



第27回無機高分子研究討論会 2008.11.7

ポリカルボシランから作製した マイクロセラミックス構造体の 機械的特性評価

兵庫県立大学 石川 知 寛,生津資大,井上尚三
アート科学 長谷川良雄

発表内容



- ◆ 研究背景と目的
- ◆ SiCセラミックス作製工程
- ◆ 曲げ試験の方法とその結果
- ◆ 破面観察結果
- ◆ まとめ

研究背景



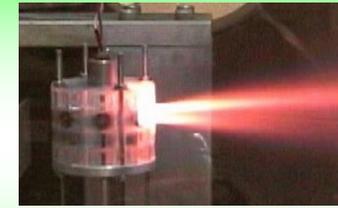
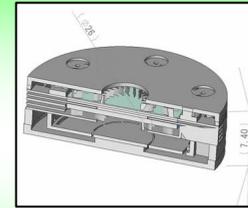
MEMS プリンターヘッド, 圧力センサ, 加速度センサー, ジャイロ스코ープ, etc...

Power MEMS

(Power Micro Electro Mechanical Systems)

動力やエネルギーを発生させるシステム

マイクロエンジン, マイクロタービン, マイクロスラスタ, etc...



超高温下での使用



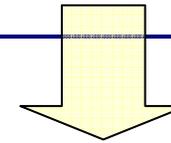
優れた耐熱性・機械特性・耐腐食性・マイクロ成形性が要求

Si ~MEMS~

- マイクロ加工性, 量産性
- × 耐熱性

耐熱セラミックス

- 耐熱性, 耐酸化性, 高硬度
- × 被加工性



耐熱セラミックスでマイクロ構造体を作製する新技術の開発が要求

目的

高分子材料を用いた, SiCセラミックスマイクロパーツ
製作技術の開発とその機械的特性評価

How

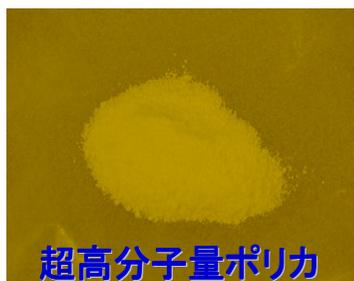
高分子を用いた前駆体ポリマー法

高分子の熱分解 \longrightarrow セラミックス化

ナノパウダーの利用 \longrightarrow マイクロ成形

セラミックス化とマイクロ成形の同時進行

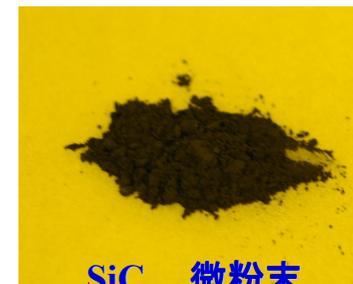
SiCセラミックスの原料



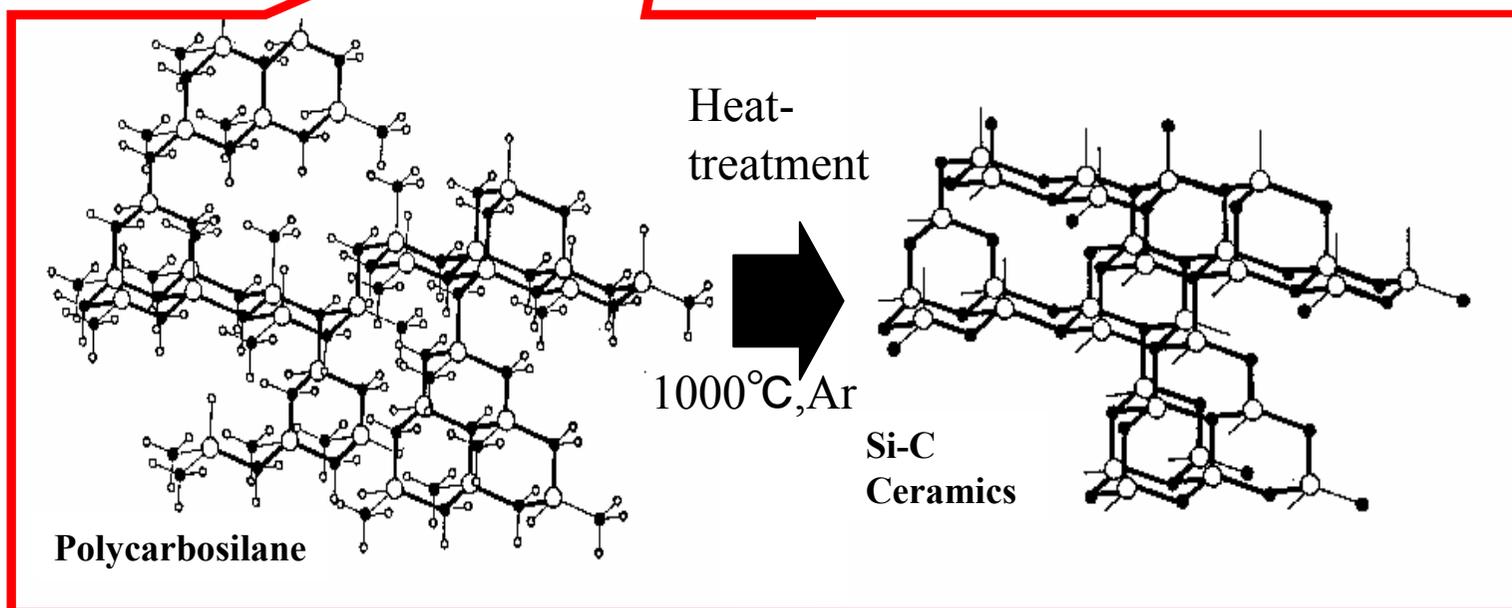
超高分子量ポリカルボシラン(PCS)

