

# 『非晶質フォトニクス材料』

平尾一之/那須弘行/田中勝久 著

京都大学化学研究所

徳田 陽明

**Yomei Tokuda**

*Institute for Chemical Research, Kyoto University*

情報通信の高速化に伴い、時代はエレクトロニクスからフォトニクスへと変わりつつある。筆者が10年前に研究室に配属された時、21世紀は光の時代だという言葉をしぼしぼ耳にした。まさに時代が予言に追いついた感のある今日この頃である。

本書は、フォトニクスで重要な役割を果たすガラス材料に焦点を当てて記述されている。実際にフォトニクス材料として用いられるガラスは網羅されているため、現時点の最新の情報を簡潔に知ることのできる良書である。特に筆者が良いと感じたのは、理論的な背景が随所で記述されている点である。材料の著書においては理論的背景が軽く扱われがちであるが、この本は丁寧に取り扱われている。理論的背景を知ってこそ、新たな研究の着想が生まれると筆者は信じているからである。

本書の構成を以下に示す。

第1章 非晶質フォトニクス材料総論

第2章 光ファイバー材料

第3章 非線形光学ガラス

第4章 希土類ドープガラスの基礎

第5章 希土類ドープガラスの応用

第6章 ガラスの磁性と磁気光学材料

まず第1章で、フォトニクス材料が必要とされる背景が述べられた後に、第2章以下の概論が述べられる。世の中の必要とする非晶質フォトニクス材料は何かということが把握できるようになっている。

第2章では光ファイバーの作製方法、ガラスの組成について触れられた後に、高付加価値を持つ光ファイバーの紹介がされている。シリカガラスファイバ、フッ化物ガラスファイバ、カルコゲン化物ガラスファイバの各々の特長と実際の使用例について述べられる。次に、光通信で重要な役割を果たす分散シフトファイバ、分散補償ファイバ、偏波面保持ファイバの基礎概念について説明される。最後の節は、波長分割通信、光増幅で用いられるガラスの説明である。

第3章は非線形光学効果を示すガラスについて述べた章である。まず初めに、非線形光学効果の物理的背景が述べられる。簡潔にまとめられており、これから非線形光学材料の研究を始める初学者は一読するべきであろう。その

---

〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄  
京都大学化学研究所 材料機能化学研究系  
無機フォトニクス材料領域  
TEL 0774-38-3132  
FAX 0774-33-5212  
E-mail: tokuda@noncry.kuicr.kyoto-u.ac.jp

後、二次非線形光学効果、三次非線形光学効果を示すガラス材料の詳細が述べられるのであるが、上記の効果が発見された歴史的背景にふれている点が良い。また、古い話題から最新の話題までバランス良く題材が取り挙げられていると感じた。歴史的には、ガラスの二次非線形光学効果は、ガラスファイバに光を入射することによる第二高調波の発生として観測されたのが最初である。ガラス中に欠陥構造を誘起したため、二次非線形光学効果が観測されたのであるが、著者らはさらに話を進めて、ガラス中の欠陥構造の説明を行う。次は、ガラスの三次非線形光学効果の説明である。均質ガラスに始まり、微粒子分散ガラスへ言及される。この節でも、理論的背景が詳しく説明されているので、理解の助けとなる。

第4章、5章は希土類ドープガラスについての章である。まず、第4章で希土類を扱う上で避けて通ることのできない電子構造、エネルギー準位図の基礎について述べられている。その後、ジャッド・オーフェルト理論の説明がなされている。第5章は、希土類ドープガラスの応用の話題である。アップコンバージョン蛍光、ガラスの微小球レーザ、スペクトルホールバーニングの説明がなされる。アップコンバージョン蛍光の原理から始まり、ガラス構造と輻射遷移確率の説明がなされる。そして、希土類の励起状態を調べる上で必要不可欠なレーザ分光法の説明が行われる。また、フォノンエネルギーと発光効率の相関があることから、分子動力学計算の概要をも説明している。希土類の話に留まらず、他の分野の話題にも筆を進めてい

るところは見事という他はない。次は希土類をドープした微小球からのレーザ発振の話題である。特にフッ化物ガラス微小球レーザでは、単一波長のレーザ発振、発振波長のシフト、時間の経過とともにモードが変化することなどが述べられる。最後の節はスペクトルホールバーニング現象に関する項であり、機構、光酸化還元反応の話題、光メモリーへの応用、高温での永続的ホールバーニングについて述べられている。本書は160ページからなるが、そのうちのおよそ半分(65ページ)が希土類の説明に充てられており、フォトニクスという分野における希土類の重要性がよくわかる。

第6章では、ガラスの磁気的性質について述べられる。初めの数ページにわたり磁性に関する一般論が述べられる。次に、アモルファス合金と対比させながら、酸化物ガラス、フッ化物ガラスの磁性について記述される。一般に磁化率は小さいが、局所的な磁気的相互作用は強いということが示される。最後の節は磁気光学効果に充てられる。ガラスの組成を変えることによって、性能指数を向上させることができることが示される。

全体を通して、物性の発現するメカニズムについて詳しく書かれていると感じた。また、上記の章立てでは載せにくいであろうフォトニクス材料(例えば微小球レーザなど)や測定法・解析法についての記述も含まれている。月並みではあるが、フォトニクス材料開発をするものにとって、またガラスの光物性の研究をするものにとって必携の書であるといえよう。