

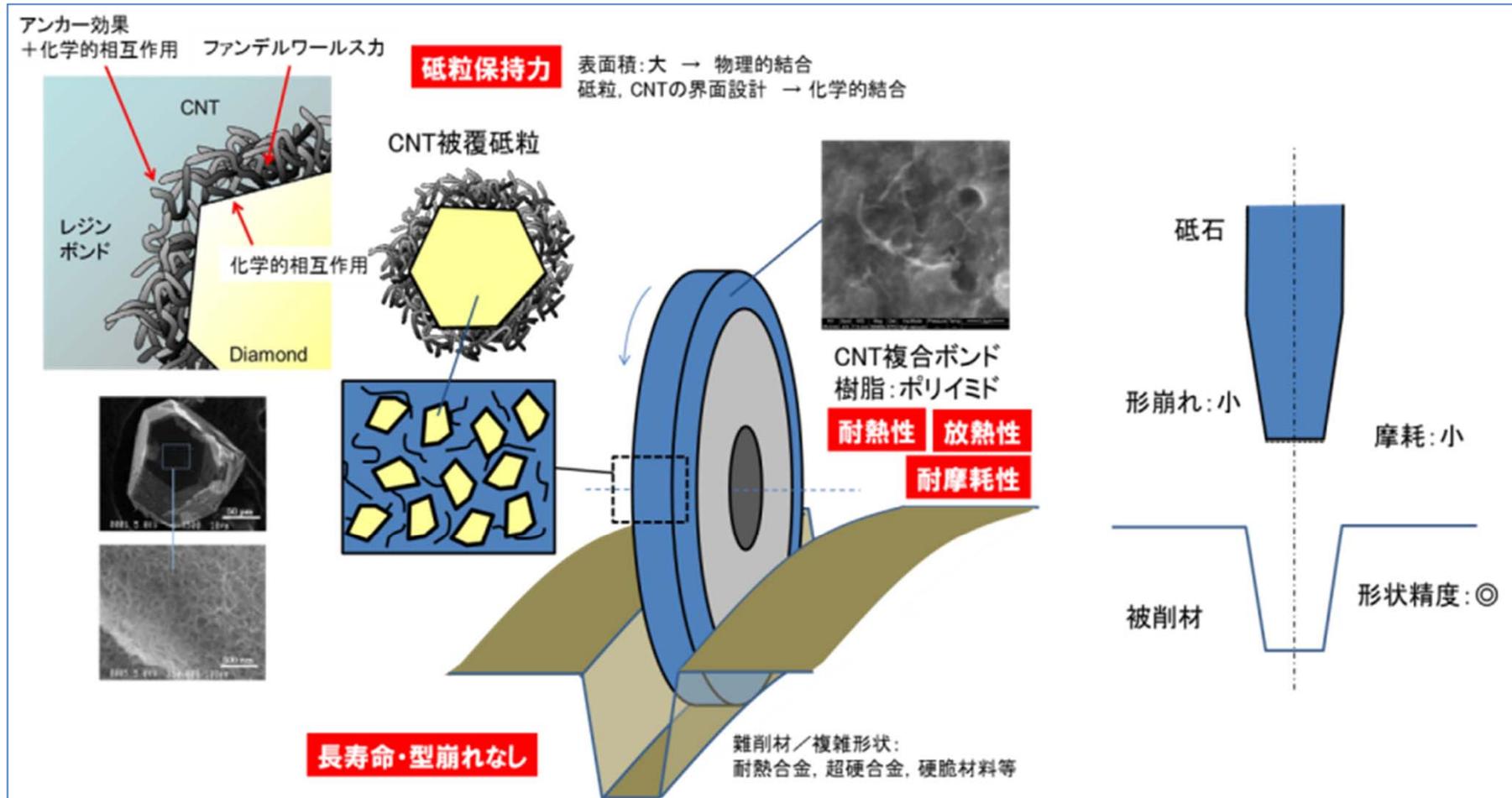
難削材の複雑形状加工を可能とする カーボンナノチューブ複合 長寿命レジンボンド砥石の開発

戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）
（公募、経済産業省）
事業期間：平成27～29年度

