

日本セラミックス協会の年会発表タイトルから ガラス研究の動向を探る

京都大学化学研究所

徳田 陽明

Tokuda, Yomei

Institute for Chemical Research, Kyoto Univ.

2010年3月22(月)~24(水)の日程で日本セラミックス協会の年会が東京農工大学にて開催された。今年は折からの暖冬のため、桜がチラホラと咲く中での開催となった。日本セラミックス協会の会員減少が危惧される中、参加登録者数は最大級の盛況であった(参加者数1150名。日本セラミックス協会の集計)。

筆者はガラス材料関連の全ての講演を聴講できたわけではないので(講演が平行で開催されているため&筆者が他部会にも出席しなければならなかったため)、個別のトピックスに対する報告は行わない。その代わりに過去の年会(1970, 1980, 1990, 2000年)のプログラムを入手し、タイトルからキーワードを拾い出して統計的に処理し、ガラスに関する研究がどのように変遷しているのか、ということについての検討を行った。今年(2010年)であり、区切りの年である。俯瞰的な観点からガラス研究について考える材料を提供したい。

集計方法

1970, 1980, 1990, 2000, 2010年の日本セラミックス協会年会の口頭発表タイトルについて

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄
TEL 0774-38-4721
FAX 0774-33-5212
E-mail: tokuda@noncry.kuicr.kyoto-u.ac.jp

評価を行った。全ての発表タイトルからキーワードを抜き出して集計した。発表タイトルに含まれる元素名等(表1)については以下のように取り扱った。単にガラスと記されている場合には、典型元素を含む酸化物のバルク体として扱うこととし、成分中に酸素以外のアニオンが含まれている場合には全て非酸化物に分類した(例:オキシナイトライドガラスは非酸化物に分類)。カチオンは典型元素、遷移金属元素、希土類元素に分類した。また、有機官能基が含まれる場合には、有機基に分類した。試料の状態について巨視的な分類(バルク, ファイバ, 薄膜, 融液)と微視的な分類(均質, 多孔質, 相分離, 結晶化, 単結晶・多結晶)を行った(表2, 3)。物性, 構造解析の手法, 製造技術のまとめをそれぞれ表4, 5に集計した。ここで、製造技術としてのゾルゲル法は幅広く用いられており、タイトルに顕わに表記されていないケースが多かったが、タイトルから判断できるものについては計数した。

例えば、「高屈折率有機-無機ハイブリッド材料の紫外吸収スペクトルとX線動径分布解析」というタイトルからは、酸化物1, 典型元素1, 有機基1, バルク1, 光学的1, 静的構造1のように計数した。この例のように1つの研究発表中に同種の検討を2つ以上(例の場合だ

表1 試料の化学的組成。各年度の発表件数を100と見なした場合のキーワード毎の度数（度数＝頻度×100／当該年度の発表件数）を表記した。

年度	アニオン		カチオン				その他
	酸化物	非酸化物*	典型元素	遷移金属	希土類	貴金属	有機基
1970	69	19	85	23	0	4	0
1980	92	8	98	13	2	4	0
1990	71	25	96	11	6	2	3
2000	85	6	92	13	26	2	6
2010	78	14	94	23	30	4	12

*構成元素に酸素以外のものが含まれている場合は、ここに分類した

表2 試料の外観による分類

年度	バルク	ファイバ	薄膜	融液
1970	69	0	0	4
1980	90	4	2	4
1990	85	0	7	2
2000	60	3	19	3
2010	77	1	7	3

表3 試料の微視的状态による分類

年度	均質	多孔質	相分離	結晶質	結晶化ガラス
1970	46	8	0	0	4
1980	71	4	8	0	8
1990	71	5	4	1	18
2000	69	2	5	3	10
2010	65	10	4	17	9

表4 研究対象となった物性による分類

年度	熱的	機械的	光学的	磁氣的	電氣的	耐久性	状態図*
1970	4	4	4	0	8	12	8
1980	6	8	10	2	4	8	2
1990	2	5	12	0	4	6	2
2000	3	11	42	0	2	2	2
2010	4	6	58	3	0	3	0

