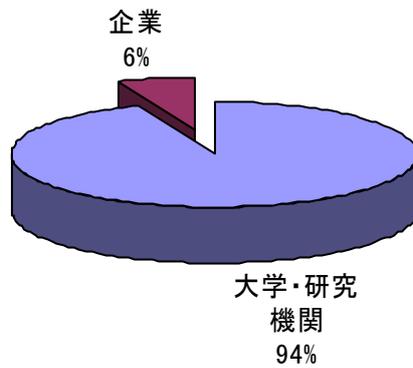


図6. 研究発表機関の割合

表5. 発表件数の多い研究機関

研究機関	国	件数
東京大学	日本	27
立命館大学	日本	12
University of Michigan	米国	10
University of Freiburg	ドイツ	9
KAIST	韓国	8
National Tsing Hua University	台湾	8
University of California at Berkeley	米国	7
東北大学	日本	6
Georgia Institute of Technology	米国	6
Royal Institute of Technology	スウェーデン	6
Nanyang Technological University	シンガポール	5
ETH Zurich	スイス	5
九州大学	日本	4
京都大学	日本	4
University of Southern California	米国	4
Stanford University	米国	4
California Institute of Technology	米国	4
University of California, Los Angeles	米国	4
IMEC	ベルギー	4
KIST	韓国	4
University of Minnesota	米国	3
Hong Kong University of Science and Technology	香港	3
National Cheng Kung University	台湾	3
Bosch	ドイツ	3
EPFL	スイス	3

\* ) 上記の件数はトップオーサで発表したもののみをカウント

表6. 分野別地域別発表件数集計

分野			日本	アジア	北米	欧州	合計
1. Fundamentals	1-1	(1) Fabrication Technologies(Silicon)	10	5	9	8	32
	1-2	(2) Fabrication Technologies(non-Silicon)	27	10	26	7	70
	1-3	(3) Packaging Technologies	3	5	7	5	20
	1-4	(4) Actuators	10	9	6	3	28
	1-5	(5) Design and Modeling	8	8	4	7	27
	1-6	(6) Material	13	3	11	6	33
	1-7	(7) Others	1	2	2	1	6
	合計			<b>72</b>	<b>42</b>	<b>65</b>	<b>37</b>
分野			日本	アジア	北米	欧州	合計
2. Applied Devices/Systems	2-1	(1) Mechanical Sensor	5	6	7	7	25
	2-2	(2) Radiation/Material Substance Sensor	3	0	2	0	5
	2-3	(3) Fluidic	15	9	20	5	49
	2-4	(4) Biomacromolecules	5	6	7	3	21
	2-5	(5) Cells & Subcellular components	7	4	5	1	17
	2-6	(6) Tissue/Organ & Medical Applications	7	4	5	5	21
	2-7	(7) Optical	6	9	7	6	28
	2-8	(8) RF-MEMS	1	7	9	4	21
	2-9	(9) Power-MEMS	2	5	3	2	12
	2-10	(10) Others	7	5	6	4	22
合計			<b>58</b>	<b>55</b>	<b>71</b>	<b>37</b>	<b>221</b>
3. Others	3-1	(1) 上記分類に該当しないもの	3				3
総計			<b>133</b>	<b>97</b>	<b>136</b>	<b>74</b>	<b>440</b>

