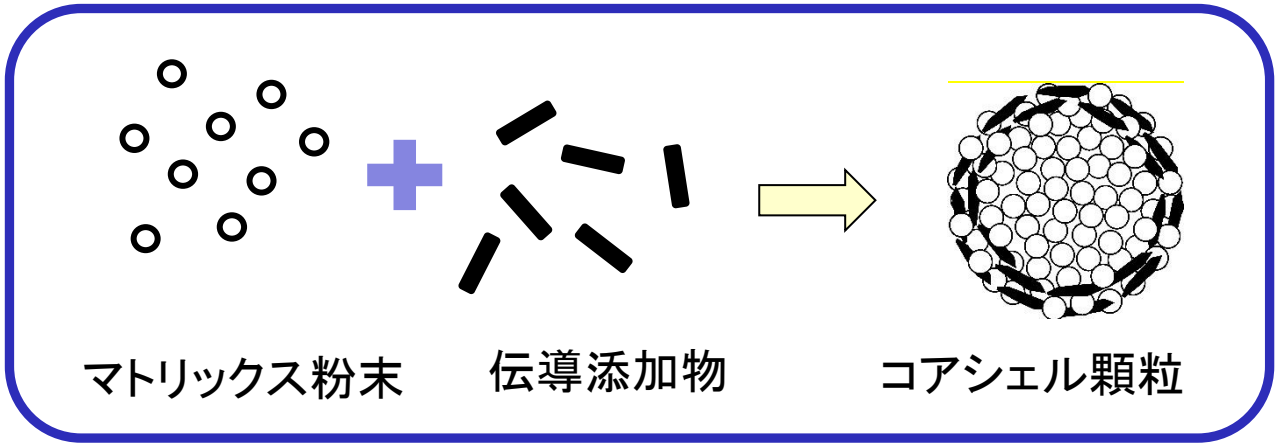
熱伝導、電気伝導性を効果的、確実に実現するための革新的な粉末冶金技術

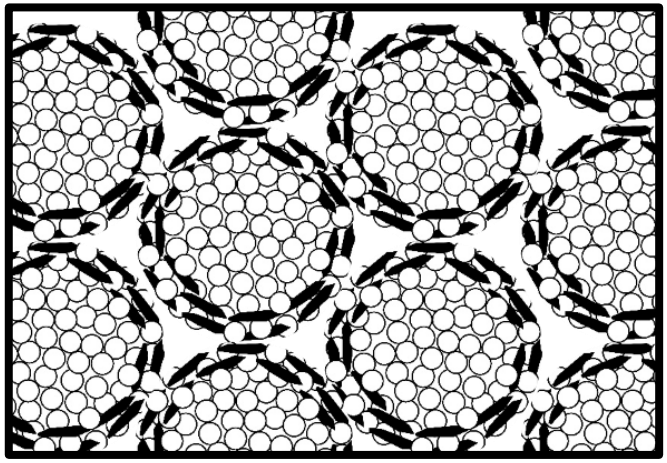
豊橋技術科学大学
大学院工学研究科　総合教育院
教授　武藤 浩行

新技術の概要

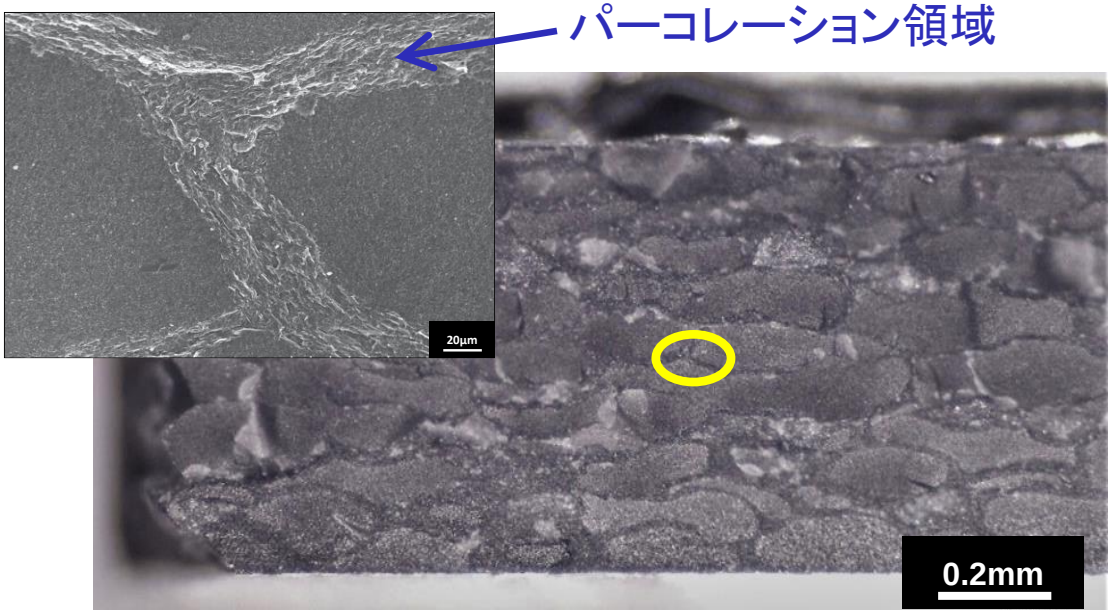
セラミックス焼結体に熱・電気伝導性に富むパーコレション領域を効果的に導入することができる粉末冶金法を提供する

