

先進工学科 化学工学プログラム

機能性セラミックス材料研究室

B4 4名

M1 2名

准教授 鮫島 宗一郎

M2 2名

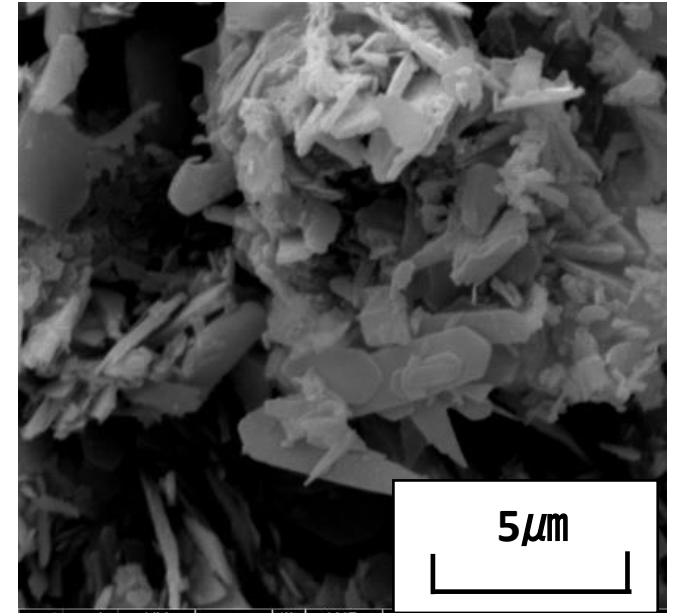
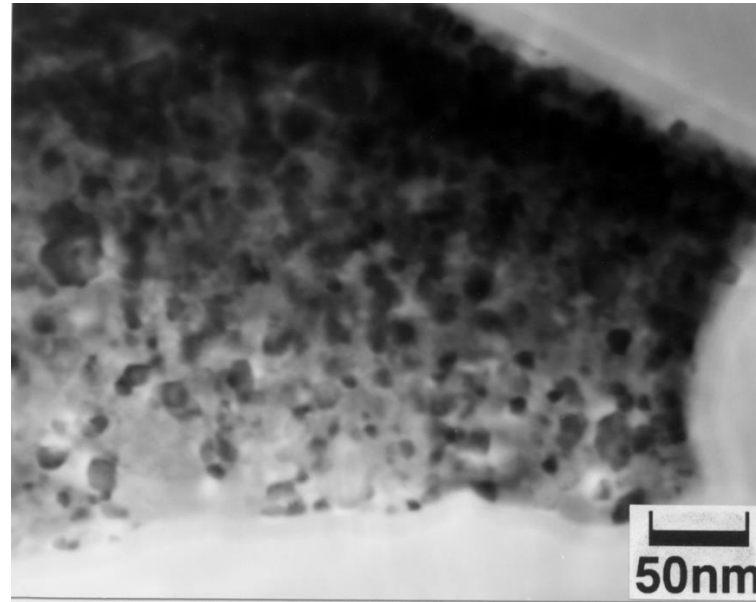
研究概要