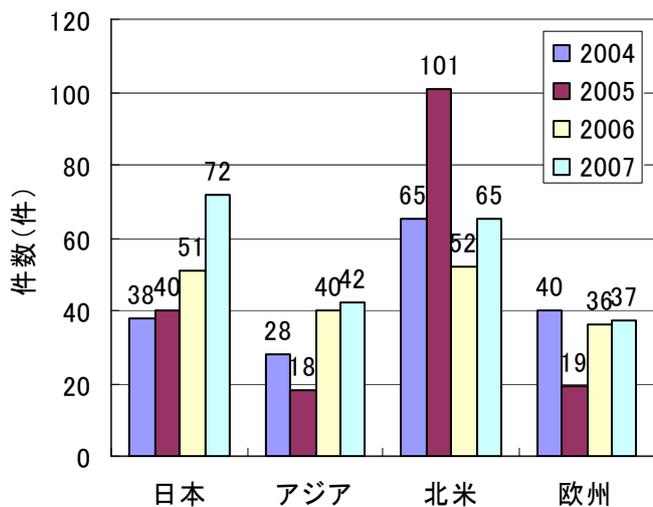


図 7. Fundamentals  
地域別発表件数

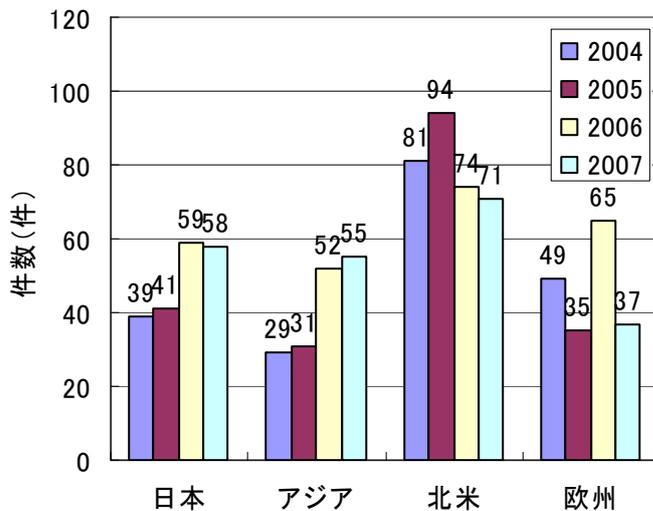