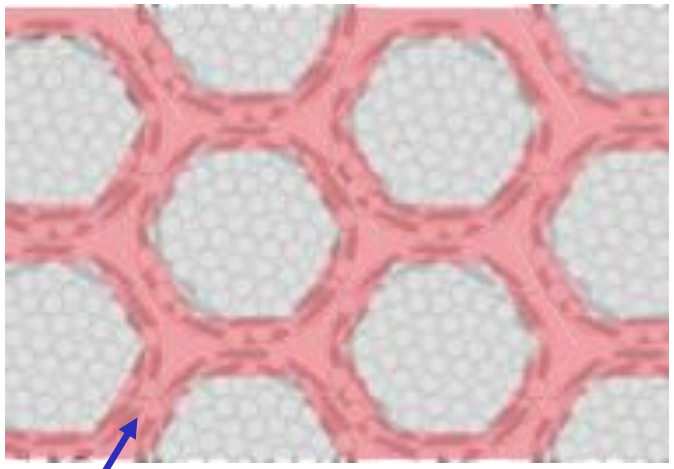


圧粉



焼結





パーコレーション領域

想定される用途

- 緻密なセラミックス部材の内部に最小の添加量で効果的なパーコレーション構造を導入することができる。

  →熱伝導性の改善、電気伝導性の付与

- ナノ複合材料の微構造制御

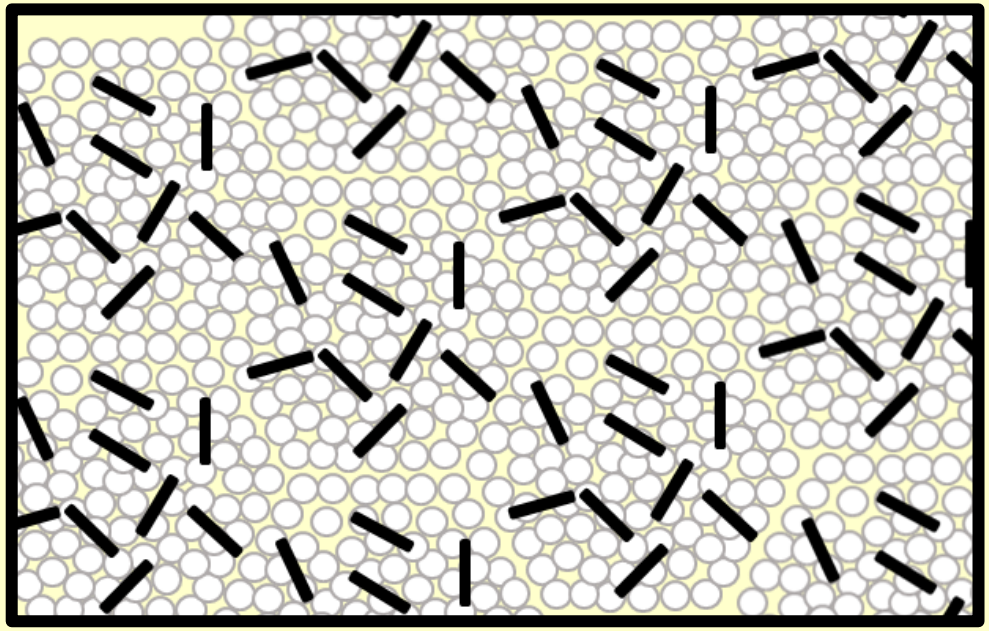
- 粉末を原料とした全固体電池の精密構築が可能となる。

  →電解質、活物質、導電助剤の配置制御

従来技術とその問題点

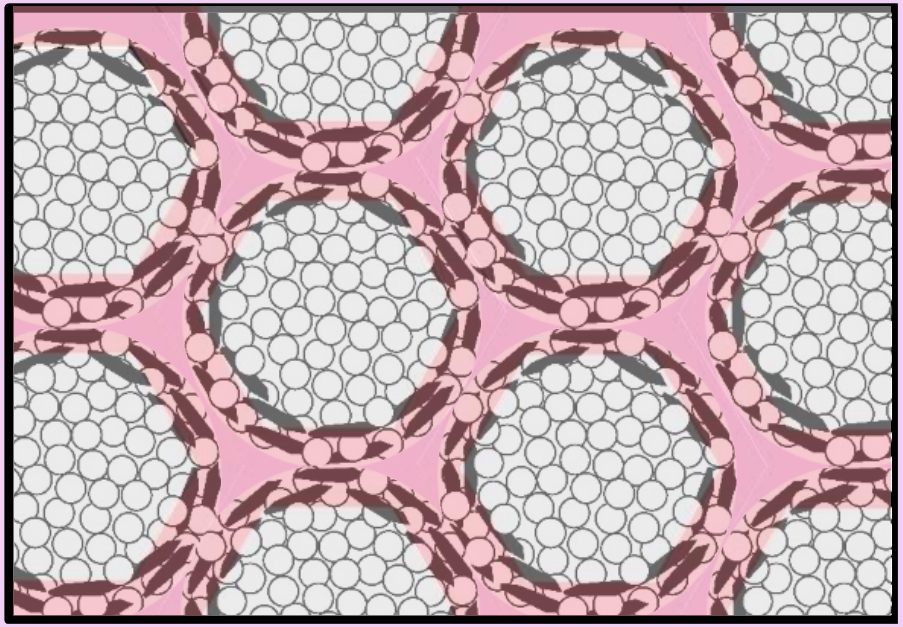
従来の粉末冶金法:
複数種の粉末を機械混合して成型、焼結するため添加物の「位置」を制御できない