高機能性セラミックス材料のフロッセッシングと性質に関する研究

セラミックスとは無機、非金属、固体の材料。

1. セラミックス微粒子の合成
2. 固体酸化物形燃料電池
3. バイオガスからの水素製造
4. セラミックスー金属複合材料

1. セラミックス微粒子の合成



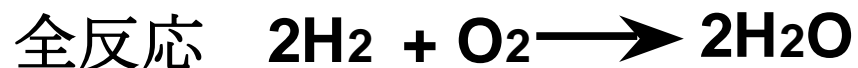
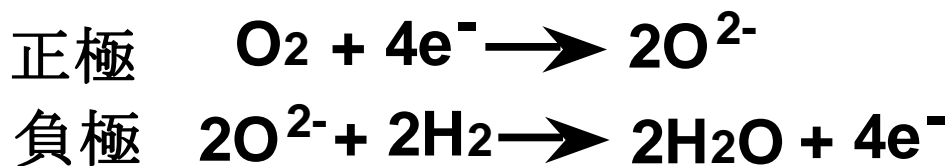
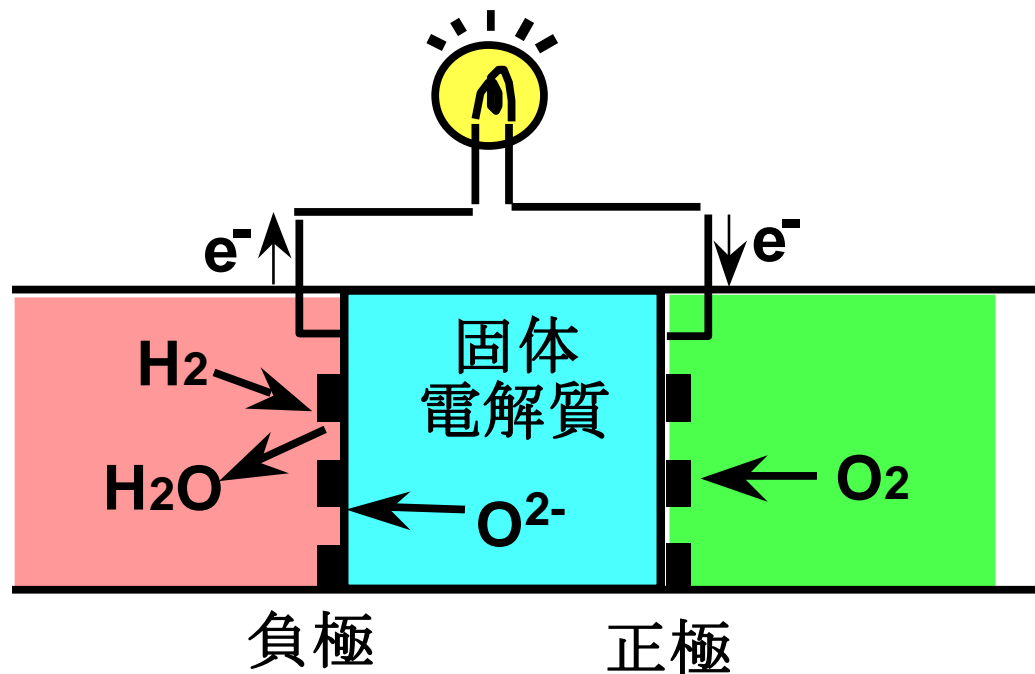
合成カオリナイト $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
左:0.1M LiCl、 右:蒸留水

希土類固溶セリア粉体
 $\text{Ce}_{0.8}\text{Y}_{0.2}\text{O}_{1.90}$

ベーマイト
 AlOOH

2. 固体酸化物燃料電池

希土類固溶セリアを用いた低温作動型固体酸化物燃料電池



燃料電池：

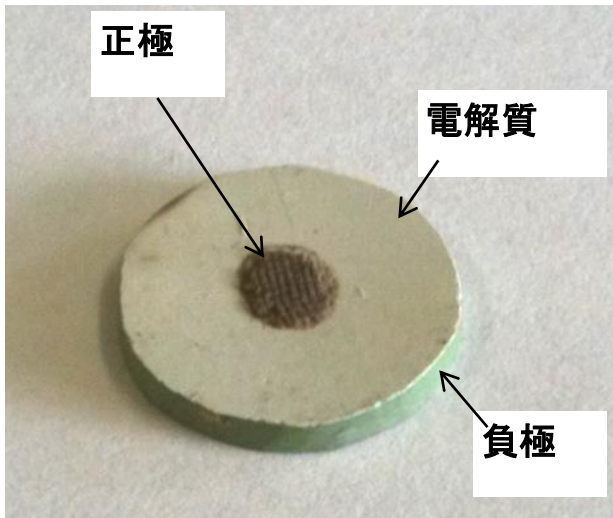
水素と酸素の反応で水が生成するときの**化学反応のエネルギーを電気エネルギーに変換させる。**