工業技術センター
化学材料表面技術部
泉妻孝迪ほか（計10機関、22名）

研究の概要

【本研究開発によるカーボンナノチューブ複合レジンボンド砥石】



CNTとの複合化により

- 1) 砥粒保持力の向上 (砥粒の脱落防止)
- 2) ボンド (レジン) の耐久性の向上

目標値: 工具寿命2倍

研究成果の概要

研究項目	研究開発目標値	成果	達成度
1. レジンボンド 砥石の砥粒保持力の改善	砥粒保持力 従来比2倍	単粒荷重1,000mNの場合 ：砥粒保持力5倍	100%
2. レジンボンド 砥石の強度・高温 耐摩耗性向上	曲げ強度150%に向上 放熱性200%に向上 高温耐摩耗性200%に 向上	曲げ強度402%に向上 放熱性192%に向上 高温耐摩耗性550%に向 上	100%
3. ハイレシプロ 研削による難削材 への加工	耐熱・超硬合金研削加 工における砥石寿命従 来比：2倍	砥石寿命：2.07倍	100%
4. クリープ フィード研削によ る高能率・高精度 加工への対応	砥石寿命従来比2倍 砥石成形時間を30%以 上短縮	砥石寿命：3.6倍 砥石成形時間：約31%短 縮	100%

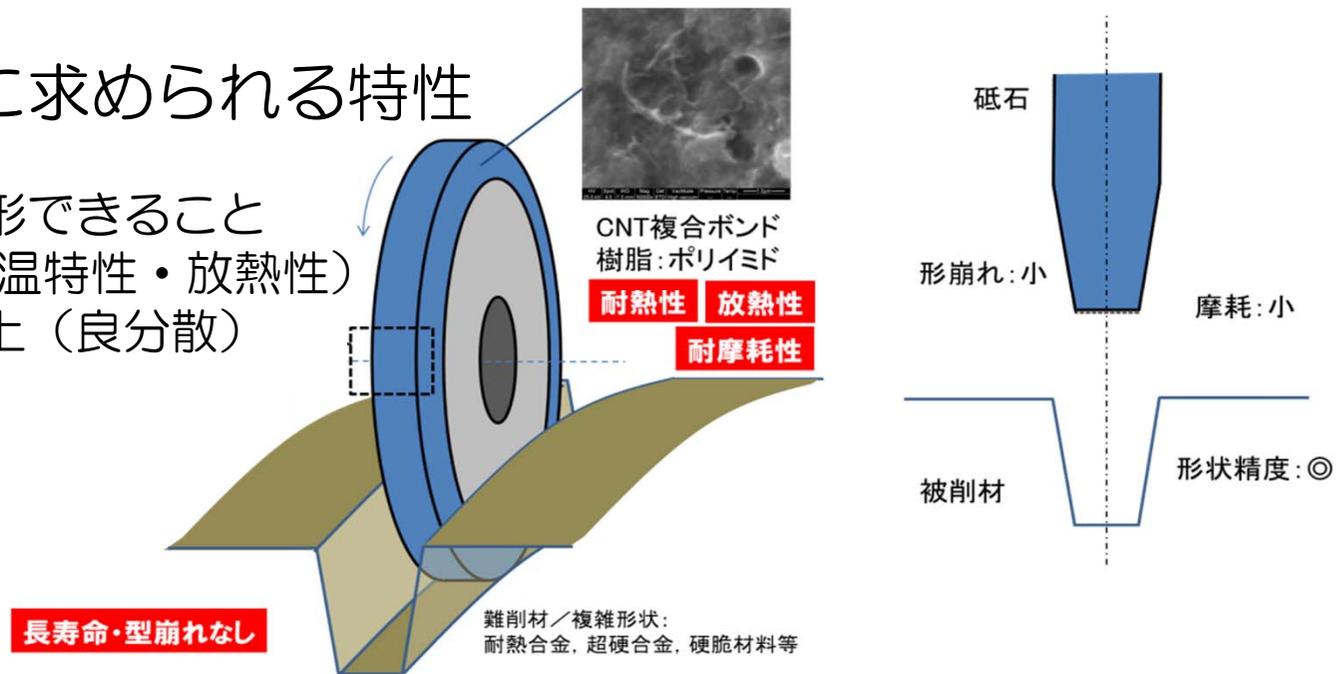
高強度CNTポリイミド複合材の開発

レジンボンド砥石の長寿命化のニーズ

機械加工におけるクリープフィード研削は研削熱が大きく、使用される砥石のボンド材の機械的特性・耐熱性・放熱性等が砥石寿命に大きく寄与する。そこで耐熱性の高いポリイミドと強度・熱伝導に優れるカーボンナノチューブ（CNT）の複合材の適用が砥石の長寿命化に有効であると期待されている。