SiC前駆体ポリマー
超高分子量ポリカルボシラン(PCS)

+
SiC_{PCS}微粉末

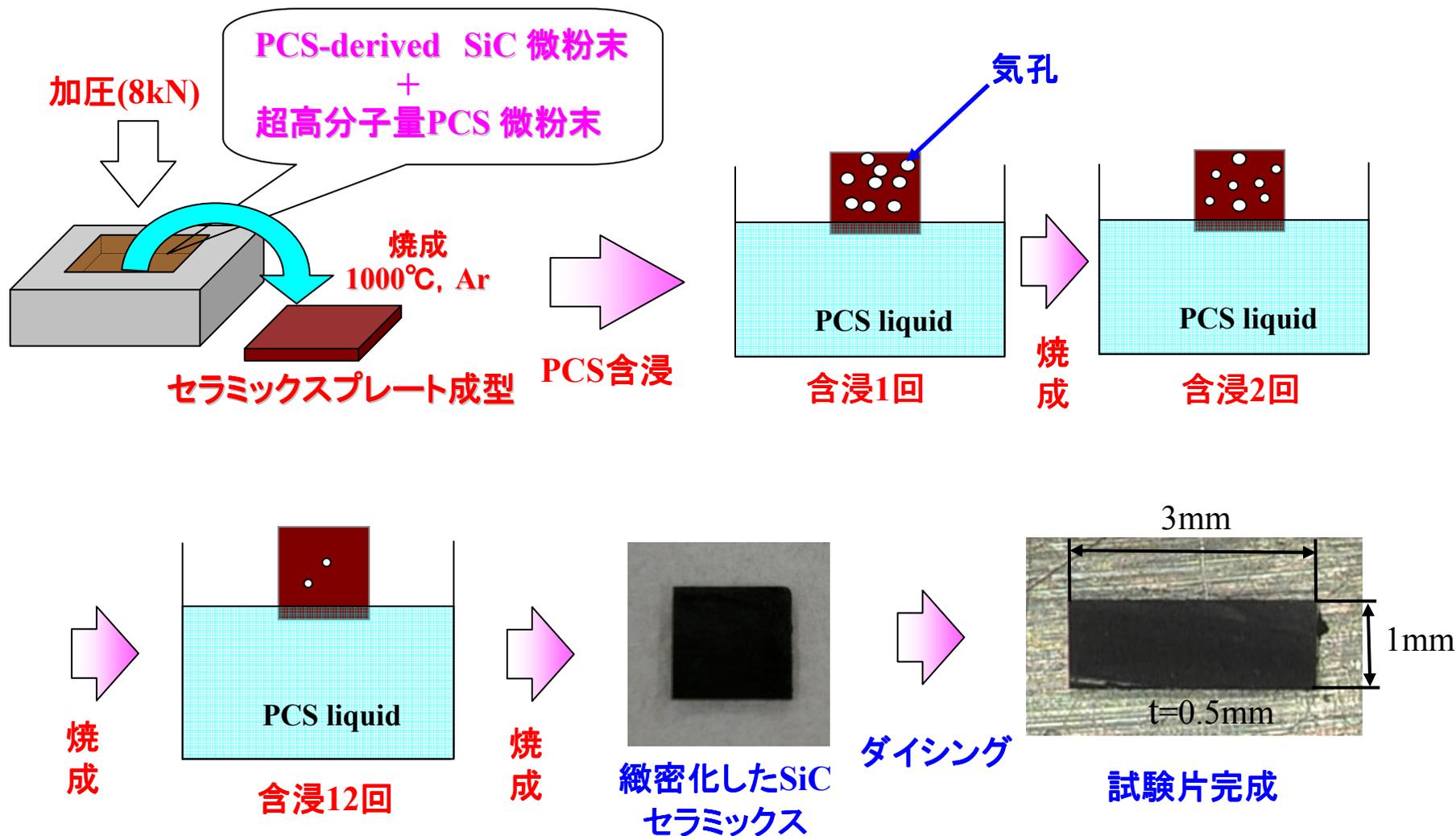


SiC_{PCS}微粉末



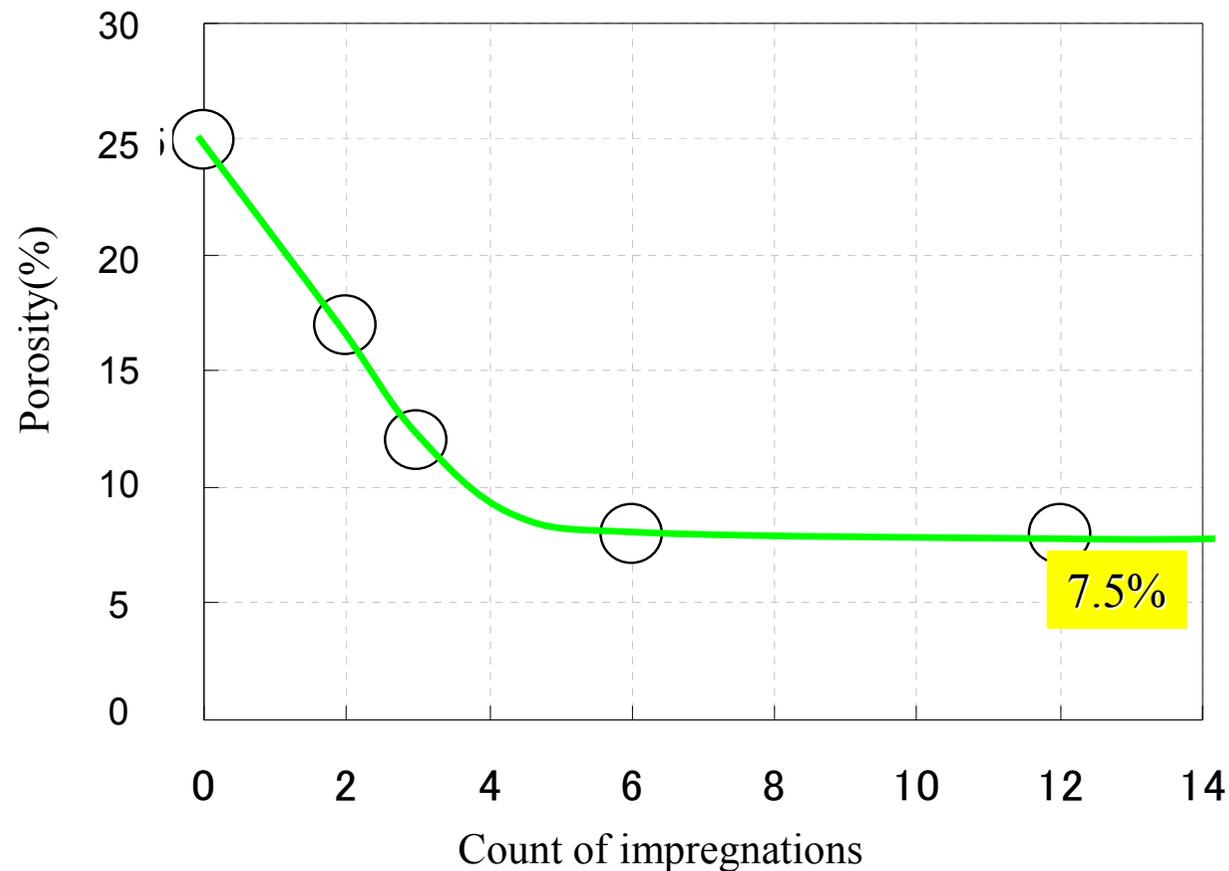
ポリカルボシラン: Si, C, H原子から構成される超高分子量SiC前駆体ポリマーで, アルゴンガス雰囲気, 1000°C熱分解されることにより, セラミック収率の高いSiCを作製可能.