→分散状態制御



本提案:
粉末の精密な集積化の後成型、焼結することから集積体の設計次第で微構造を自由に制御できる

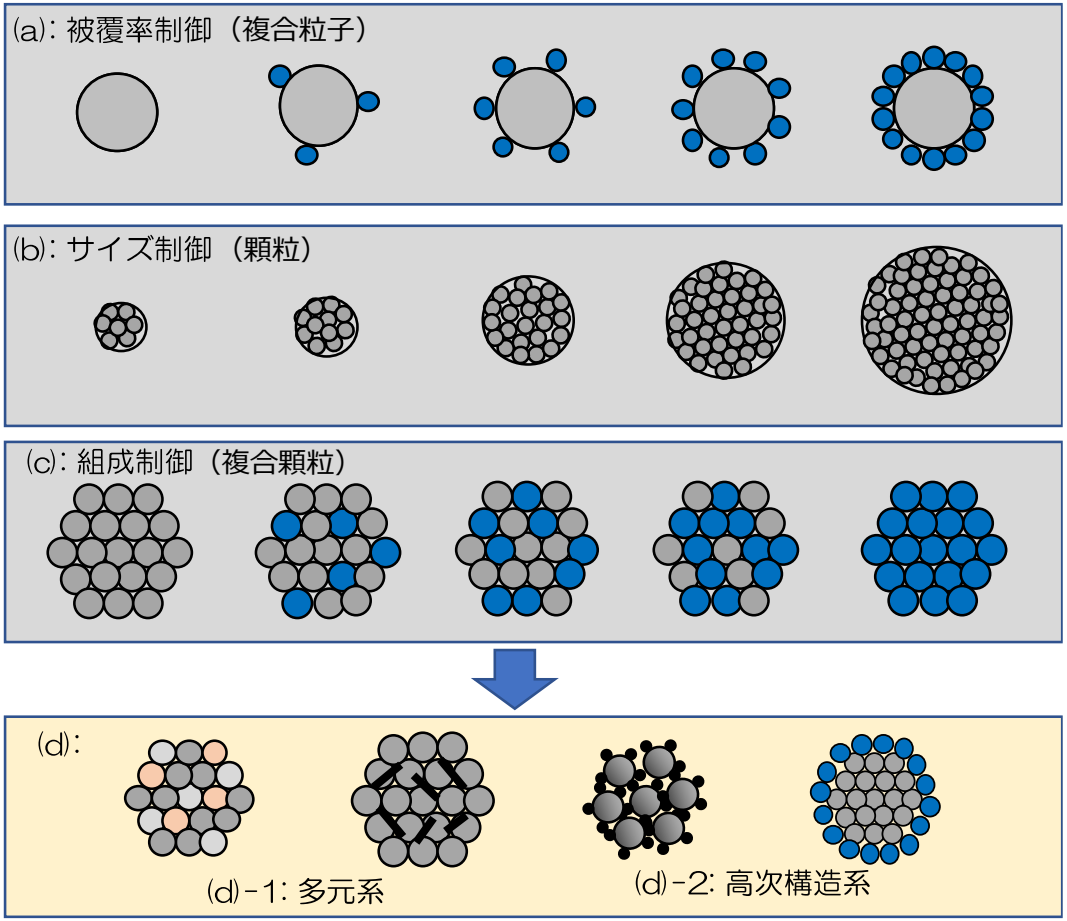
→パーコレーション構造

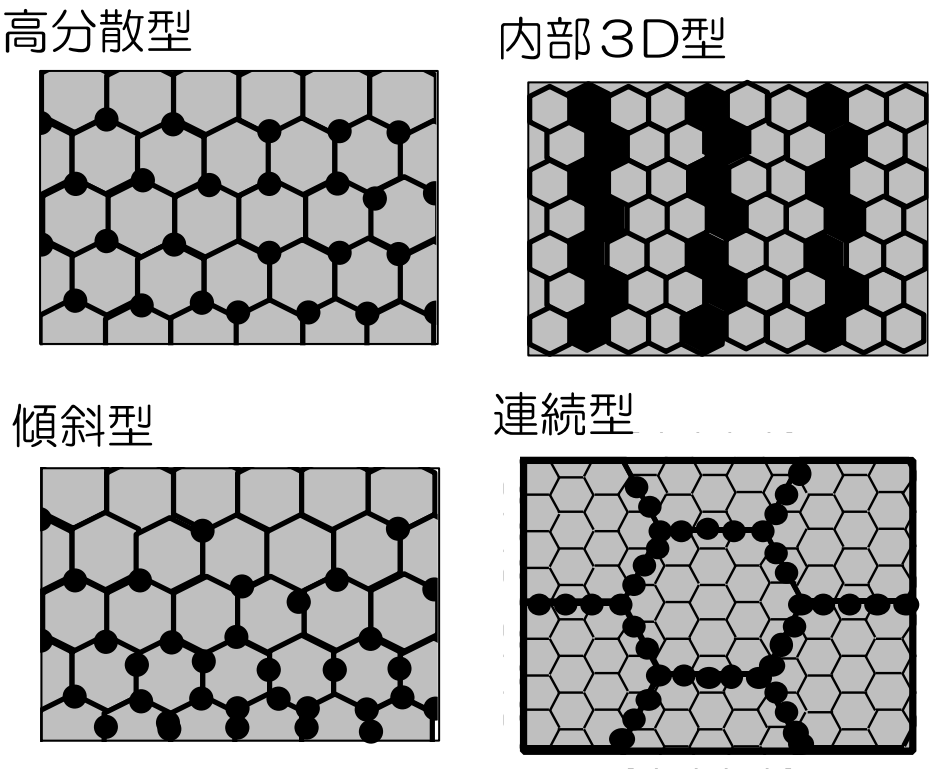


新技術の特徴・従来技術との比較

粉末の集積化（複合化･顆粒化）技術を確立することにより焼結体の微視的、巨視的構造を容易に制御することが可能となった

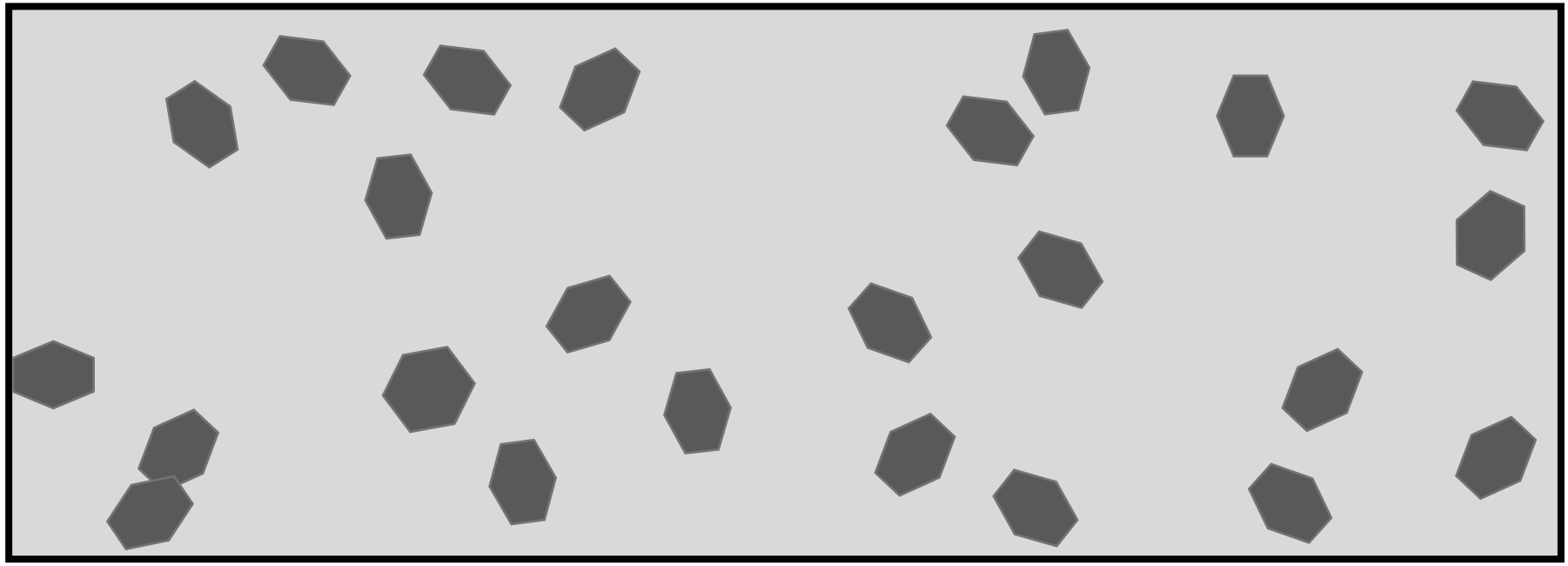
粒子集積化技術 → 微視･巨視構造の制御

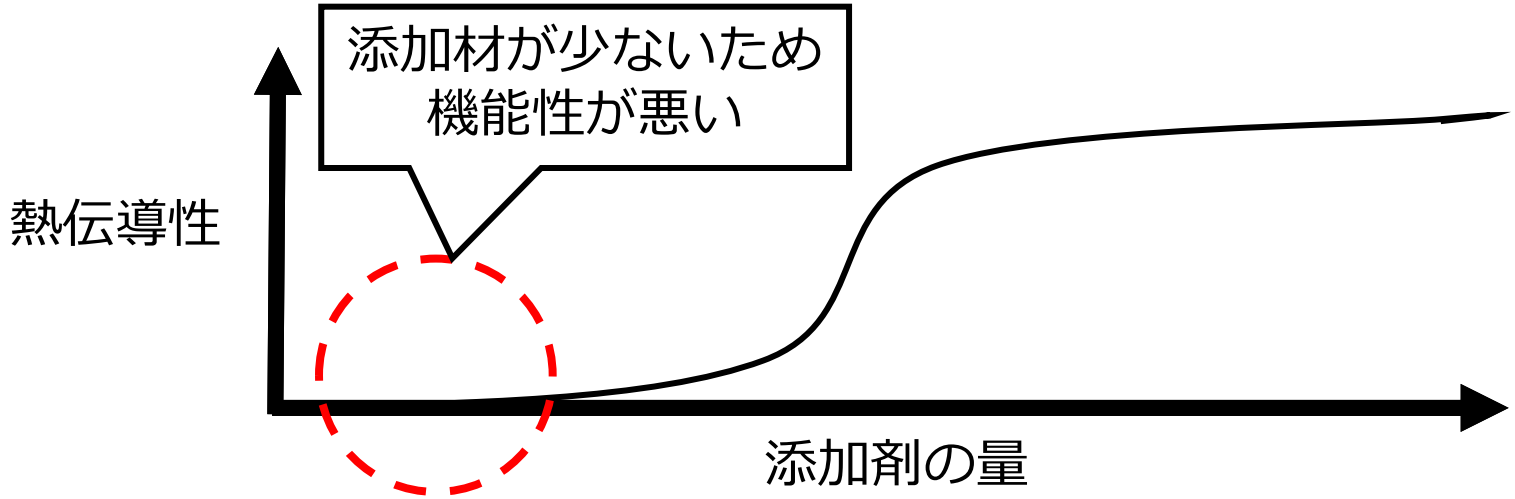




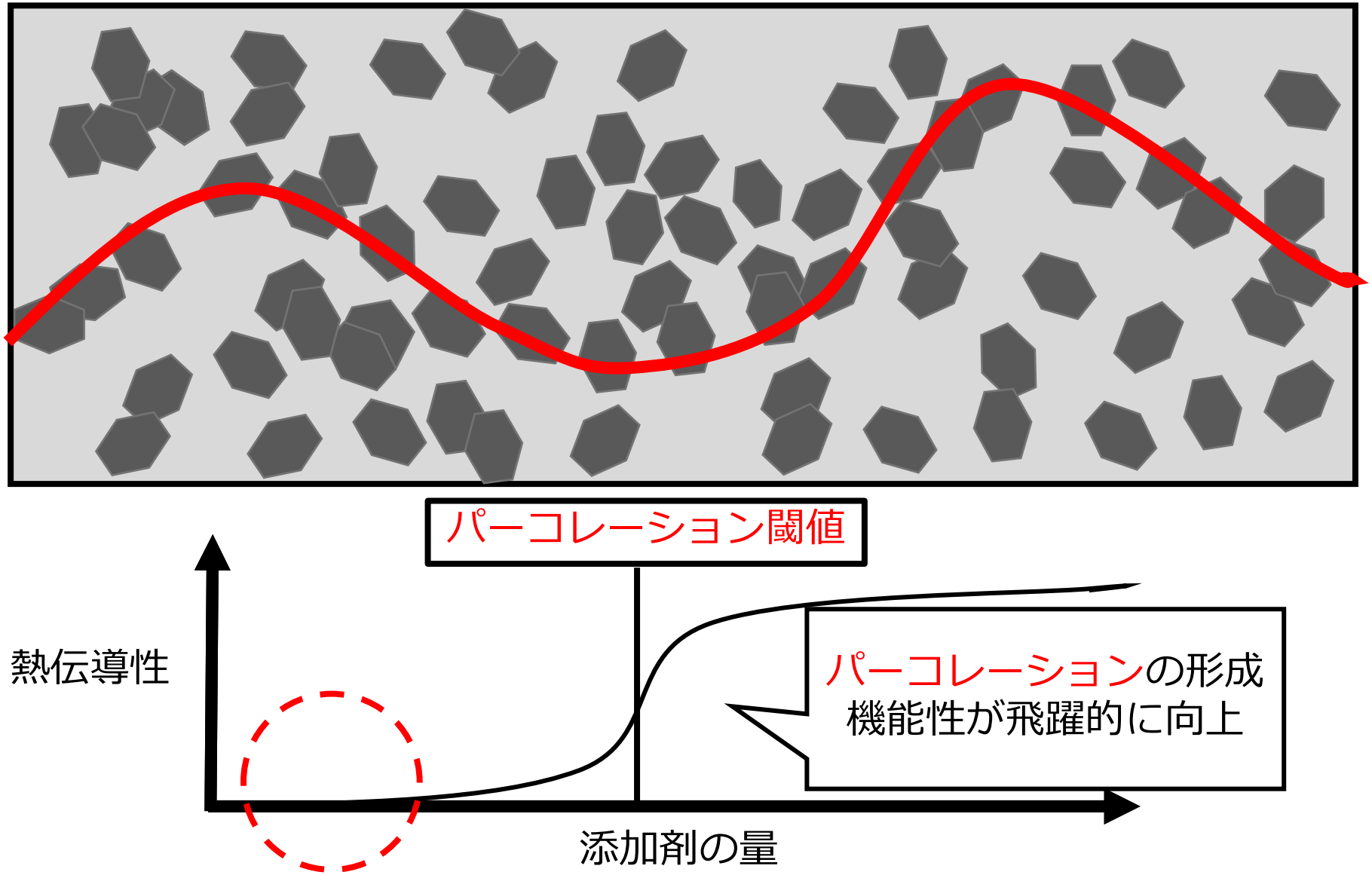
従来の粉末冶金では上記のような構造を導入することが不可能であり材料開発が制限される