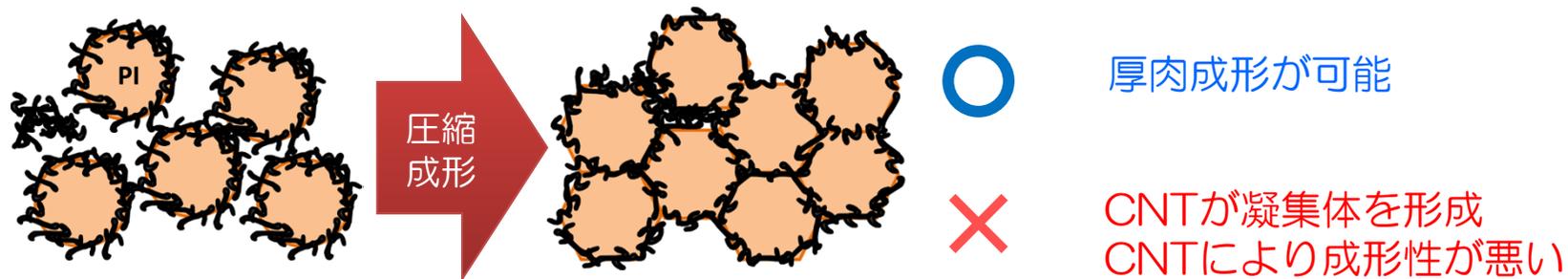
砥石のボンド材に求められる特性

1. 肉厚なものが成形できること
2. CNT高充填（高温特性・放熱性）
3. 機械的特性の向上（良分散）



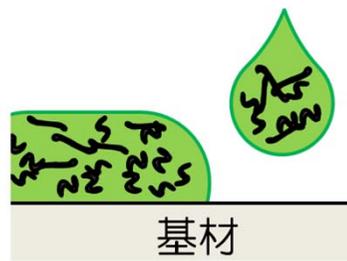
CNTポリイミド複合材の作製方法の課題

CNT/PI混合粉体からの成形



CNT/ポリアミック酸 (PAA) 混合ワニスからの成形

混合ワニスを塗布



膜厚が数百 μm 程度



○ CNTの均一分散が可能
CNTを高濃度化が可能

× 厚肉成形ができない
(せいぜい100 μm 程度)