SiCセラミックス作製工程



含浸, 焼成を繰り返す, SiCセラミックスを緻密化

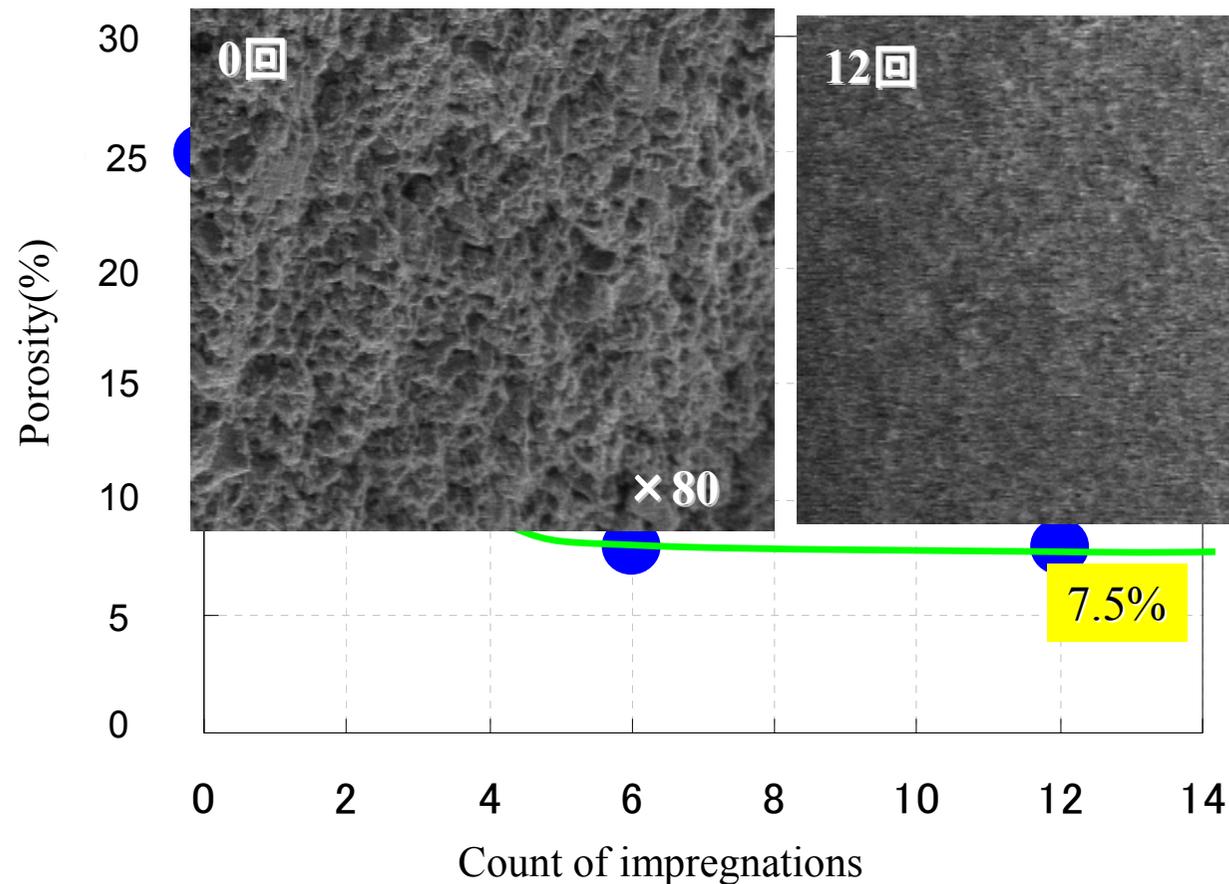
含浸回数と気孔率



含浸回数と気孔率の関係

含浸回数増加 → 気孔率の低下

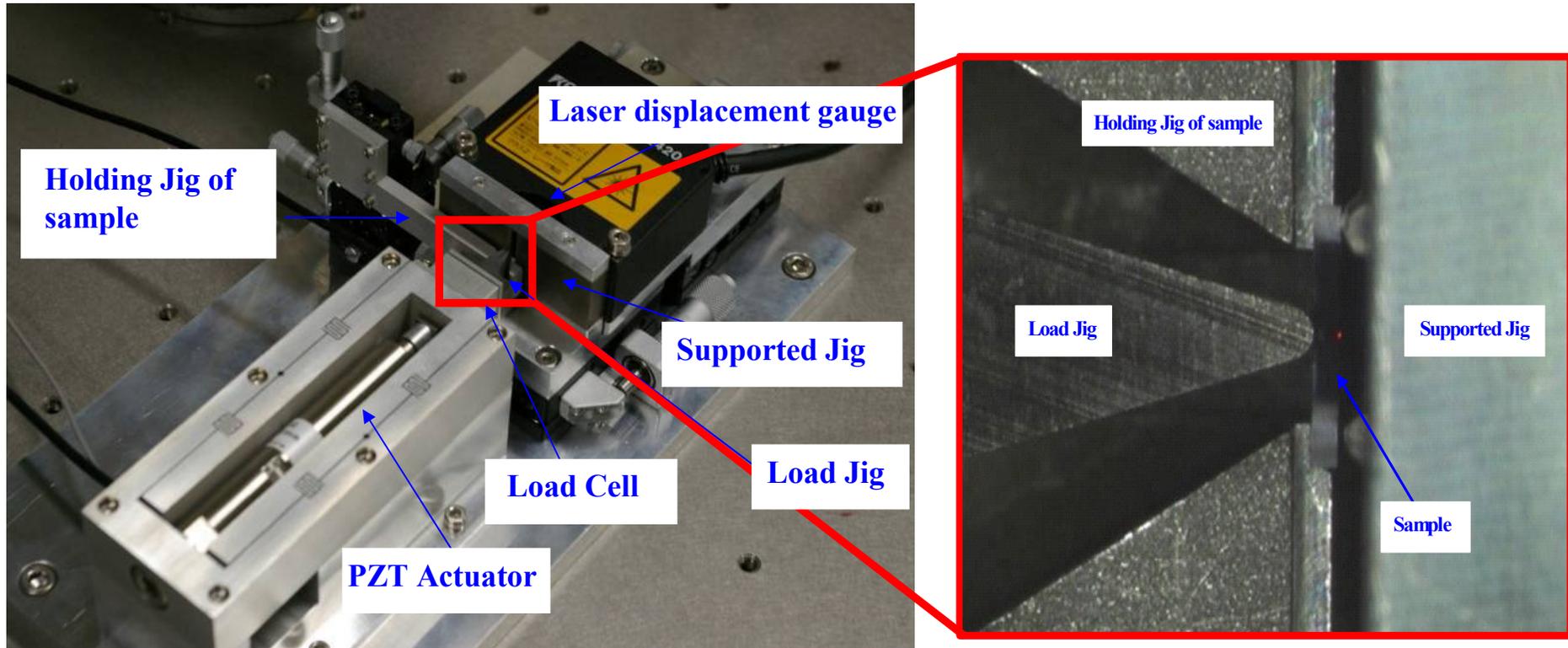
含浸回数と気孔率



含浸回数と気孔率の関係