新技術の内容　背景

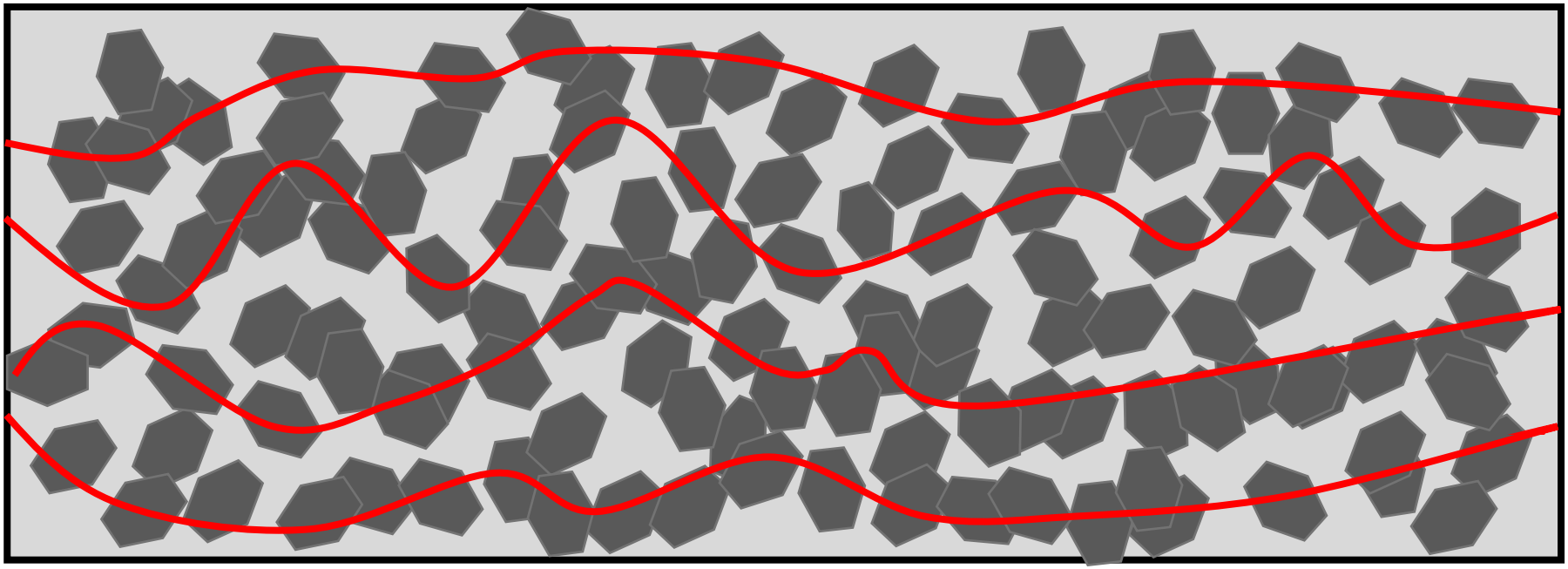


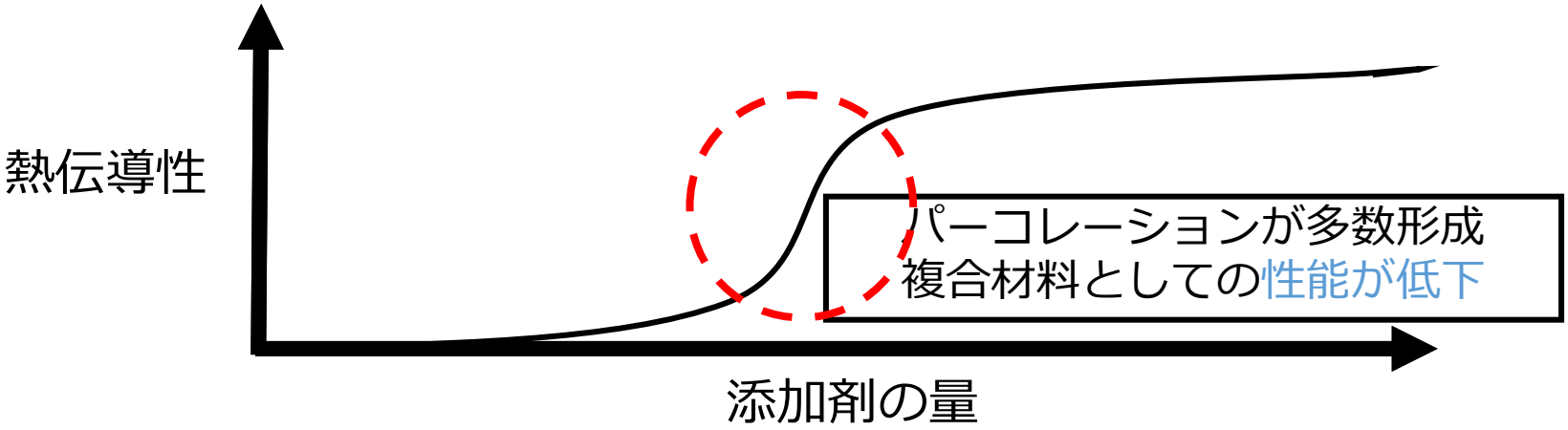


新技術の内容　背景

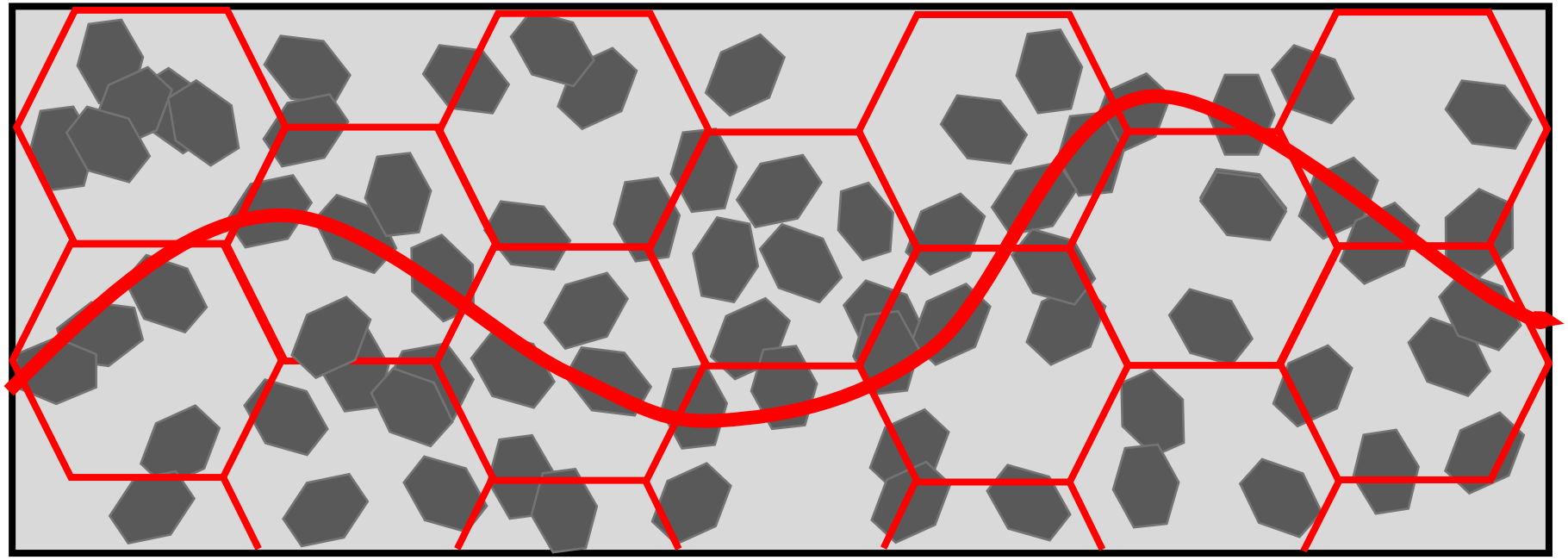


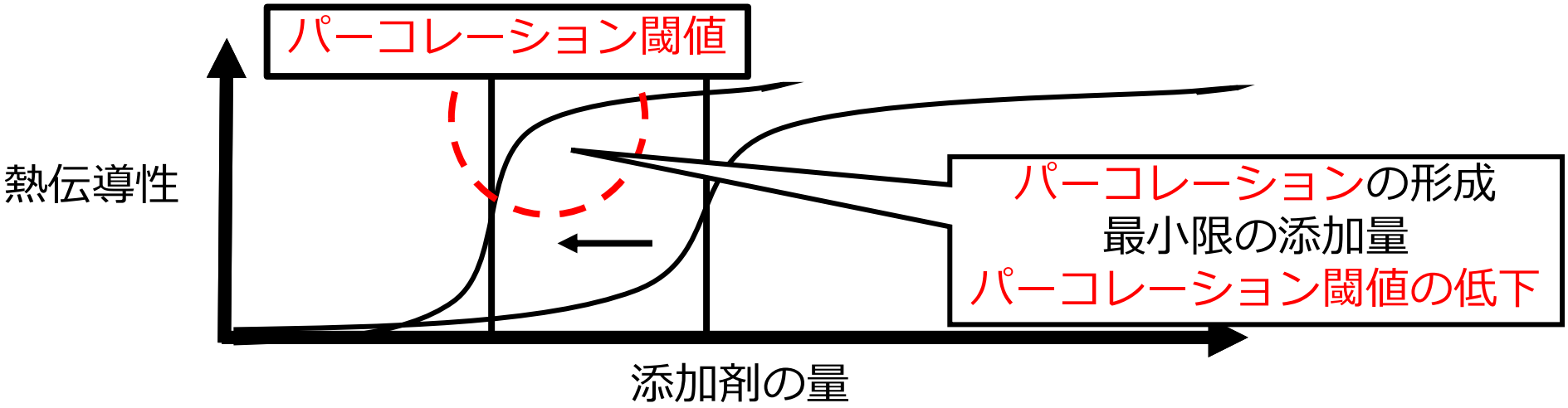
新技術の内容　背景



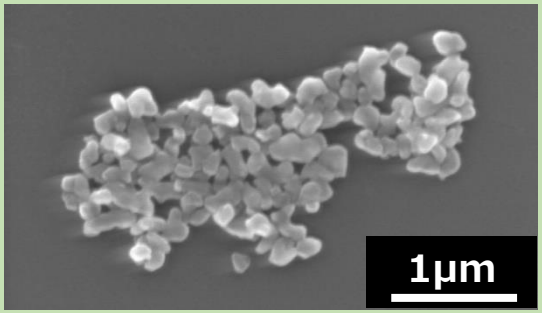


新技術の内容　背景

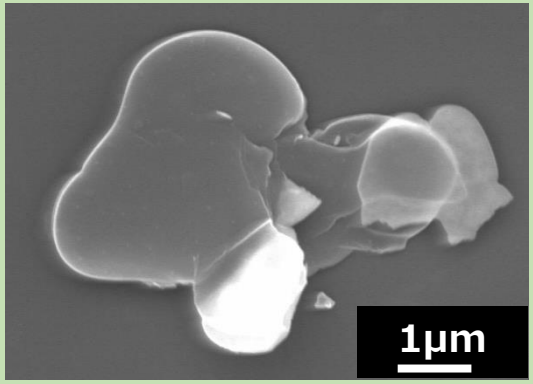



パーコレーション閾値
熱伝導性
パーコレーションの形成
最小限の添加量
パーコレーション閾値の低下
添加剤の量

新技術の内容　粒子の集積化