PAA被覆CNT粒子と反応成形

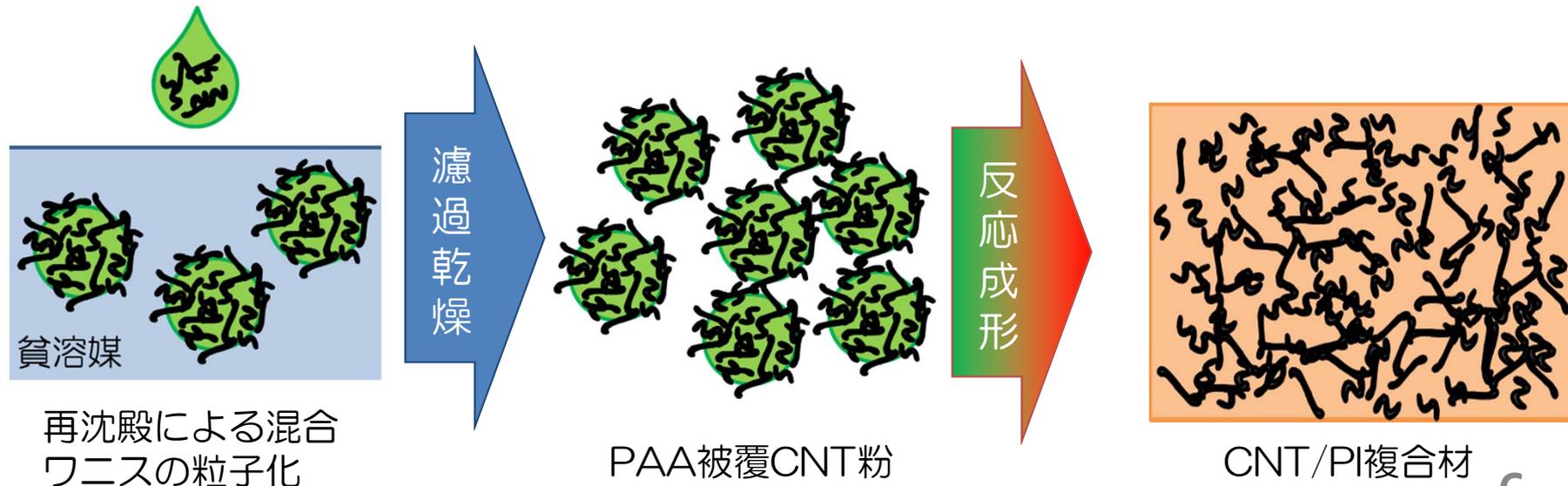
PAA被覆CNTの粒子作製

CNT・PAA混合ワニスを再沈殿法で粉末化し、粒子内部までCNTが均一分散した微粒子を作製を検討した。

PAA被覆CNTを利用した成形方法

PI粒子間の界面接着の弱さを解決するため、PAAの未反応基を成形と同時に反応させる反応成形による高強度化を検討した。

本研究で提案するCNT強化PI複合材の成形プロセス