含浸回数増加 → 気孔率の低下

曲げ試験装置



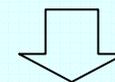
曲げ試験装置外観と負荷機構部拡大

曲げ試験方法

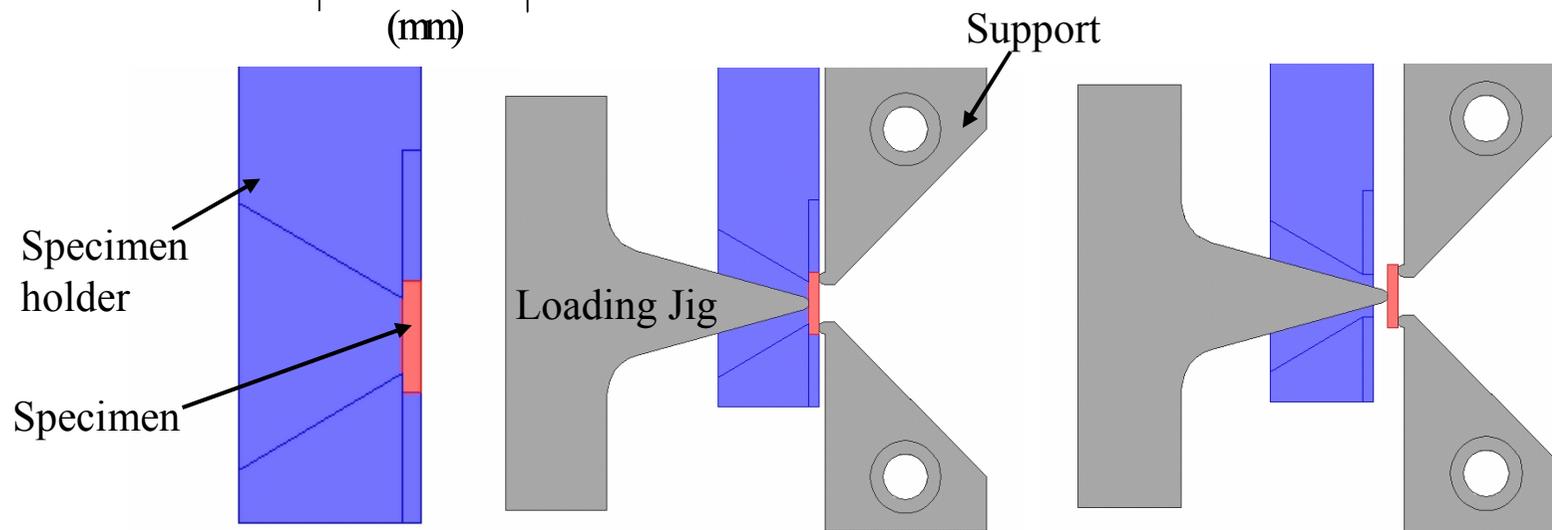
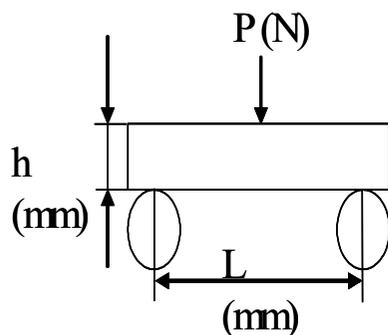
曲げ試験片の寸法