固体電解質：希土類固溶セリア

固体の中を酸化物イオンが拡散する
イオン導電体

従来のイットリア安定化ジルコニア
(YSZ) よりも電導度が高い。

電池材料評価

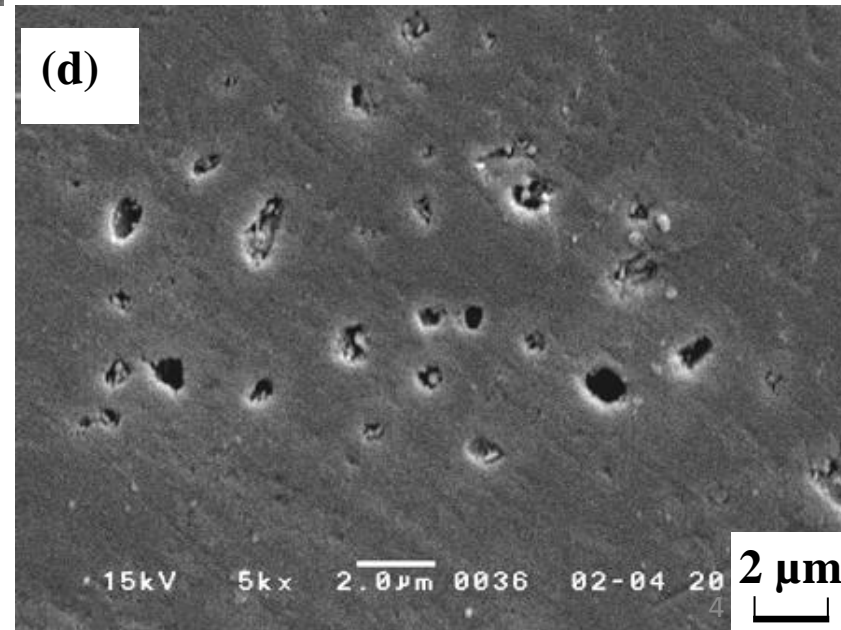
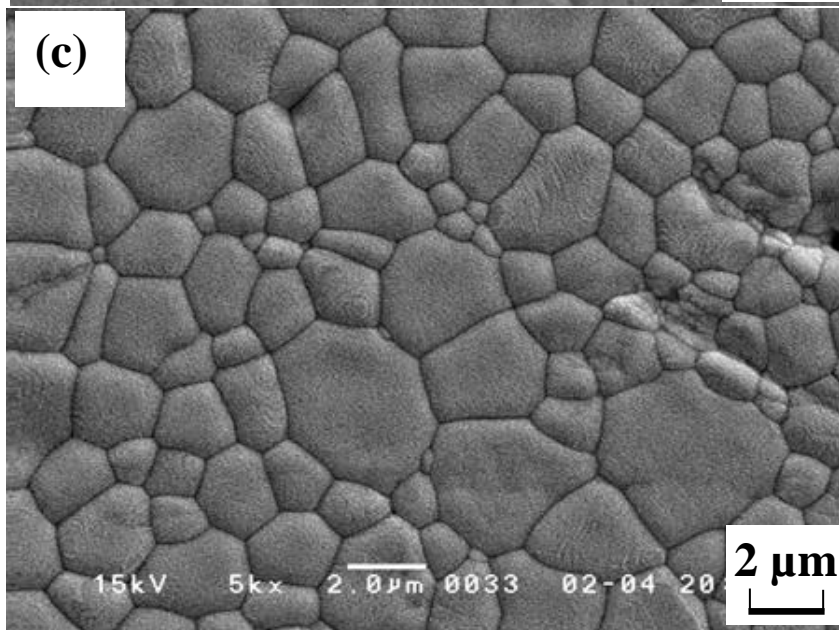
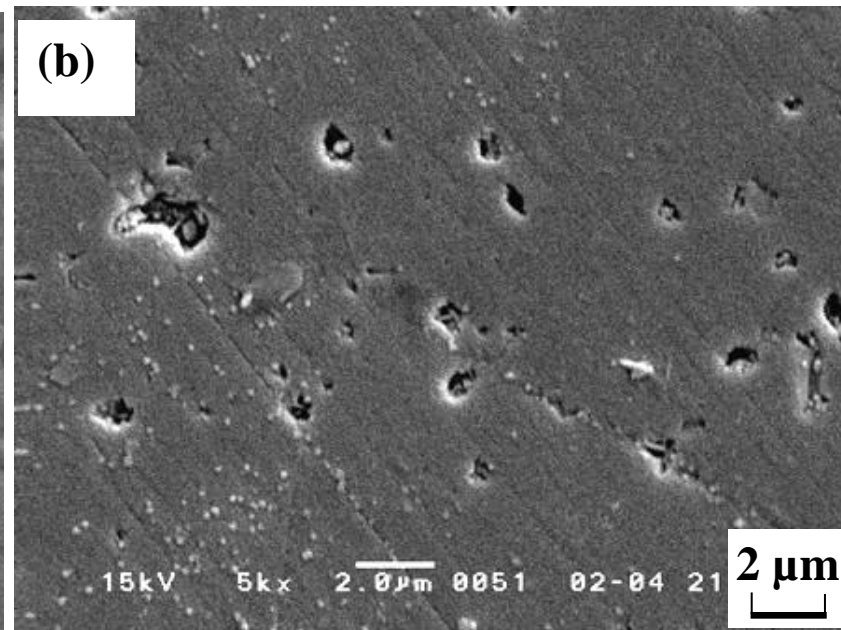
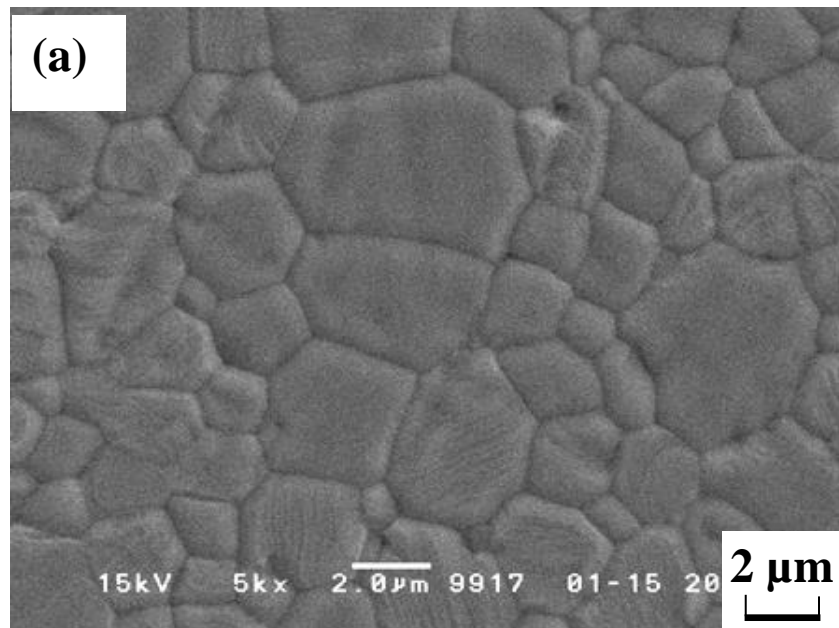