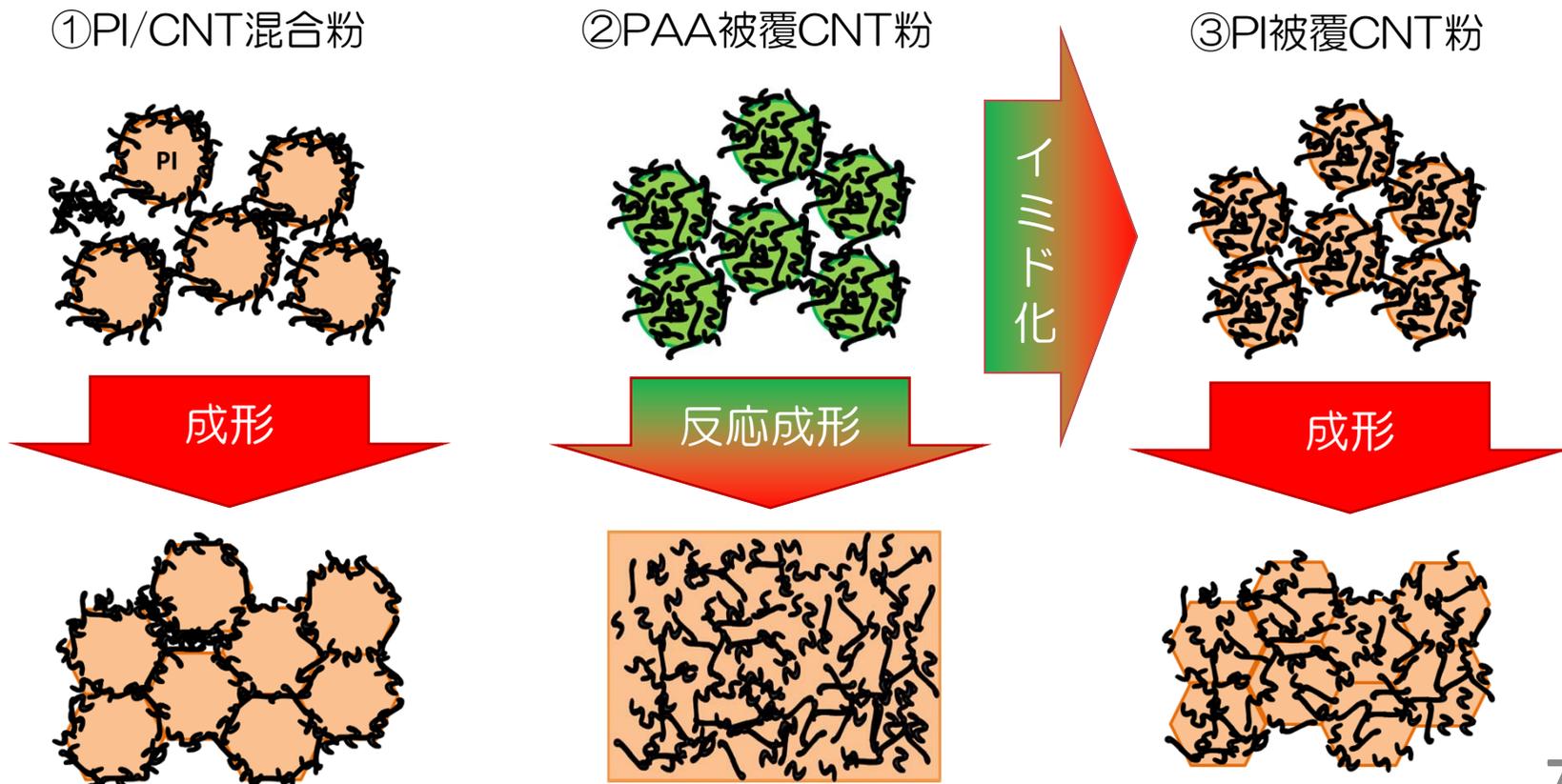


PI/CNT複合成形体

PAA被覆CNT＋反応成形の有効性の検証

本報告では我々の提案するPAA被覆CNTの反応成形が有効であるかを検証するため、3種類の成形プロセスで作製した試験片の曲げ試験と破面観察を行った。

検討した成形プロセスの概要

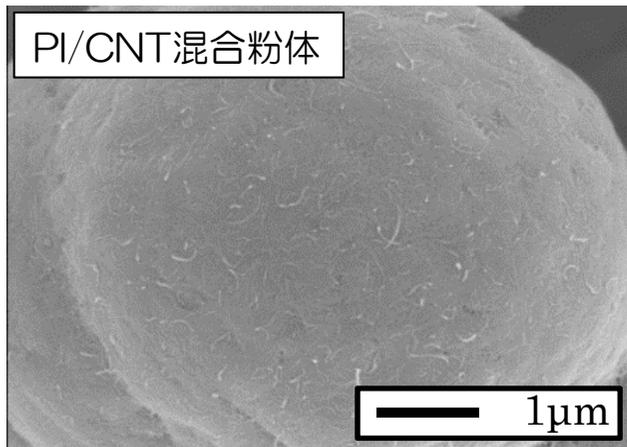


小テーマ2 「レジンボンド砥石の強度・高温耐摩耗性向上」

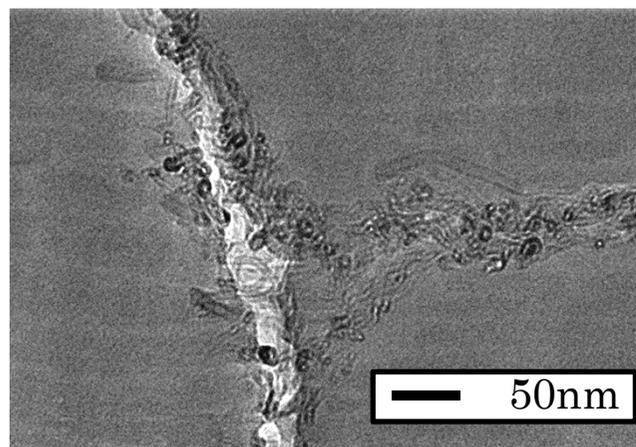