図 8. Applied Devices/Systems  
地域別発表件数

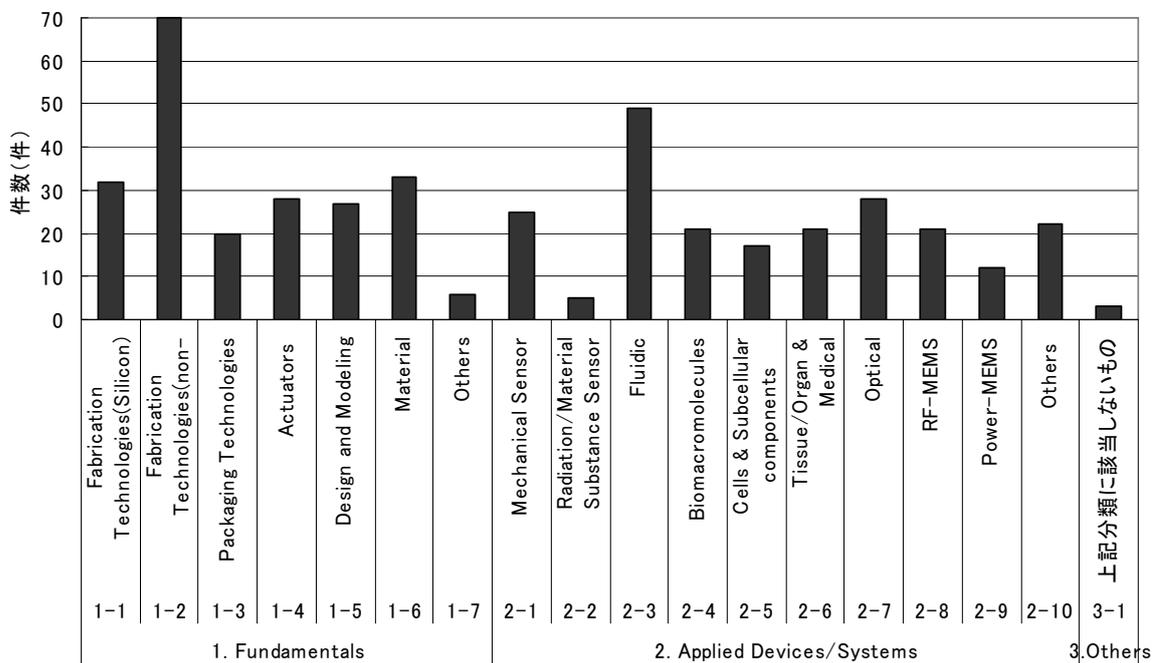


図 9. MEMS 2007 小分類項目別の発表件数

