



Title	高強度マシナブルガラスセラミックスの開発
Author(s)	春日, 智子
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/39314">https://hdl.handle.net/11094/39314</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	かず 春 日 智 子
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 6 1 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 12 月 22 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	高強度マシナブルガラスセラミックスの開発
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 新原 眞一 教 授 横山 正明 教 授 足立 吟也 教 授 高橋 節夫 教 授 城田 靖彦 教 授 柳田 祥三 教 授 井上 佳久

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、金属や有機材料に匹敵する優れた快削性を有し、かつ機械的強度に優れたマシナブルガラスセラミックスの開発に関する一連の研究をまとめたもので、以下の5章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と関連する研究について概観し、本研究の目的および概要について述べている。

第2章ではマシナブルガラスセラミックスの高強度化を図るため、強度の高いバリウム雲母結晶を多量析出させ得るガラス組成について検討している。その結果、 $70 \text{ [Ba}_{0.5}\text{Mg}_3 \text{ (Si}_3\text{AlO}_{10} \text{) F}_2 \text{]} - 22 \text{ [Mg}_2\text{Al}_5\text{Si}_5\text{O}_{18} \text{]} - 8 \text{ [Ca}_3 \text{ (PO}_4 \text{)}_2 \text{]}$  (wt %) 組成で、曲げ強度 350 MPa の高強度マシナブルガラスセラミックスを得ている。この系のガラスセラミックスでは、バリウム雲母結晶はクラック先端の偏向を引き起こし、強度と韌性の向上に、またカルシウム雲母結晶は快削性の向上に寄与していることを明らかにしている。

第3章では、生体材料への新しい応用展開が期待できるマシナブルガラスセラミックスの高強度化について検討している。その結果、生体親和性に優れたカルシウム雲母を析出させ得る  $\text{Ca}_x\text{K}_{(1-x)} \text{ Mg}_3 \text{ (Si}_3\text{AlO}_{10} \text{) F}_2$  系で、ガラスの分相状態を制御し、析出雲母結晶を微細化することで、高強度で快削性に優れたマシナブルガラスセラミックスの合成が可能であることを見いだしている。

第4章では、マシナブルガラスセラミックスの析出雲母結晶内にナノメーター寸法の  $\text{ZrO}_2$  微粒子が分散したナノコンポジット組織について検討している。その結果、 $\text{Ca}_x\text{K}_{(1-x)} \text{ Mg}_3 \text{ (Si}_3\text{AlO}_{10} \text{) F}_2 - \text{MgF}_2$  組成に  $\text{ZrO}_2$  を添加したガラスの熱処理により、応力誘起相変態による高靱化が可能な 20~50nm の  $\text{ZrO}_2$  ナノ粒子が雲母結晶内に均一に分散する条件、この系の強度向上のメカニズム、およびナノコンポジット組織の形成過程を明らかにすることに成功している。また、最終的に 9wt % の  $\text{ZrO}_2$  を添加したガラスの結晶化によるナノコンポジット化で、人工骨や人工歯等に十分に適用可能な、アルミナ焼結体と同程度の強度（曲げ強度；500MPa）と優れた快削性、生体親和性を同時に有する生体用高強度マシナブルガラスセラミックスの開発に成功している。

第5章では、本研究を総轄し、主要な成果を要約している。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、高強度・高韌性で、生体親和性に優れ、更に金属や有機材料に匹敵する機械加工性を示すガラスセラミックス系複合材料の開発を目指した基礎研究をまとめたもので、主な成果は以下の通りである。

- (1) 層間結合の高いバリウム雲母結晶を大量析出させ得るガラス組成について検討し、曲げ強度 350 MPa の高強度マシナブルガラスセラミックスの作製に成功している。更に、このガラスセラミックス系の強靱化機構を調べ、バリウム雲母結晶はクラック先端の偏向を引き起こし、強度と韌性の向上に、またカルシウム雲母結晶は快削性の向上に寄与していることを明らかにしている。
- (2) 生体材料への新しい応用展開が期待できるマシナブルガラスセラミックスの高強度化について検討し、生体親和性に優れたカルシウム雲母を析出させ得る  $\text{Ca}_x\text{K}_{(1-2x)}\text{Mg}_3(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})\text{F}_2$  系で、ガラスの分相状態の制御で析出雲母結晶を微細化することに成功し、高強度で快削性に優れたガラスセラミックスの合成が可能であることを明らかにしている。
- (3)  $\text{Ca}_x\text{K}_{(1-2x)}\text{Mg}_3(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})\text{F}_2 - \text{MgF}_2$  組成に  $\text{ZrO}_2$  を添加したガラスを熱処理することにより、応力誘起相変態による高靱化が可能な 20~50nm の  $\text{ZrO}_2$  ナノ粒子を、雲母結晶内に均一に分散させ得る条件を見いだし、この系の強度向上のメカニズム、およびナノコンポジット組織の形成過程を解明することに成功している。また、最終的に 9wt% の  $\text{ZrO}_2$  を添加したガラスの結晶化によるナノコンポジット化で、人工骨や人工歯等に十分に適用可能な強度（曲げ強度；500MPa）、天然歯と同程度の硬度と審美性、優れた快削性、生体親和性を同時に有する生体用高強度マシナブルガラスセラミックスの開発に成功している。
- (4) このナノコンポジット組織を有する高強度マシナブルガラスセラミックスが歯科用 CAD/CAM システム用の生体材料として有望であることを明らかにしている。

以上のように本論文は、快削性を示すガラスセラミックス系複合材料に関し多くの知見を得ており、無機材料、複合材料、生体材料の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。