成形材料の調製と成形体の作製

PI/CNT混合粉体とPAA被覆CNTとその成形体の観察

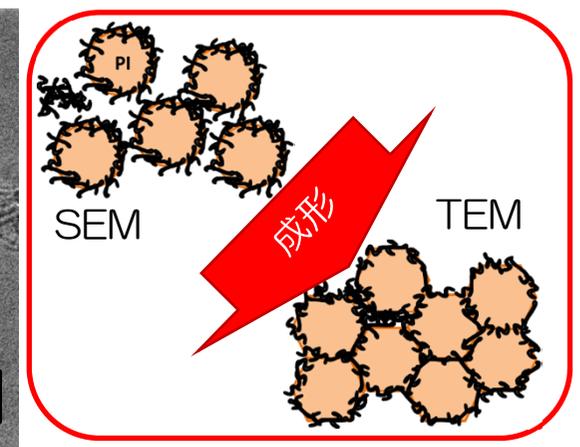
SEM画像



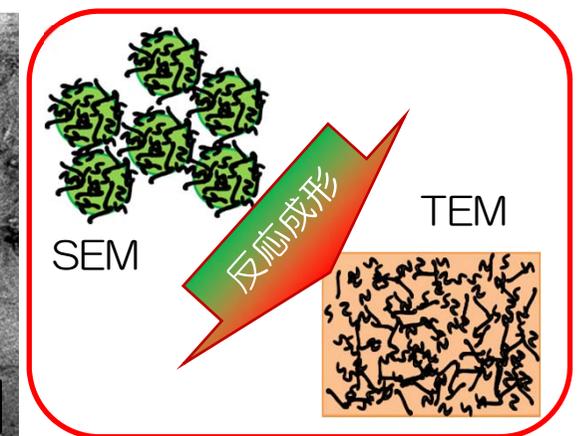
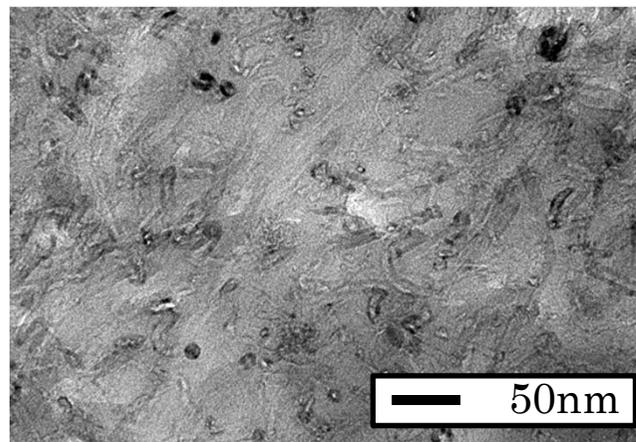
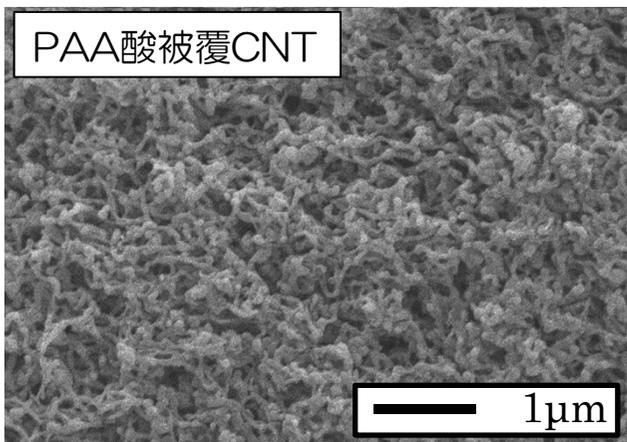
TEM画像