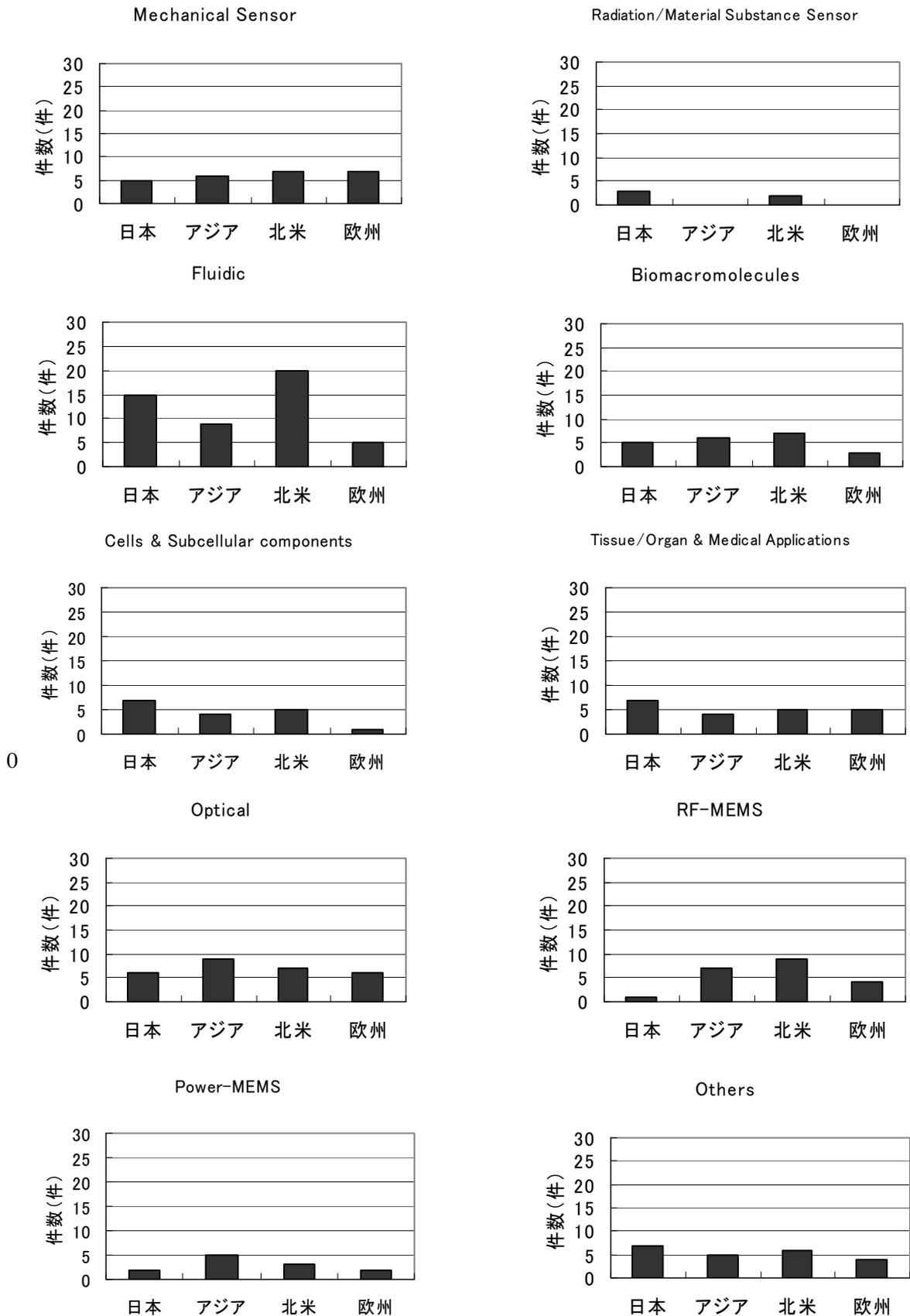


図 10. 応用分野についての地域別発表件数

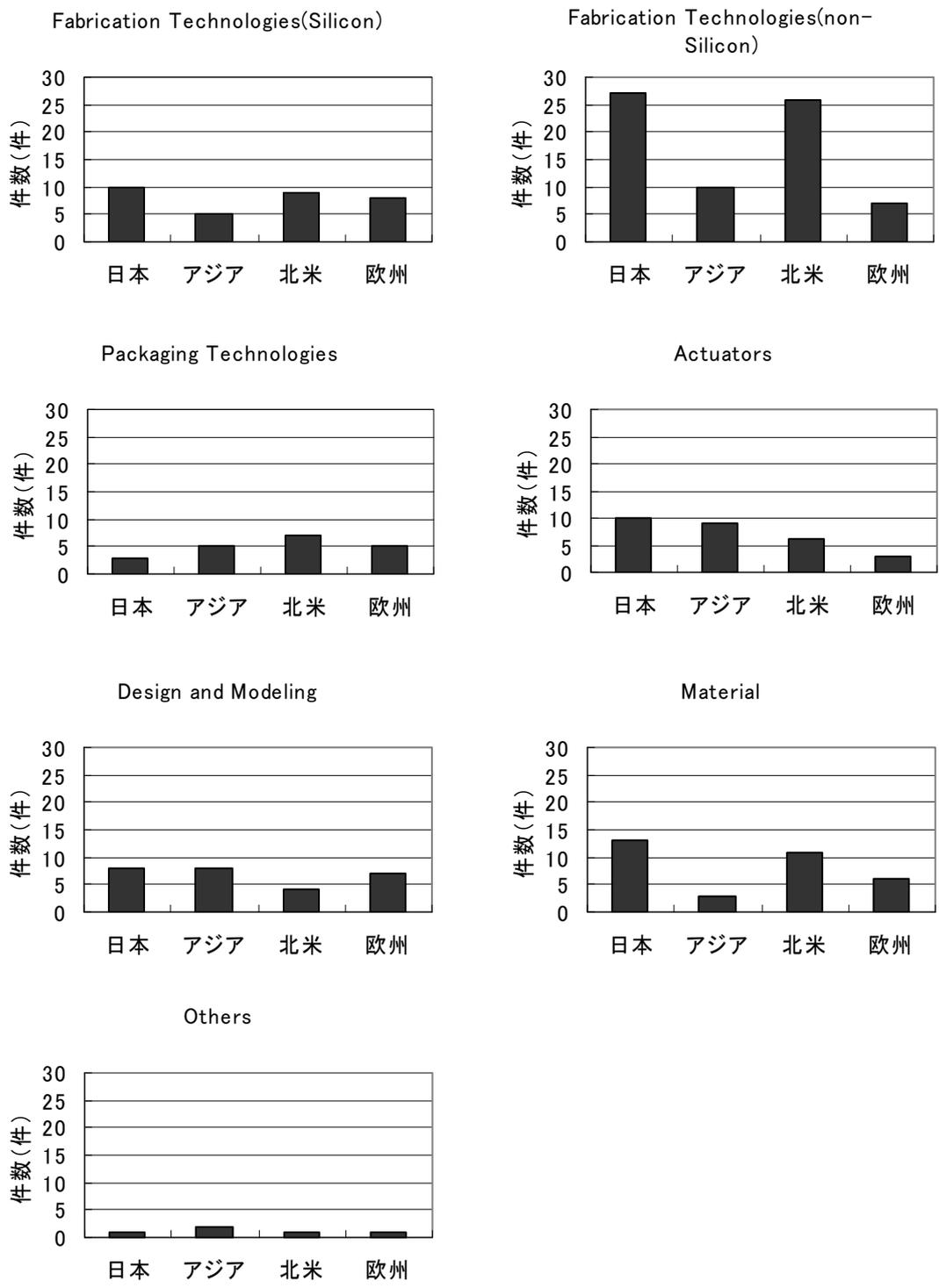


図 11. 基盤技術分野についての地域別発表件数