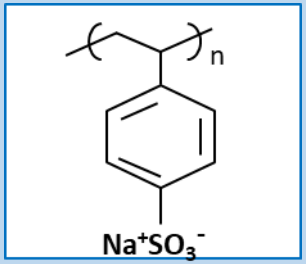
Al_2O_3(TM-DAR)
140nm
大明化学工業製



h-BN(HGP-30509)
平均粒形 5μm
電気化学工業株式会社

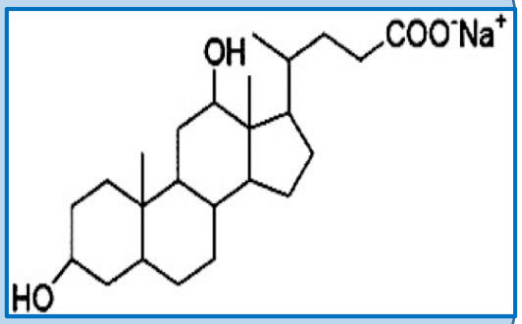
ポリアニオン

PSS
Poly(sodium-4-styrenesulfonate)



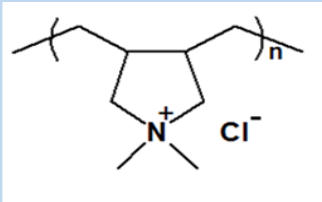
界面活性剤

SDC
Sodium Deoxycholate

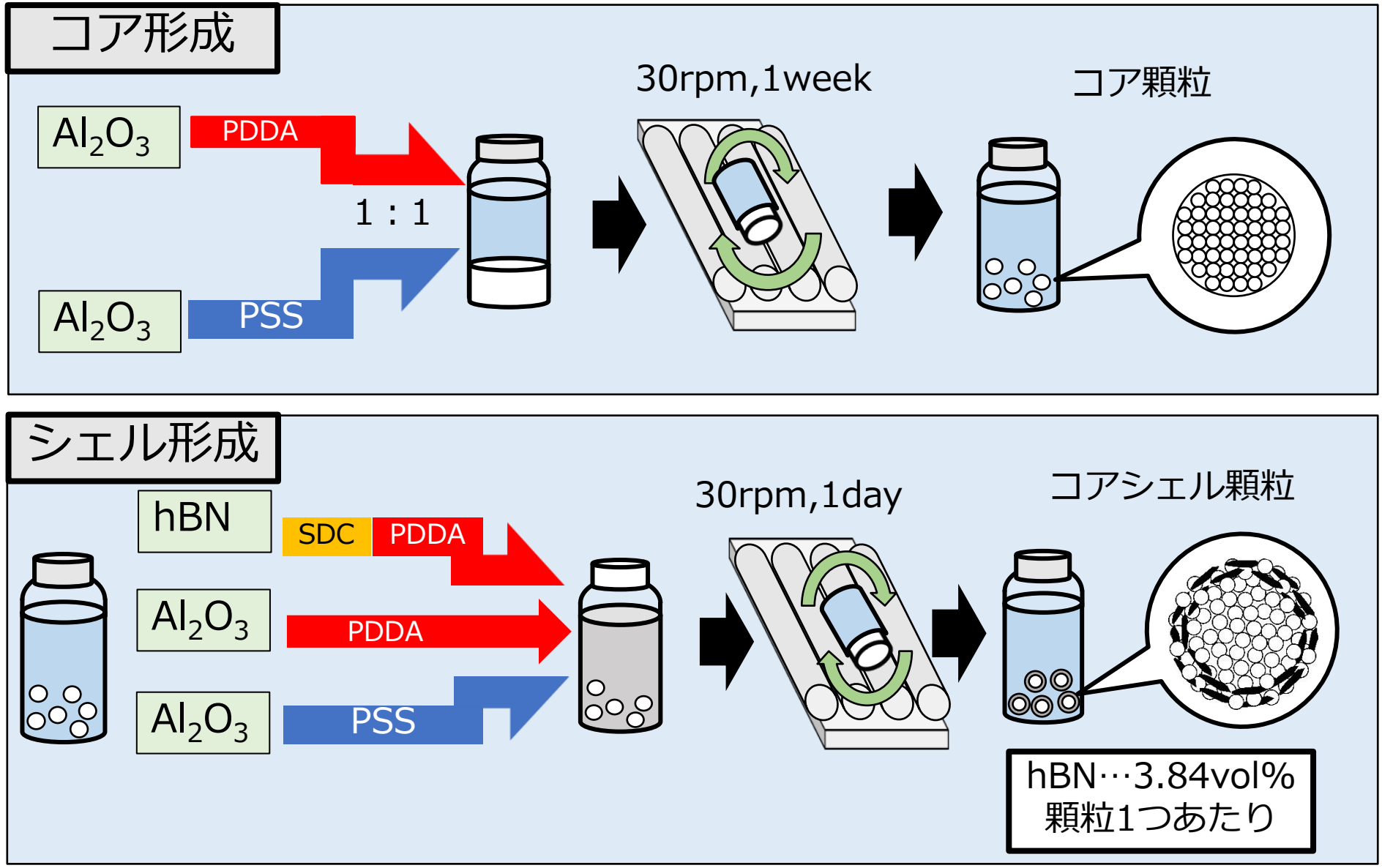


ポリカチオン

PDDA
Poly(diallyldimethyl Ammonium chloride)