イメージ



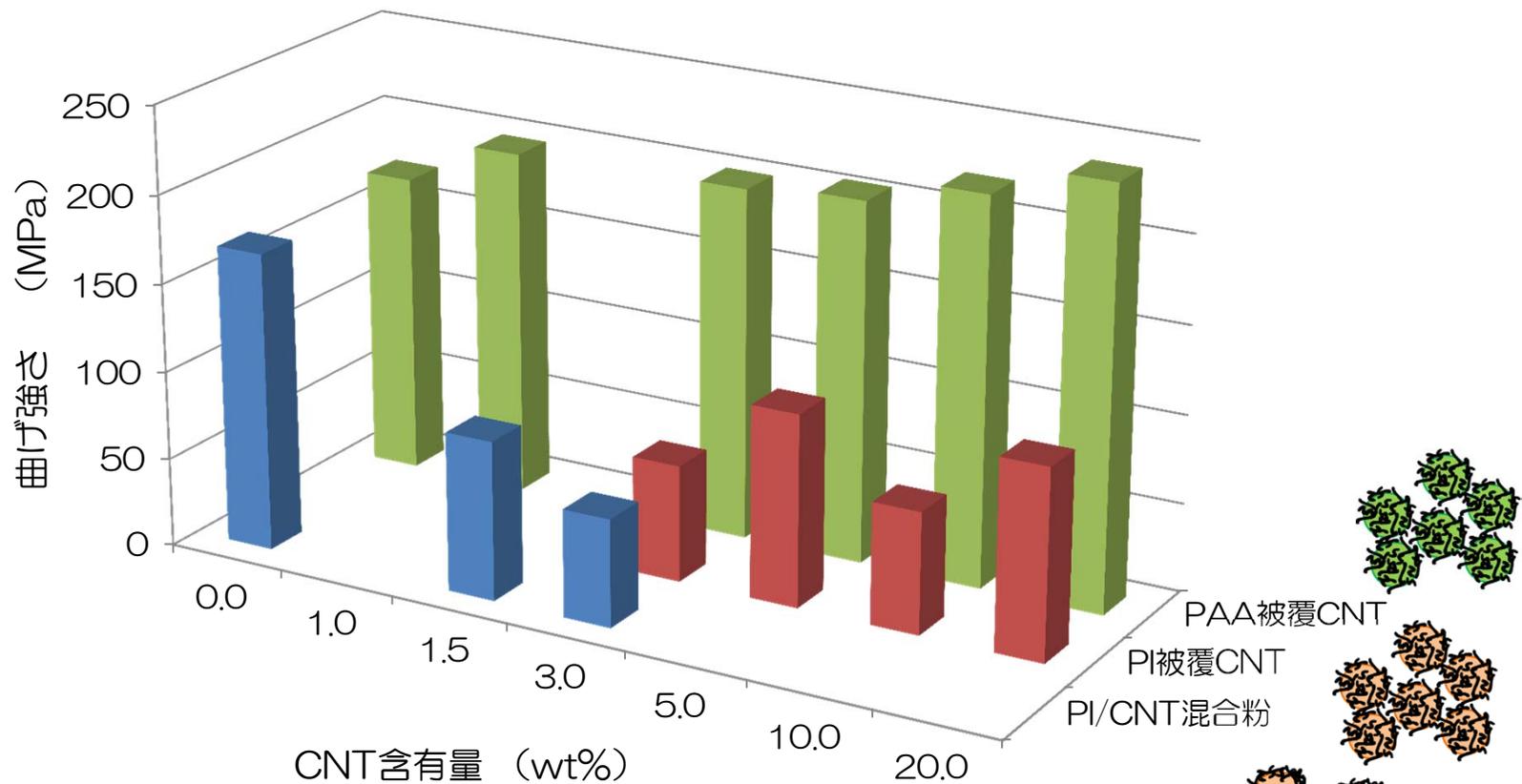
PAA酸被覆CNT



小テーマ2 「レジンボンド砥石の強度・高温耐摩耗性向上」

三点曲げ試験結果

各試験片の曲げ強さ（単位：MPa）



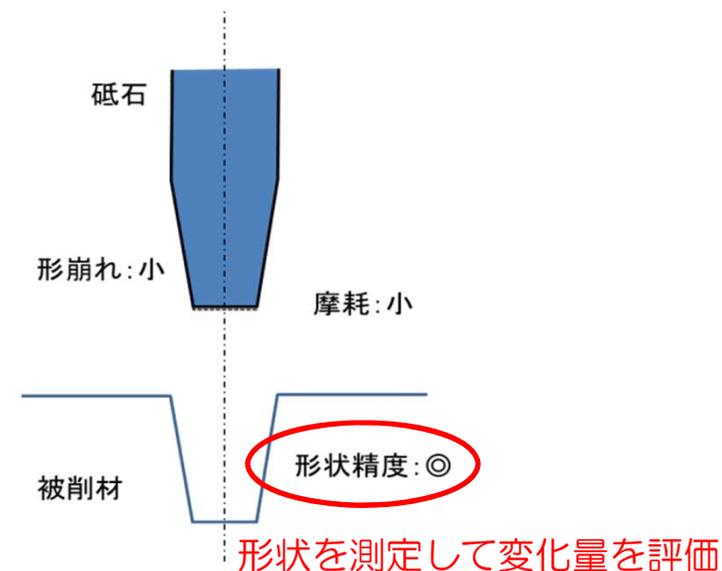
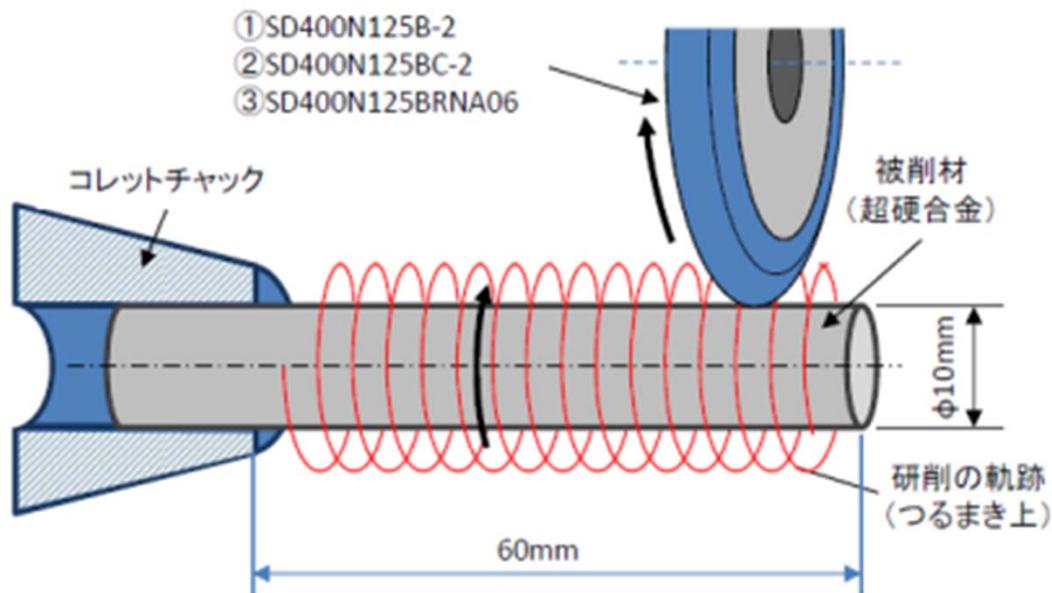
各試験片のCNT増加による曲げ強さへの影響