*熱力学的状態図およびガラス化範囲の両者を含む

表4 (続き) 研究対象となった物性による分類

年度	イオン伝導	電気化学	触媒	分離	泡・均質性	生体親和性*	粘弾性
1970	0	15	0	0	8	0	0
1980	15	0	0	0	2	0	10
1990	5	0	0	1	0	7	4
2000	2	2	2	2	0	0	2
2010	0	3	3	1	0	0	0

*2000年以降は生体関連セラミックスセッションでの講演が盛んとなったため、計数されていない

表5 構造解析, 製造技術に関する研究の度数分布

年度	構造解析		製造技術			
	実験的	計算	一般	加工	熔融法*	ゾルゲル法*
1970	23	0	4	0	100	0
1980	23	0	2	0	96	4
1990	27	4	0	0	79	21
2000	10	3	2	2	76	24
2010	13	1	0	3	71	29

*熔融法、ゾルゲル法によって作製された場合に計数した

と、構造解析として紫外吸収スペクトルと X線動径分布解析) 行っている場合には1件として集計した。

集計結果

1970, 1980, 1990, 2000, 2010年の発表総件数は、それぞれ26, 52, 95, 62, 69件だった。年度ごとの発表件数のばらつきによる影響を除くため、発表件数を100とした場合の度数(四捨五入済み)として表1~5の各欄に記載した。なお、表3における結晶質と分類したものはガラス材料ではない。セラミックス協会における研究発表の分類がガラスからガラス/フォトリソ材料となったため(2000年以降)、フォトリソ用の結晶材料の発表が行われているためである。また、2000年より生体関連セラミックスのセッションが新規に設けられ、試料の性質が筆者にはわからないものが多いため

(ただし結晶質のものが多い)、今回の集計から除外した。化学組成、試料の状態、物性についての年度毎の推移を図1~3に示した。件数の和が100になるべき項目の組み合わせが複数あるが、100より小さな値となっている場合がある。これは、タイトルのみからでは分類項目が判断できなかったためである。また、和が100を越えたケースは、一つの発表タイトル中に複数の項目を含むものがあったためである。

考察

図1および表1より、希土類元素、有機基を用いて組成設計する研究が年々増加していることがわかる。図3より光学的物性に関する研究が増加していることから、相関をみるために、光学的物性の度数に対して、希土類元素、有機基の現れた度数を図4にプロットした。また、相関係数を求めたところ、それぞれ0.99,

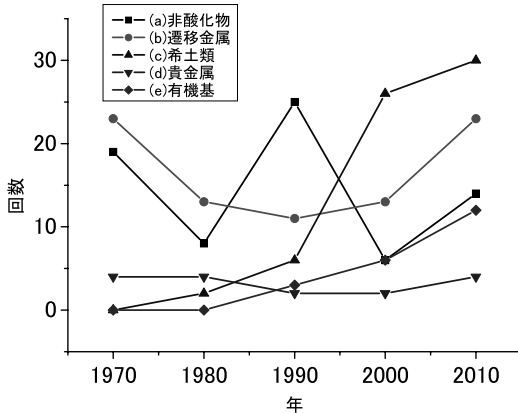


図1 研究対象となった試料に含まれる化学種 (a) 非酸化物、(b) 遷移金属元素、(c) 希土類元素、(d) 貴金属元素、(e) 有機基

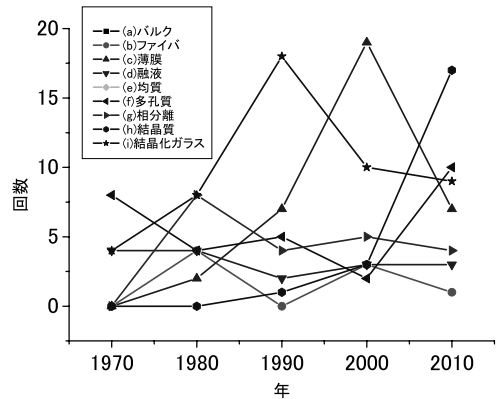


図2 研究対象となった試料の外観および微視的状态 (a) バルク体、(b) ファイバ、(c) 薄膜、(d) 融液、(e) 均質、(f) 多孔質、(g) 相分離、(h) 結晶質、(i) 結晶化ガラス