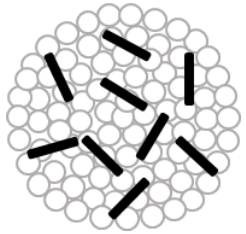


新技術の内容　粒子の集積化

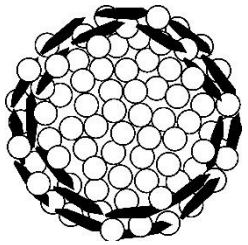


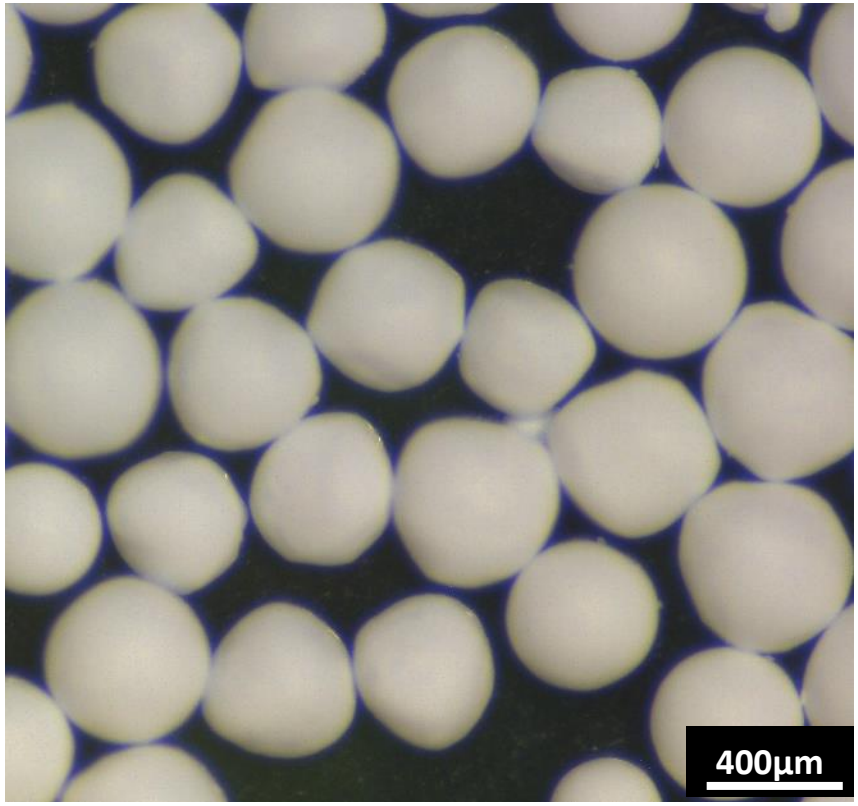
新技術の内容　粒子の集積化

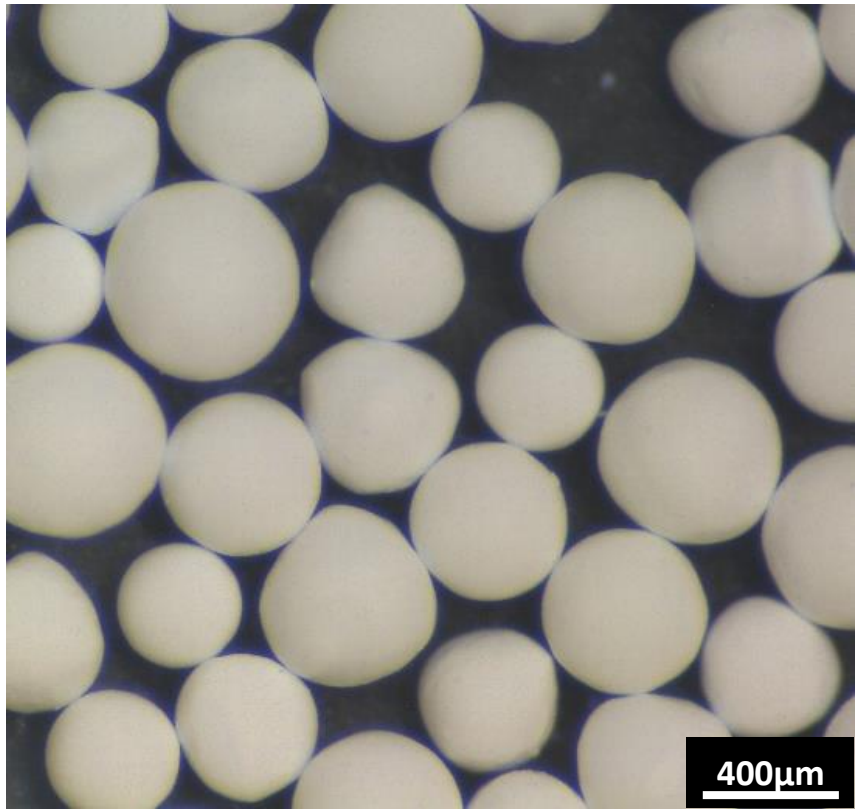
Al_2O_3-hBN
均一分散された顆粒
粒形 300～600μm



Al_2O_3-hBN
コアシェル顆粒
粒形 300～600μm

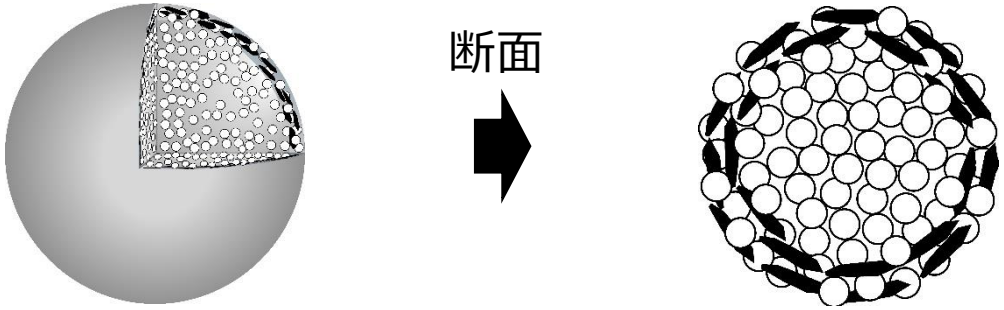


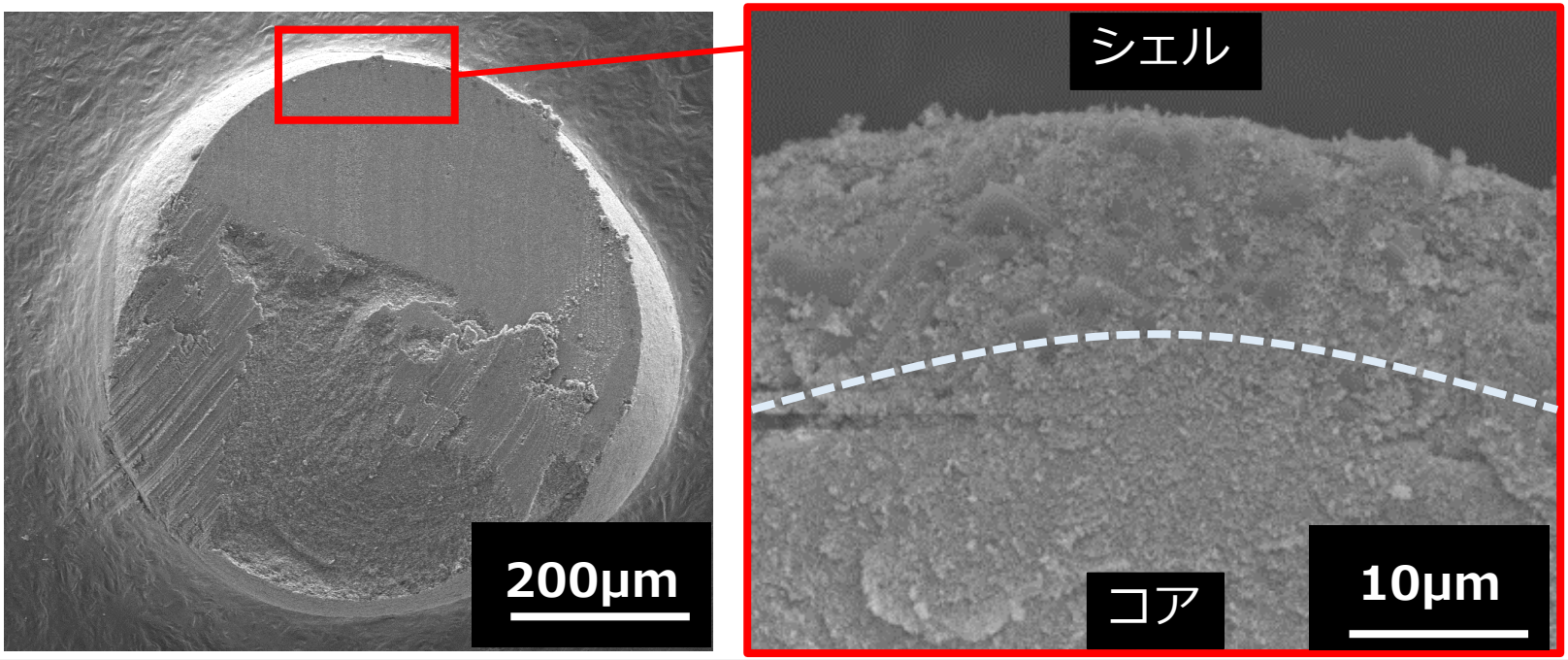




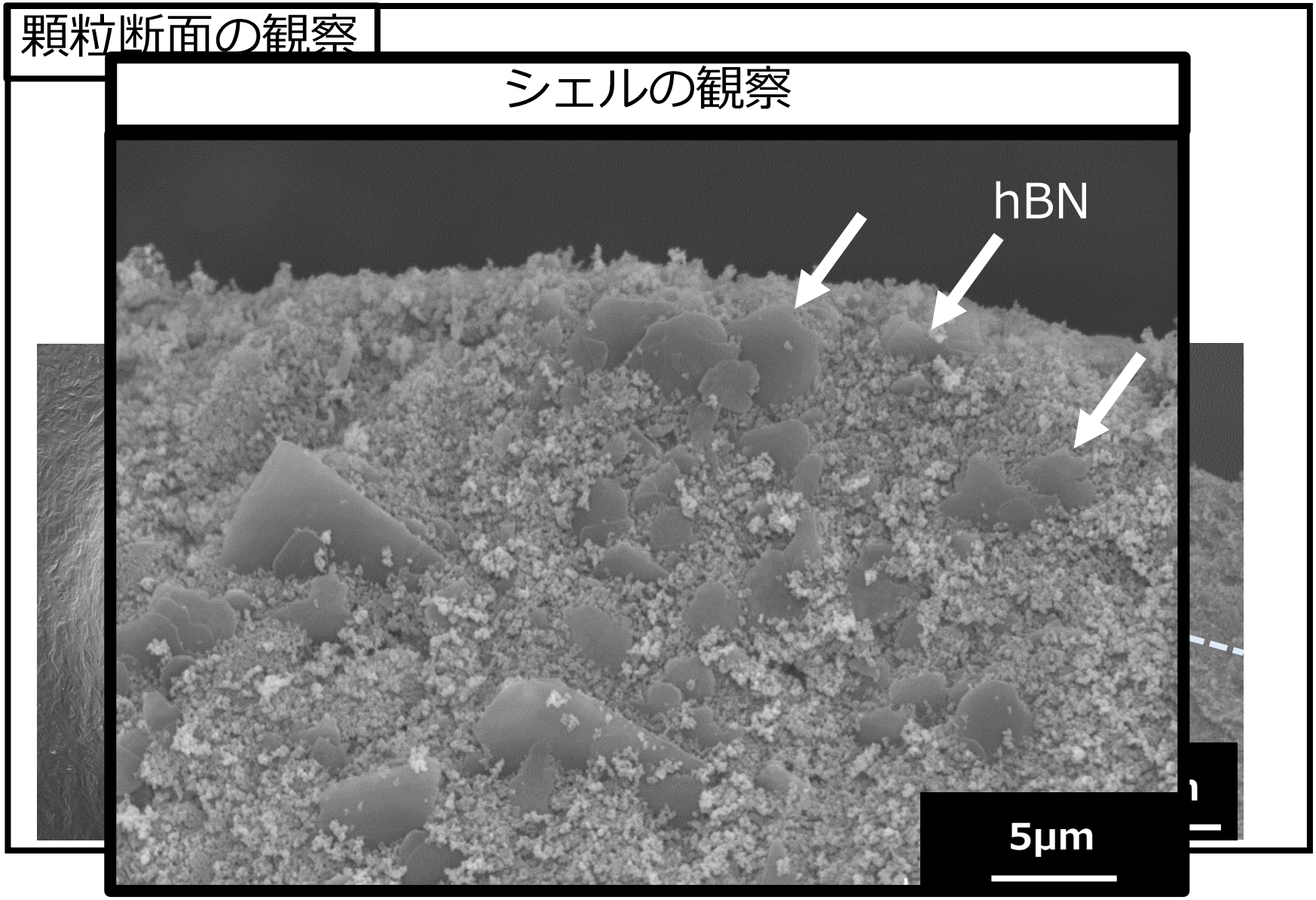
新技術の内容　顆粒観察

顆粒断面の観察

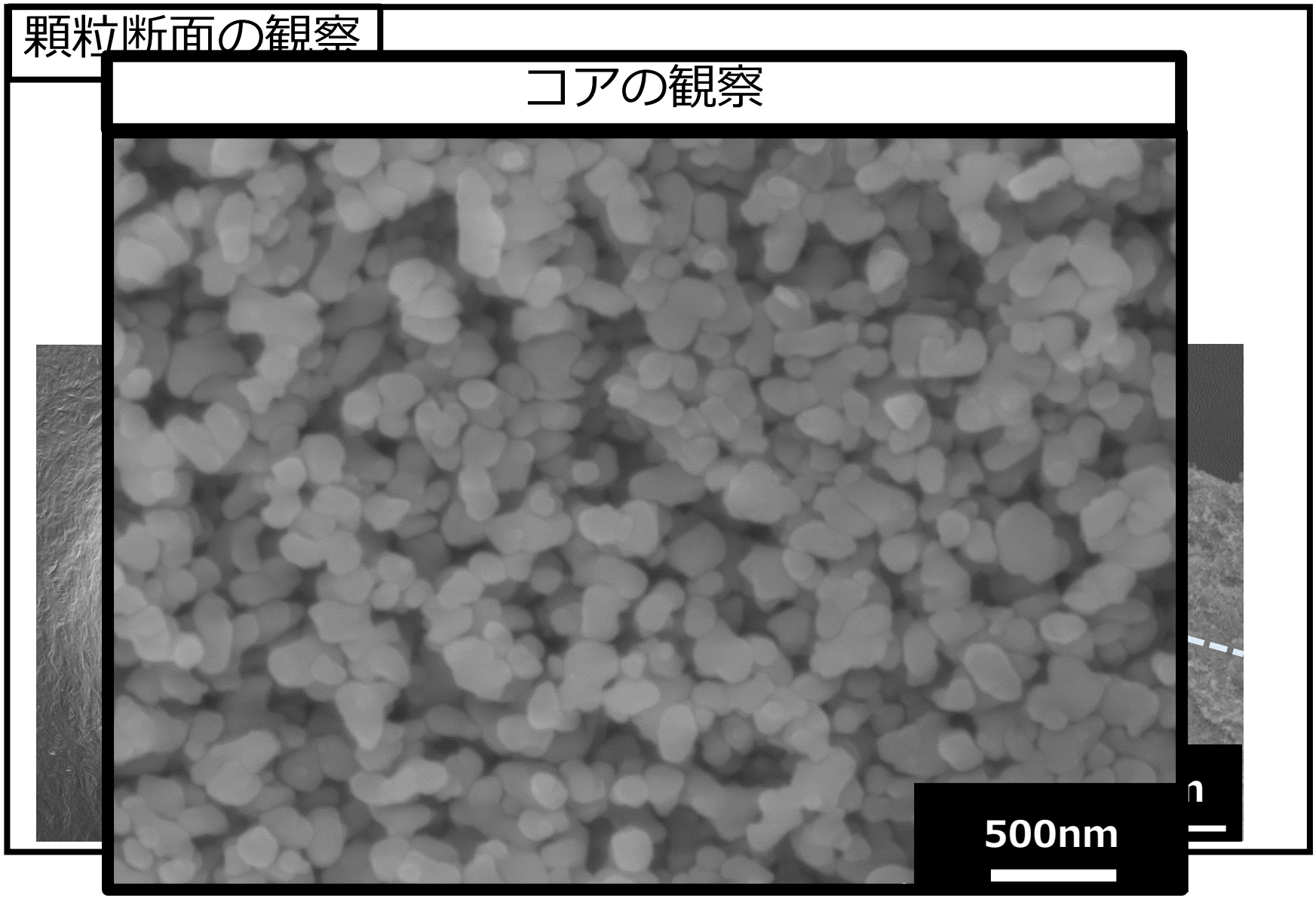




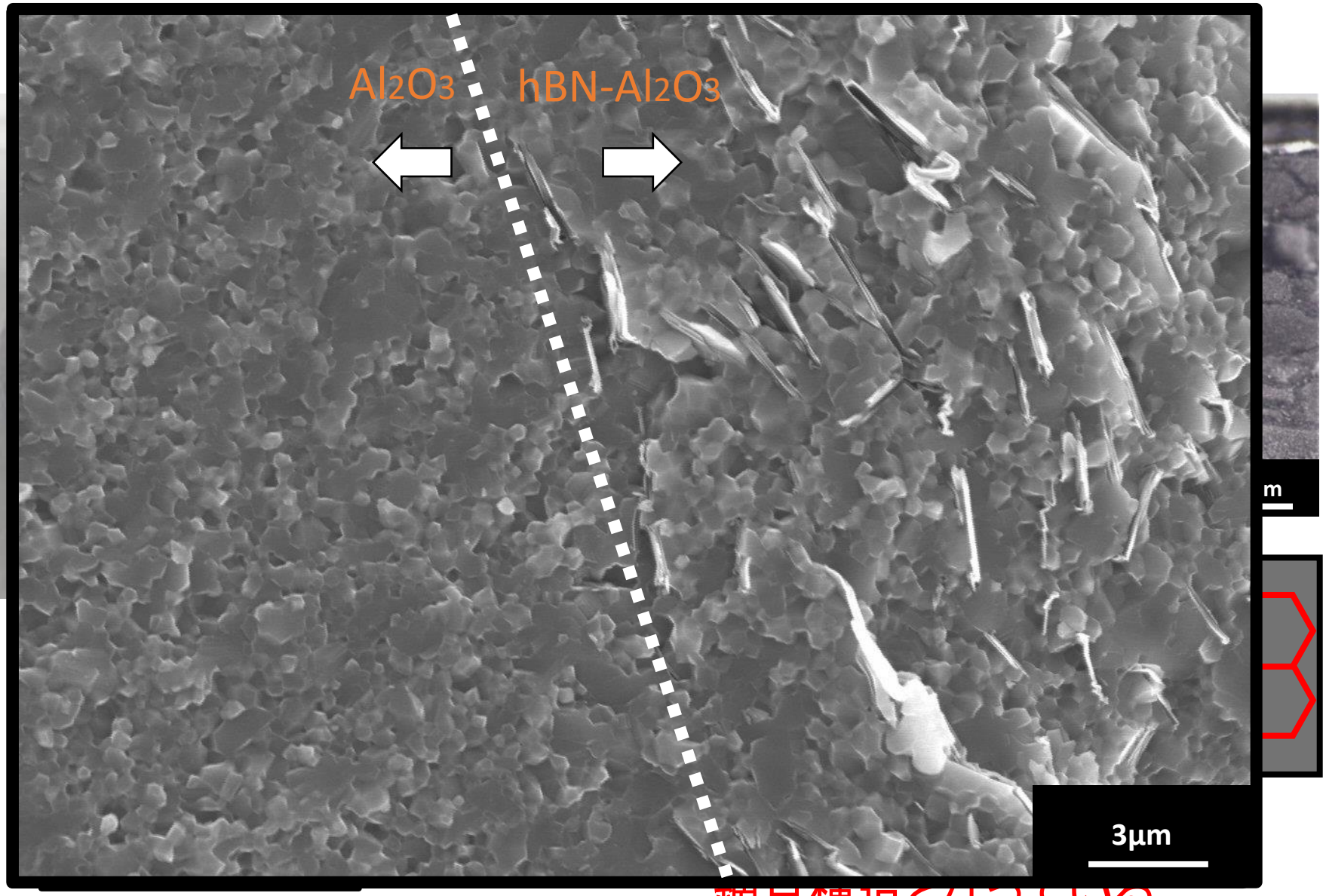