負極支持型
固体酸化物形燃料電池

上:還元処理前電池

右:電子顕微鏡写真
電解質

(a),(c) 焼結後
(b),(d) 還元後



3-1. 金属担持多孔質セラミック触媒によるバイオガスからの水素の製造

研究目的

環境に適合した水素の製造法の実用化

研究内容

ドライリフォーミング反応 $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{CO}$

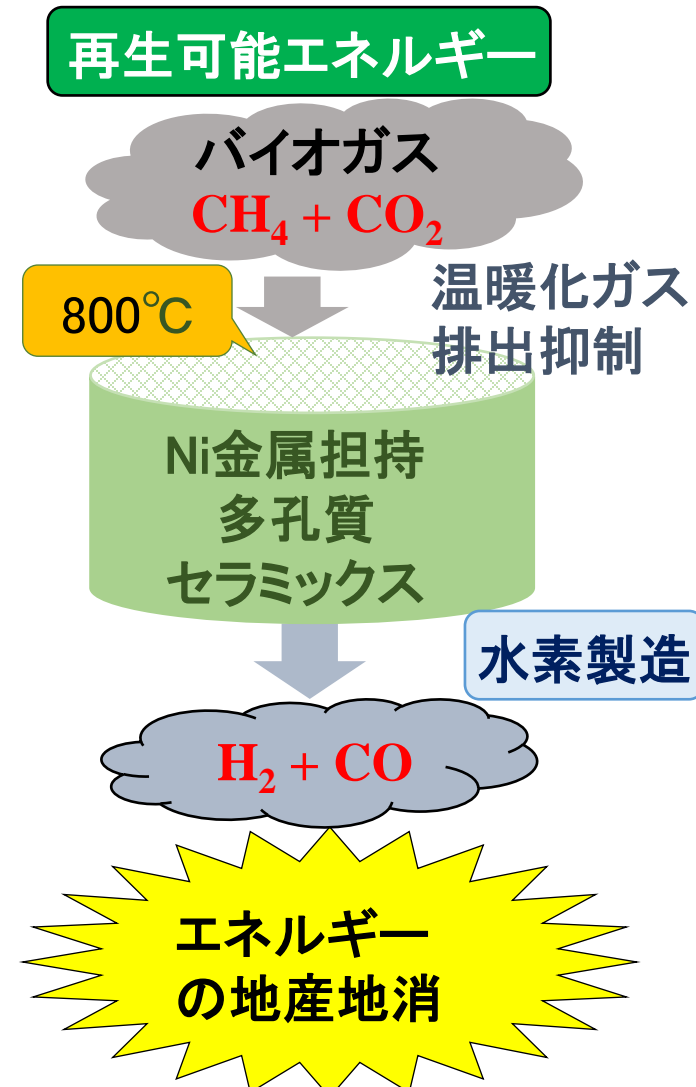
- 耐熱性、高比表面積、**多孔質セラミック担体**が**Ni金属**の粒成長を抑制して触媒の劣化を抑制
- 塩基性酸化物が CO_2 を吸着するため、反応を促進して CH_4 の熱分解による炭素析出を抑制
- 特開2022-125996
「触媒構造体製造方法及びガス製造方法」