Sample	h (mm)	b (mm)	L(mm)
SiC	0.5	1.0	2.4

微小試験片であるが故、試験片の設置が困難



設置を容易に行えるような試験機システムを開発



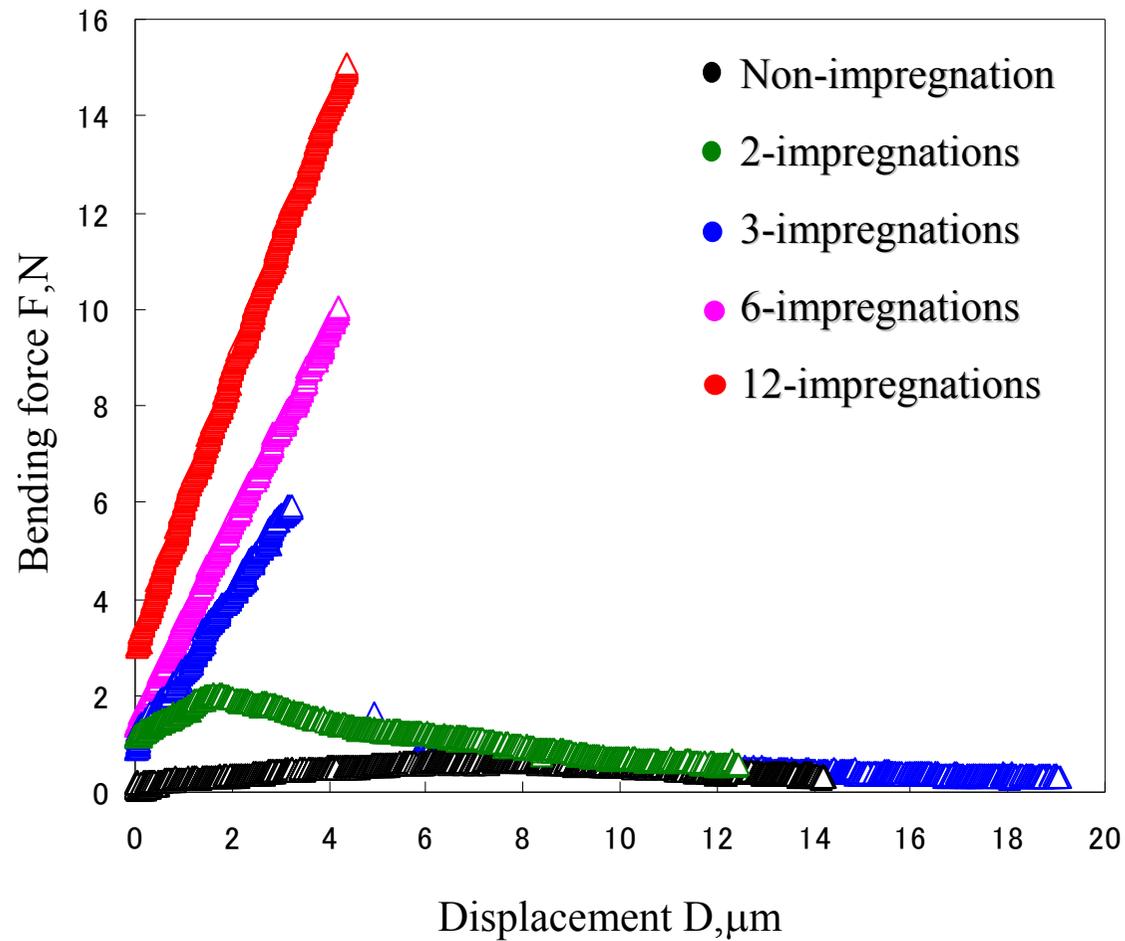
Set of specimens

Pre load start

Bending test start

曲げ試験の方法

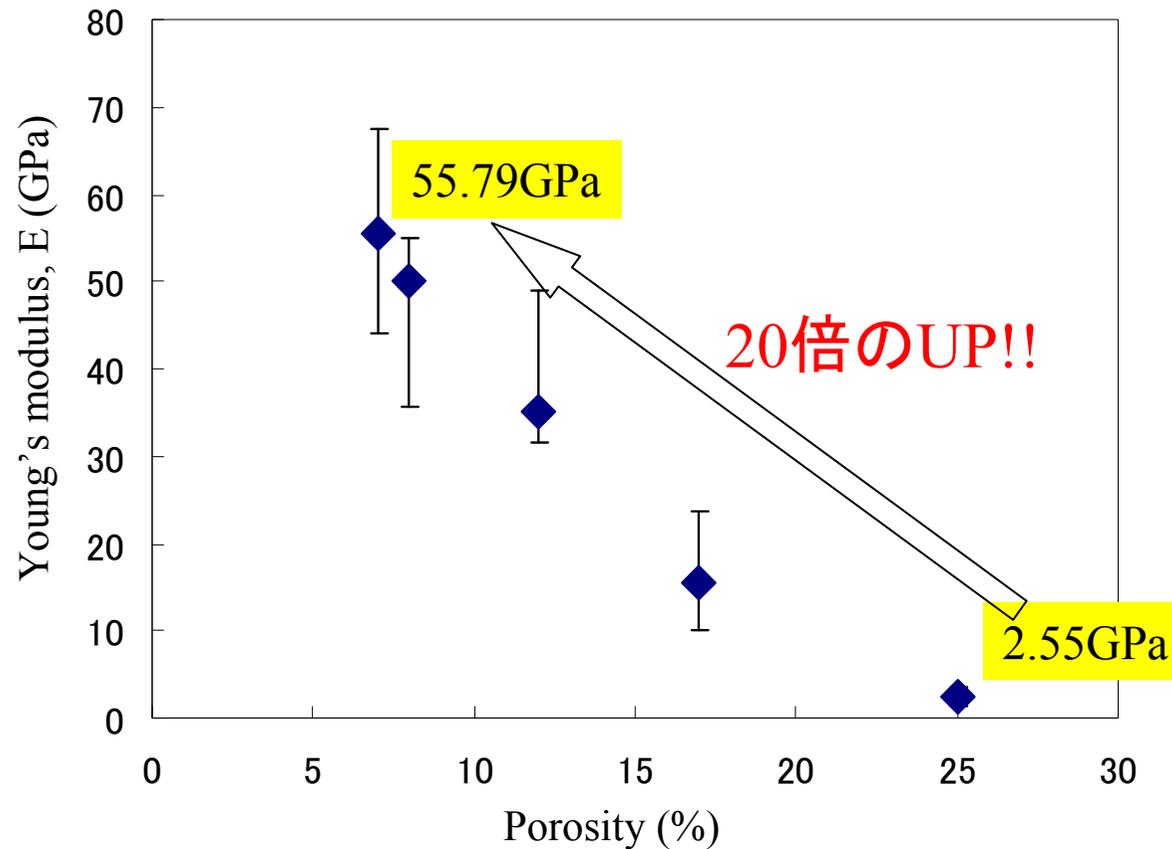
荷重-変位線図



荷重-変位線図

含浸3回以上は、破壊まで線形関係 \longrightarrow 脆性破壊

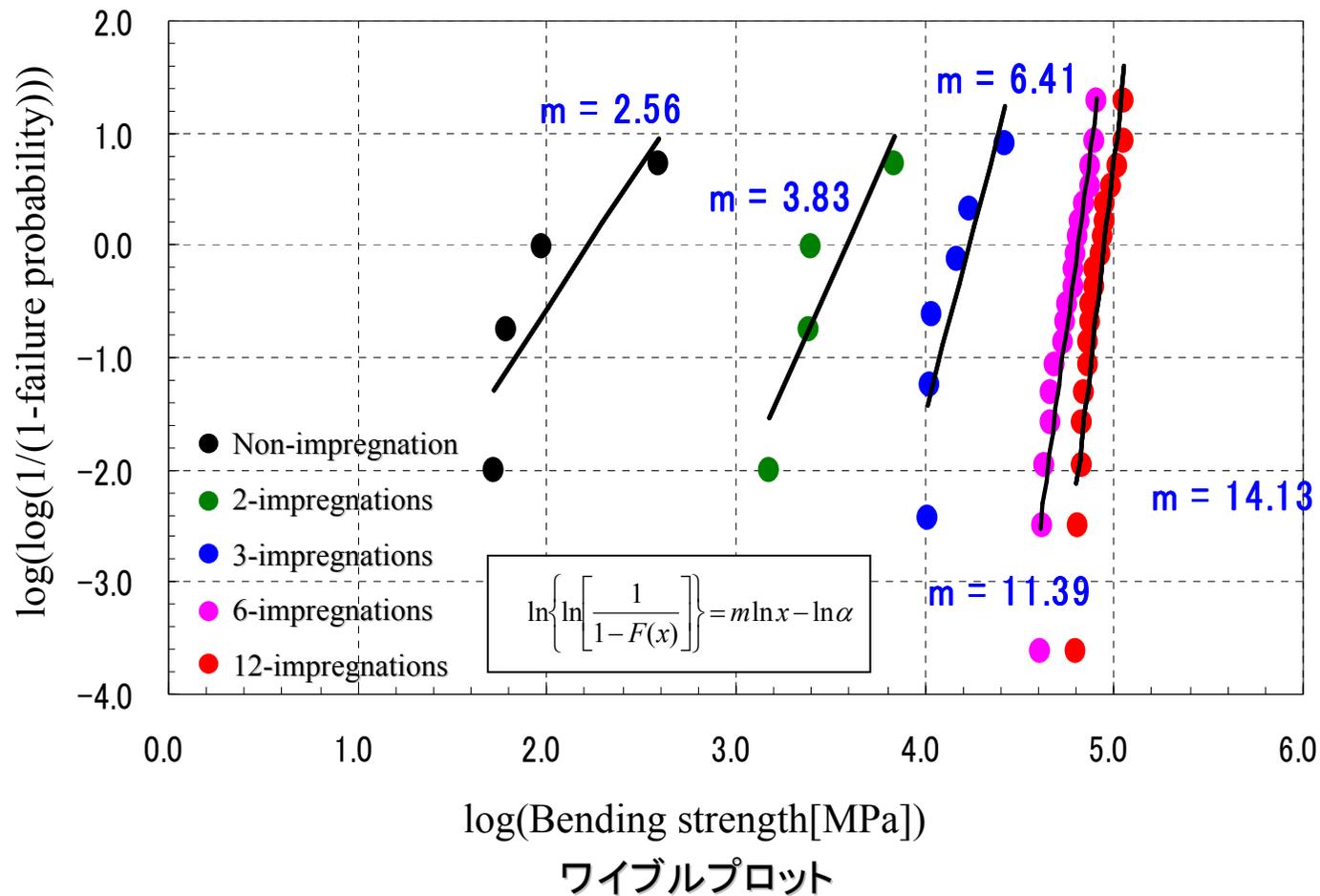