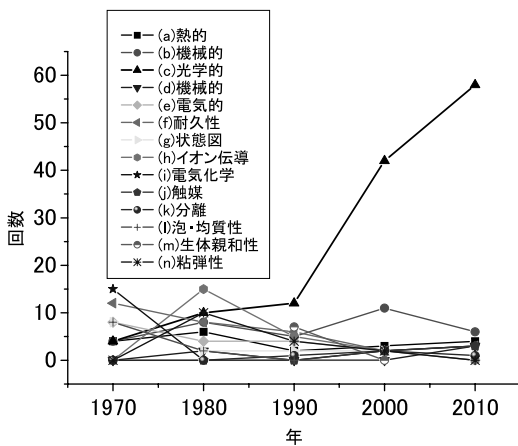


図3 タイトルに現れた物性に関するキーワード (a) 熱的、(b) 機械的、(c) 光学的、(d) 機械的、(e) 電氣的、(f) 耐久性、(g) 状態図、(h) イオン伝導、(i) 電気化学、(j) 触媒、(k) 分離、(l) 泡・均質性、(m) 生体親和性、(n) 粘弾性

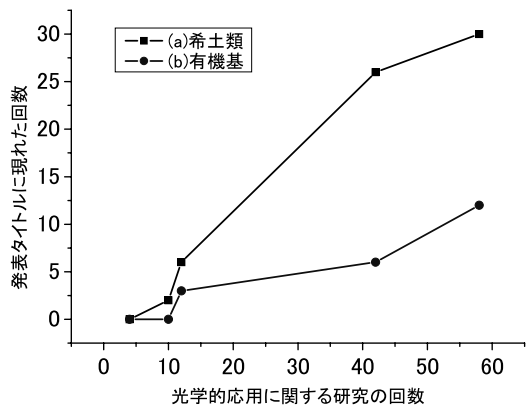


図4 光学的応用に関する研究が行われた回数に対して、発表タイトル中にキーワードが現れた回数 (a) 希土類、(b) 有機基

0.96であることがわかった。希土類元素は蛍光中心であるため、発光体やファイバンプ用材料としての研究が行われているため高い相関を与えた。また、有機基を含む試料とは、有機-無機ハイブリッド材料のことであり、光学的な応用を目的に研究されているということがわかる。また、図1には示さなかったが、非酸化物（窒化物、硫化物、酸窒化物等）の研究は

1970～2010年にわたってコンスタントに研究が続けられていることがわかる。

図2より、試料の外観・微視的状态について年度毎に増加・減少しているキーワードは無いように見える。しかし、相分離、多孔質、結晶化ガラスのように1つの試料中に複数の相があるものを一まとめにすると、これに関する研究が増加していることがわかった。

表5よりゾルゲル法を用いた材料合成に関する研究が増加していることがわかる。この結果として、図1に示すように有機基を含むガラス（有機-無機ハイブリッド材料）関連の研究が盛んになったともいえる。なお、ゾルゲル法はガラス材料の合成のみならず、ナノ材料、結晶材料等の合成にも広く使われており、他部会の発表でも多く用いられていたが、今回の統計からは除外した。

当フォーラムが実施している「ナノガラス研究」（2001—2005）、「三次元光デバイス」（2006—2010）の成果発表が、他学会（応用物理学会）で行われていること、10年毎の集計であることから、今回の統計に現れなかった。

まとめ

今回の統計は10年おきのものであるため、早い変化に関する情報（例えばレーザ加工技術などの展開）は抜け落ちている。また、部会が新設されたこと（生体関連セラミックス）や他

学会における発表は考慮していない。そのため、今回の統計でガラス材料に関する研究の推移について網羅できているわけではない。それでも希土類元素や有機基の活用による新規材料創製の試みや、不均質なガラス（相分離や多孔質、結晶化ガラス）の研究、光学的な応用に関する研究が盛んになってきたことが統計的にも明らかとなった。また、継続的に続けられている研究テーマも多く、ガラス研究の裾野が広がっていることが明らかとなった。

謝辞

日本セラミックス協会2010年年会の開催にあたりお世話いただいた現時実行委員会、行事企画委員会の先生方、協会事務局の方々にお礼申しあげる。また、過去の年会要旨を集めて頂いた山口三菜子様（セラミックス協会事務局）にお礼申しあげる。2011年の開催は静岡大学でお世話頂くことが決まっており、是非とも積極的にご参加頂きたい。