期待される効果

焼酎粕や家畜の糞尿など廃棄系バイオマス活用
温室効果ガスの排出削減
グリーン水素の製造
固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の燃料の製造
エネルギーの地産地消

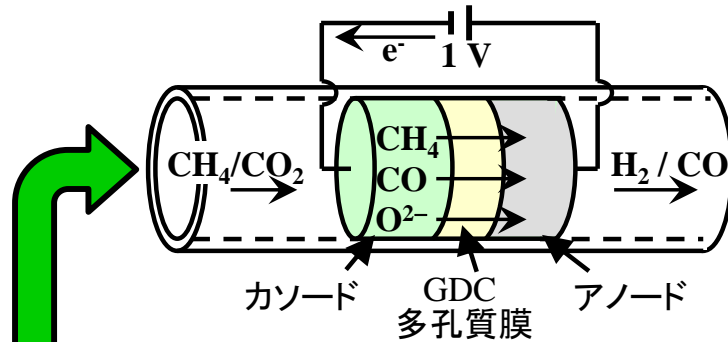
課題

ラボスケールでの反応は確認済み
実用化に向け、耐久性、スケールアップの確認



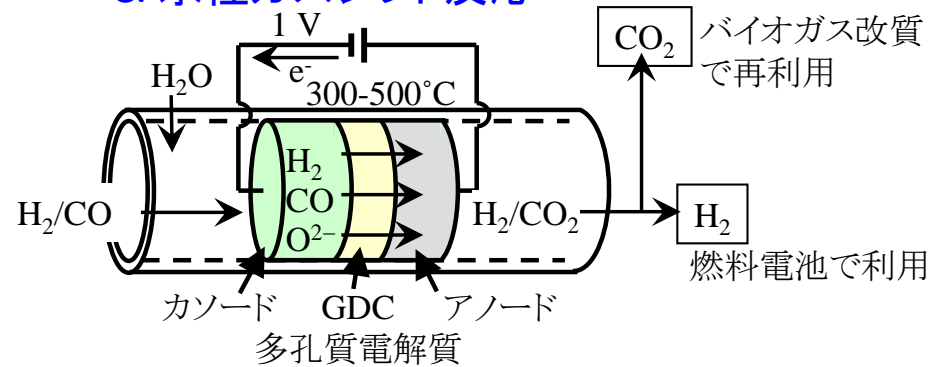
3-2. バイオガス改質プロセスを利用した水素の製造

B. バイオガスの改質



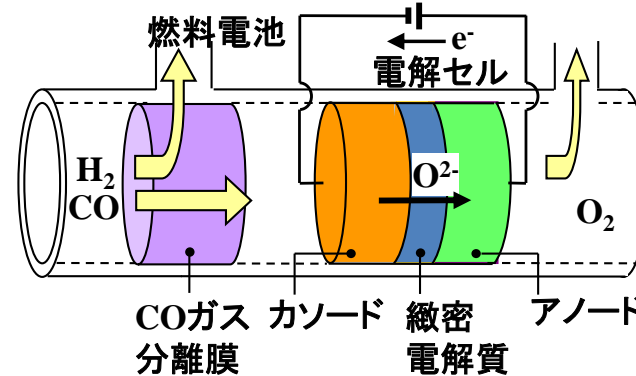
GDC : $\text{Ce}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{O}_{1.9}$
 (Gd-doped ceria electrolyte, 50 μm thickness)
 CO_2 還元反応: $\text{CO}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{CO} + \text{O}^{2-}$ (1)
 CH_4 酸化反応: $\text{CH}_4 + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2 + 2\text{e}^-$ (2)
 全反応: $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{CO}$ (3)