PI/CNT混合粉→CNT増加に伴い曲げ強さ低下

PI被覆CNT→値がばらつきCNT増加との相関がみられない

PAA被覆CNT→CNT増加に伴い曲げ強さ向上

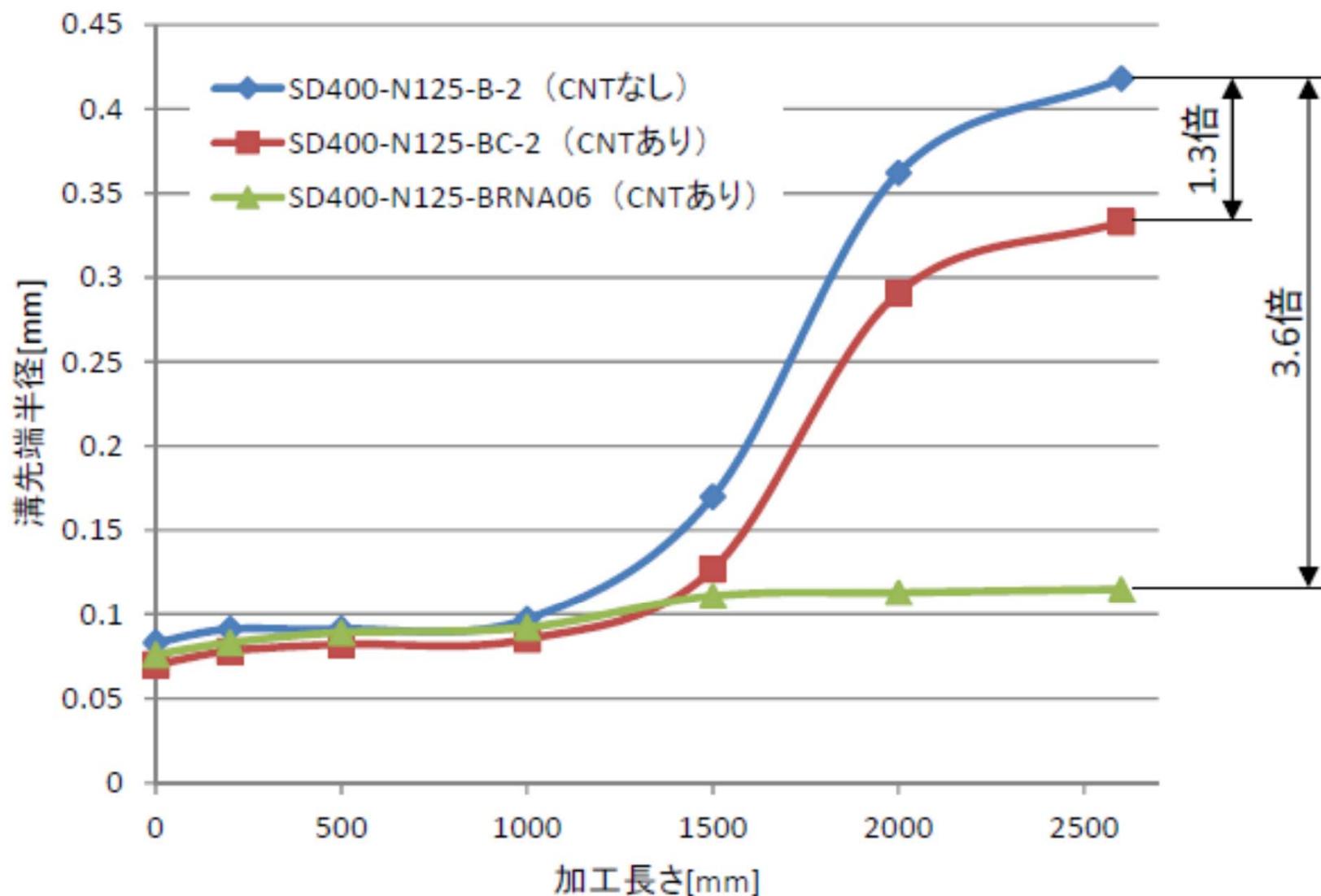
CNT/PI複合ボンド砥石の加工試験



試験条件 (被加工物: 超硬合金)

項目	条件
砥石周速 (m/s)	38
ワーク回転数 (rpm)	10
切込量 (mm)	0.5
ダイヤモンドホイール	①SD400-N125-B-2 (CNTなし) ②SD400-N125-BC-2 (CNTあり) ③SD400-N125-BRNA06 (CNTあり)

CNT/PI複合ボンド砥石の加工試験結果



成果の活用場面と今後の展開方向

1. 特許出願

- (1) 特願2017-124108「カーボンナノチューブ被覆砥粒」(共願)
- (2) 特願2017-124333「カーボンナノチューブ複合レジスト砥石」(共願)
- (3) 特願2018-68180「樹脂被覆カーボンナノチューブ」(単願)
- (4) 特願2018-68181「カーボンナノチューブ複合樹脂成形体及びその製造方法」(単願)
- (5) 特願2018-68182「カーボンナノチューブ複合レジスト砥石及びその製造方法」(共願)

2. 特許実施契約等

- 出願した特許のうち、(3)、(4)、(5)について実施契約済み

3. その他

- (1) 2018精密工学会春季大会にて口頭発表2件
- (2) 2018プラスチック成形加工学会にて口頭発表1件