気孔率とヤング率



気孔率とヤング率の関係

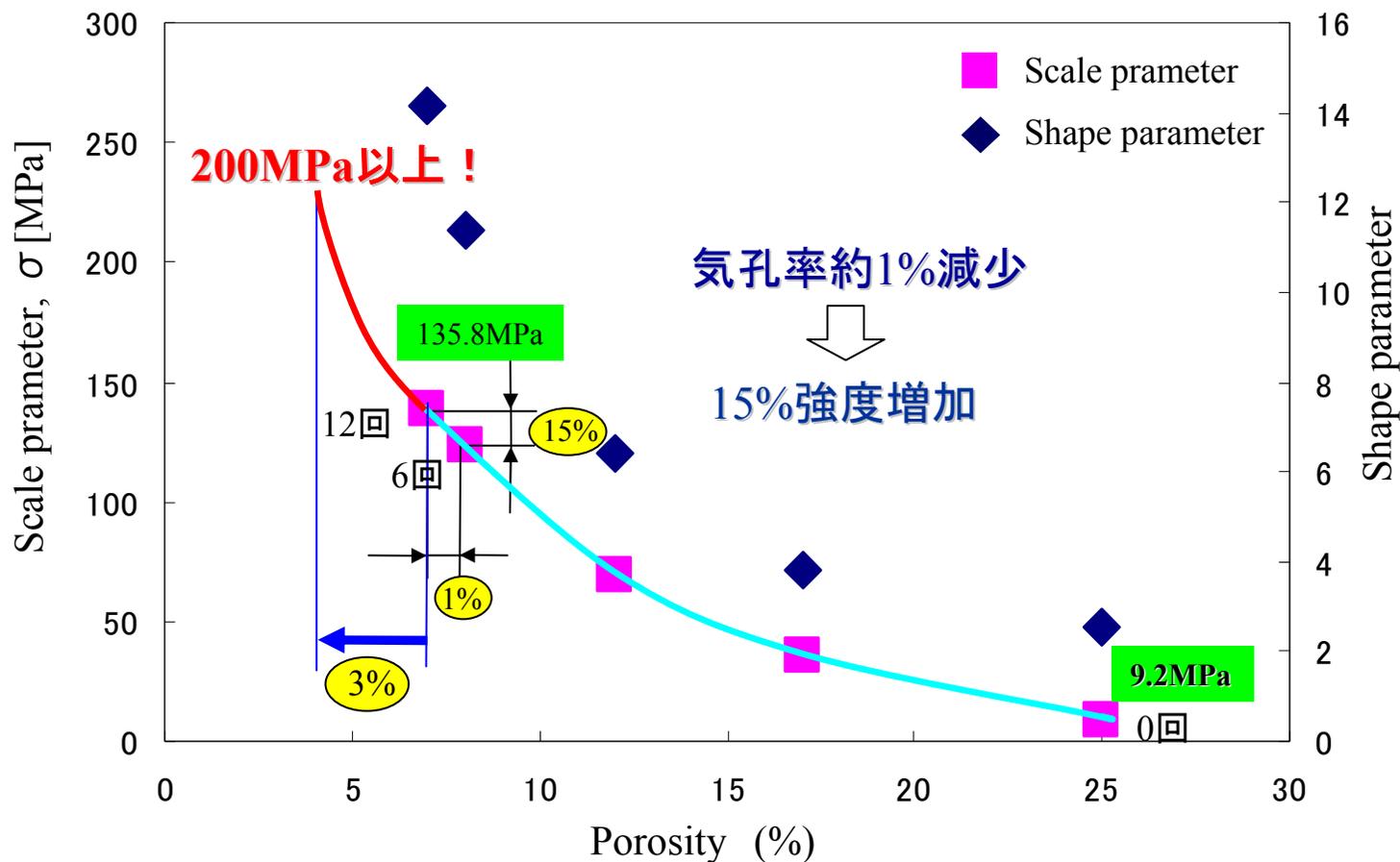
気孔率の低下に伴い、ヤング率は大幅に上昇

曲げ強度のワイブルプロット



線形関係を示し, 2母数ワイブル分布関数でフィッティング可能

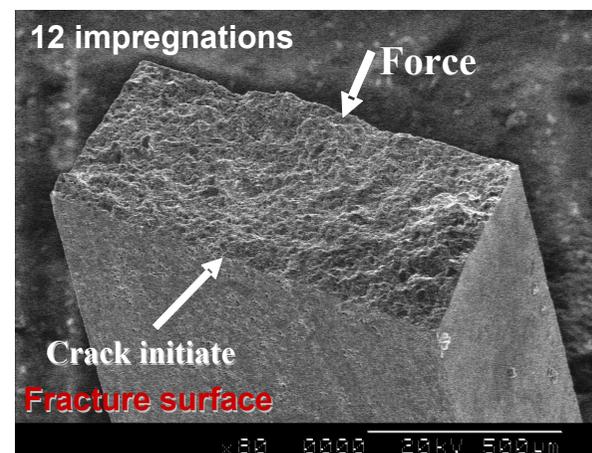
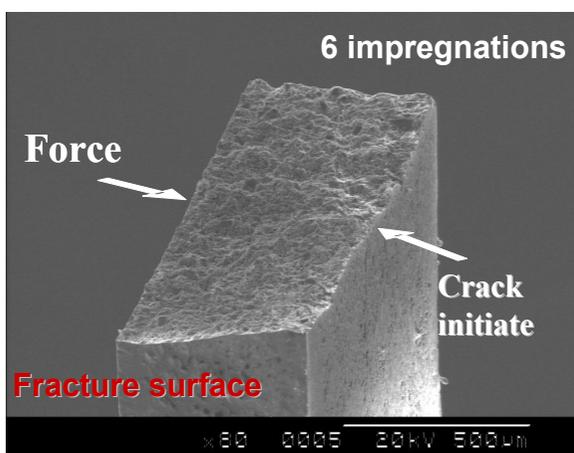
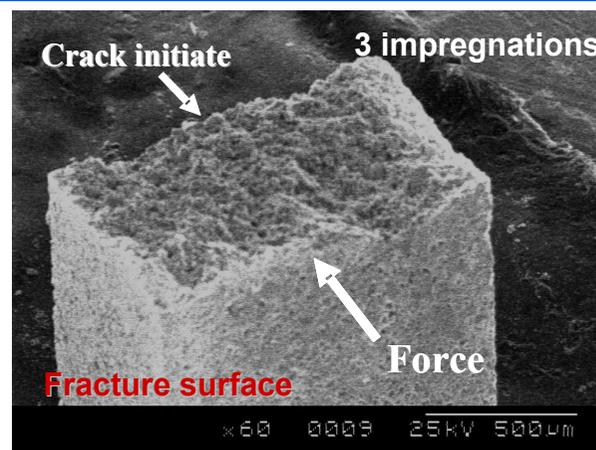
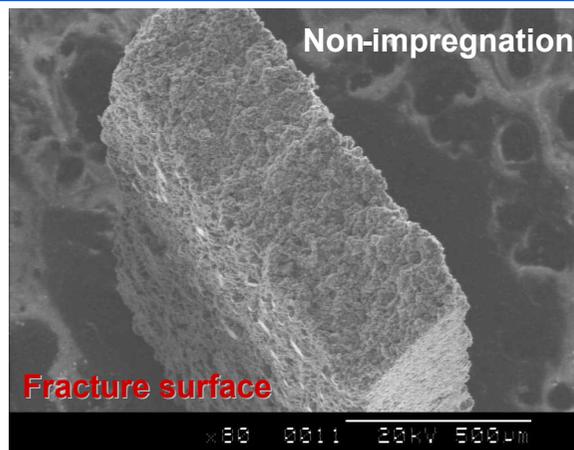
気孔率と尺度母数及び形状母数



気孔率と尺度母数及び形状母数との関係