C. 水性ガスシフト反応



H_2O 還元反応: $\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}^{2-}$ (4)
 CO 酸化反応: $\text{CO} + \text{O}^{2-} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{e}^-$ (5)
 全反応 (3) + (4) + (5) $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{H}_2 + 2\text{CO}_2$ (6)

D. 一酸化炭素の分解



カソード反応: $\text{CO} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{C} + \text{O}^{2-}$ (7)
 アノード反応: $\text{O}^{2-} \rightarrow 1/2\text{O}_2 + 2\text{e}^-$ (8)
 全反応 (3) + (7) + (8) $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{C} + \text{O}_2$ (9)

A. メタン発酵バイオガス (60% CH_4 , 40% CO_2)



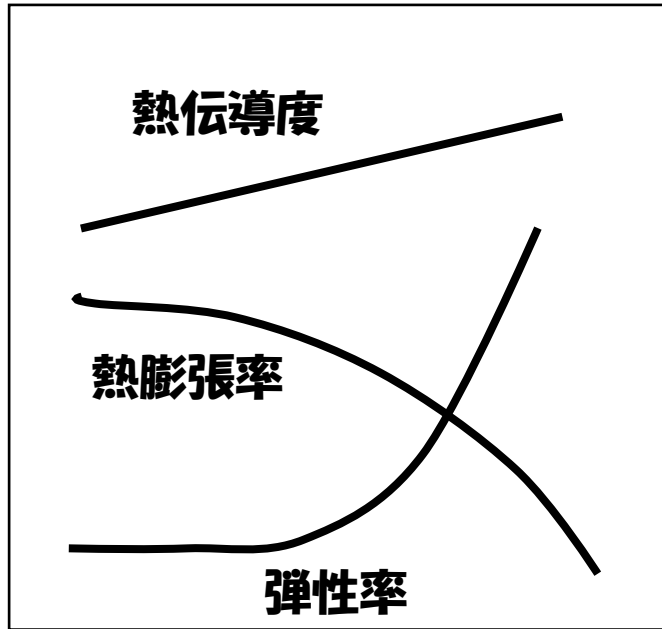
焼酎製造後の
さつまいも

西薩クリーンサンセット事業協同組合
 (鹿児島県いちき串木野市)
 地元焼酎メーカー5社の出資と国費による支
 援で建設した焼酎滓のメタン発酵処理施設
 350 ton/day \rightarrow 12,000 m^3 バイオガス/day