新技術の内容　顆粒観察



新技術の内容　顆粒観察



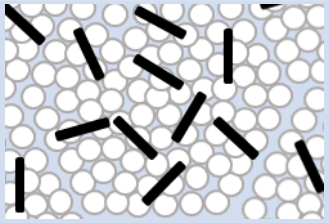
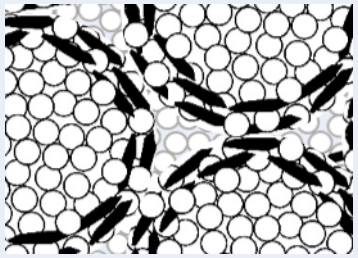
新技術の内容　焼結体構造



結晶構造となっている

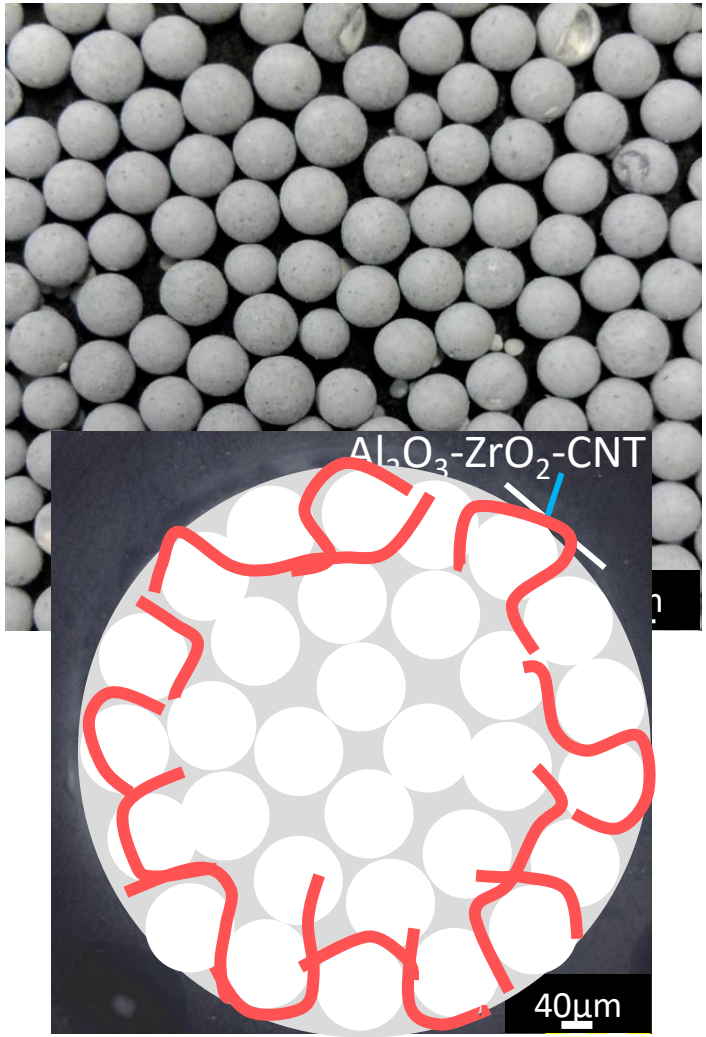
新技術の内容　熱伝導率

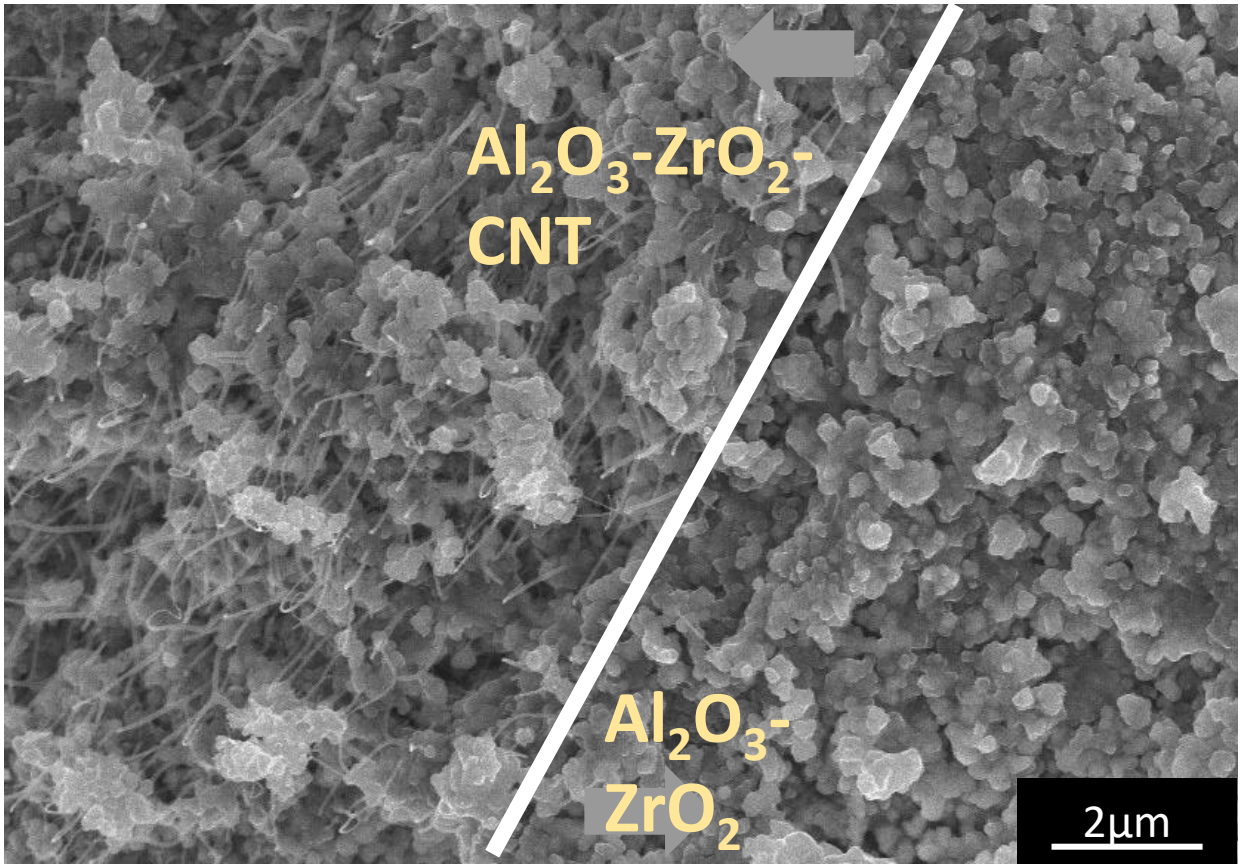
キセノンフラッシュ法により測定

顆粒	BN分布イメージ	BNの体積分率［vol%］	熱伝導率［W/mK］
均一顆粒		3.94	**11.65**
コアシェル顆粒		3.94	**14.90**

hBNの添加量は一定
構造の変化のみで熱伝導性が向上

新技術の内容　導電材料（CNT添加）





熱伝導パス
↓
電気伝導パス

実用化に向けた課題

- 現在、導電性添加物としてBN、電気伝導性添加物としてCNTを用いたモデル材料の開発が完了し、想定した微構造の導入に成功している。
- 今後、更なる特性向上を目指して添加物周辺の焼結密度を向上させる必要がある。
- 実用化に向けて、コア・シェル顆粒構造の最適化を検討する必要がある。同時に、顆粒作製時間の短縮が重要になる。

企業への期待

- 顆粒作製時間の短縮に関しては、科学的な知見を得つつあり形成機構の解明により達成できると考えている。
- パーコレーション構造を導入することで利用価値が向上するような材料の活用例などを提案できる企業との共同研究を希望する。
- 当該技術は、セラミックスの製造に限定されないことから、金属、高分子材料の開発を行う企業との協働も視野に入れている。

本技術に関する知的財産権

・発明の名称　：コアシェル型複合顆粒、
コアシェル型複合顆粒を用いて
作製した無機複合材料及び
それらの製造方法

・出願番号　：特願2021-191967

・出願人　：豊橋技術科学大学

・発明者　：武藤浩行、中園大聖他

お問合せ先：研究推進アドミニストレーションセンター
Phone: 0532 - 44 - 6975　　FAX: 0532 - 44 - 6980
E-mail: tut-sangaku@rac.tut.ac.jp　担当: 白川正知