気孔率を現在より約3%減少 \longrightarrow 強度200MPaも可能??

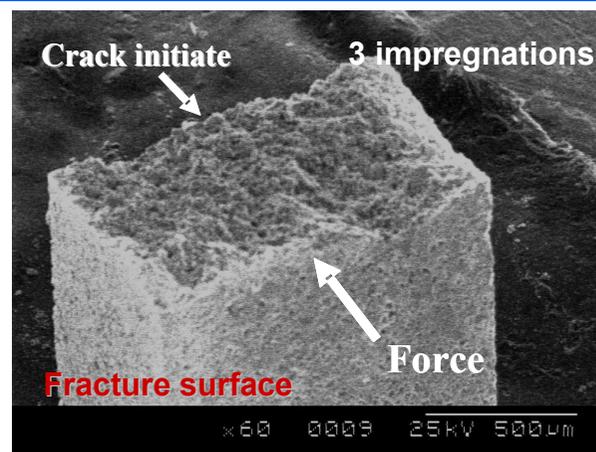
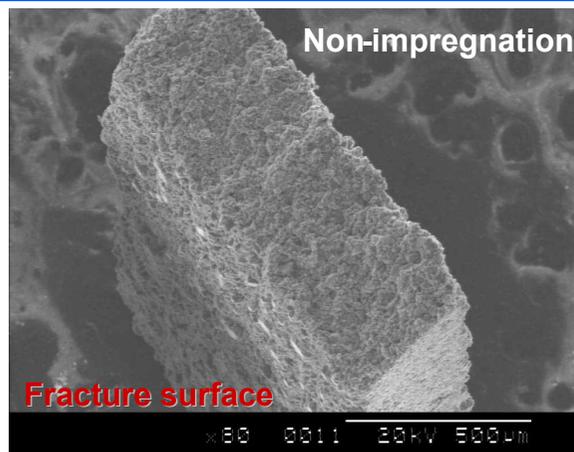
破面観察



含浸回数の多いサンプル: 明瞭なリバーパターンを観察
最大引張応力が生じる部分から破壊

含浸回数の少ないサンプル: リバーパタンが見られず, 破壊起点が想定しにくい.

破面観察



気孔率 大 \longrightarrow 応力集中部が多く存在 \longrightarrow ばらつき 大

気孔率	最大応力部	強度のばらつき
高	気孔	大
低	表面	小

取入り張応力が生じる部から破壊
含浸回数の少ないサンプル: 明瞭なリバーパターンは見られない

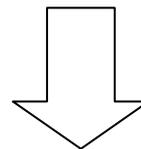
まとめと今後

- ◆ 液体PCSの含浸回数と気孔率には相関関係があり、含浸回数を増加させることで気孔率を低減することができた。
- ◆ 現在より気孔率を3%低下させることができれば、200MPa以上の強度を得られる可能性がある。
- ◆ 含浸の際に、加圧や昇温などを、細孔にPCSが入りやすくする工夫をすることで、気孔率の低減が図れる。

基礎実験

高分子材料よりSiCセラミックス曲げ試験作製

機械的特性の評価



これまでに蓄積
した技術を応用

目標

SiCセラミックスのマイクロパーツ作製

Thank you for your attention