4. セラミックスー金属複合材料

両者の特性を合わせ持つ高機能材料の開発

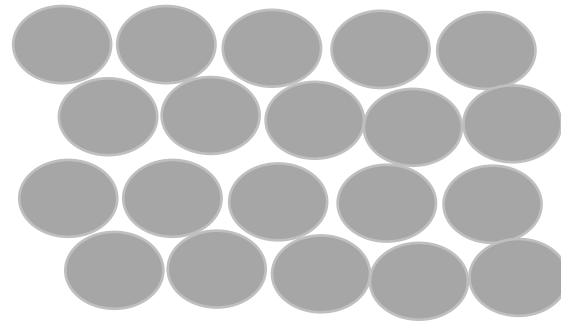
物性



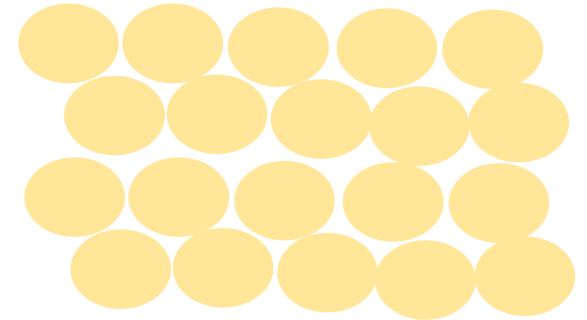
金属

セラミックス

セラミックスの割合

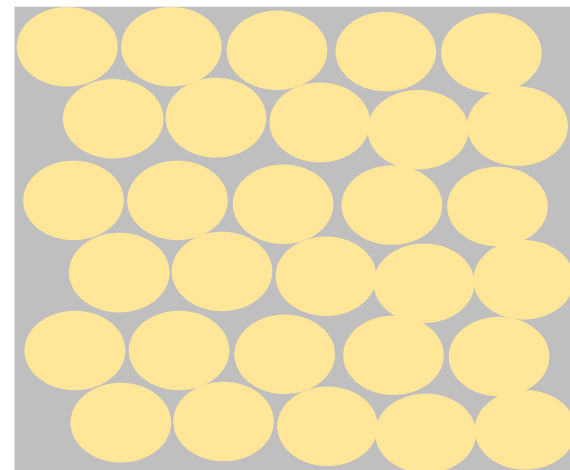


金属粉体



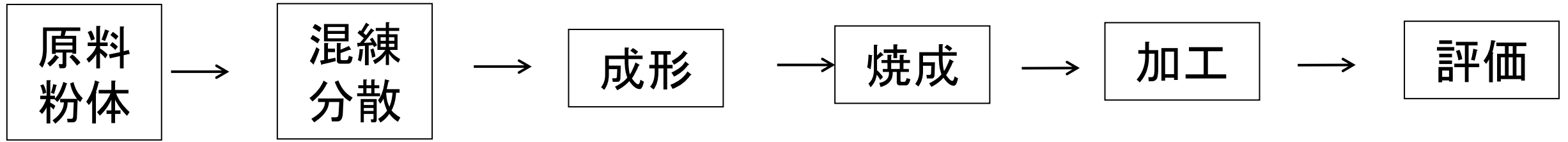
セラミックス粉体

高温・高圧で焼結



複合焼結体

セラミックスの製造過程



原料粉体

研究室で合成した粉体、メーカーより入手した粉体を使用している



Q1: 炭化ケイ素は鹿児島県で生産されています。どこでしょう？

Q2: セラミックスナイフはどの原料で製造されているでしょう？

Q3: 電気が流れる焼き物の原料は？

成形



一軸成型機

Q4: 200 MPaって



等方加圧成型機
200 MPa

何気圧？



ドクターブレード
薄膜成形
厚さ 50 μ m

Q5: シャー芯 0.5mm
何 μ m？

焼成



マッフル炉
1100°C



高温焼成炉
1600°C



雰囲気制御
高温焼成炉
1600°C



加圧高温焼成炉
2000°C 2024.5撤去

Q6: ピザ窯 何°C?

Q7: 鉄の融点 何°C?

加工



ダイヤモンドカッター

Q8: なぜダイヤモンド？



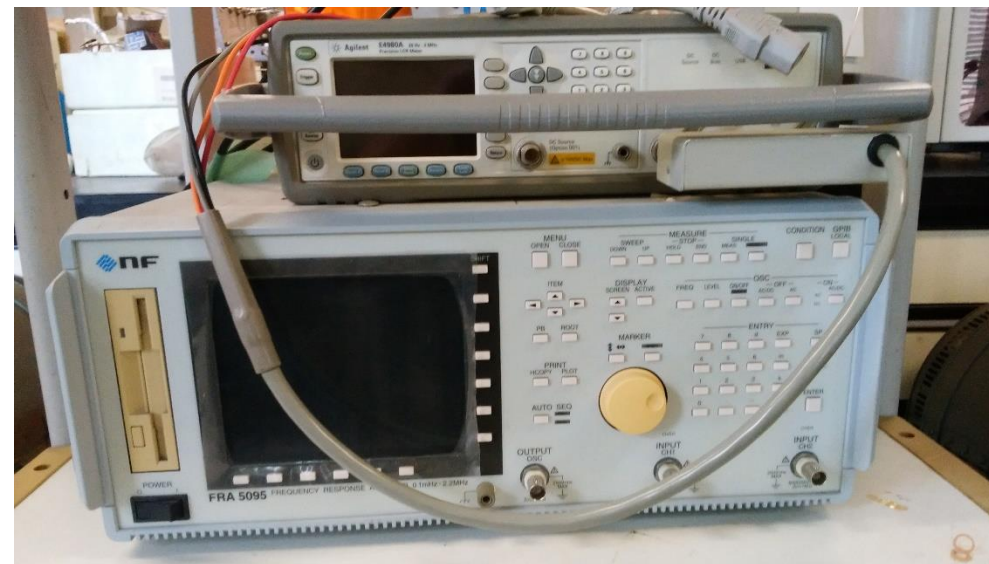
研磨装置

評価

構造的、力学的、熱的、電氣的など
様々な特性を評価しています



熱重量分析(示差熱天秤) 熱膨張計 ~1300°C



燃料電池用電気化学特性測定システム 12



X線回折装置