

結晶性CNF/h-BNナノコンポジット材料を用いた水性放熱塗料の開発

熊本県産業技術センター：堀川、永岡

(株)アマケンテック：下田、村田



緒言

温度上昇による発電効率の低下¹⁾
 1) S. Dubey et al., *Energy Procedia*, 33, 311 (2013).

放熱塗料の利用による発電効率の向上

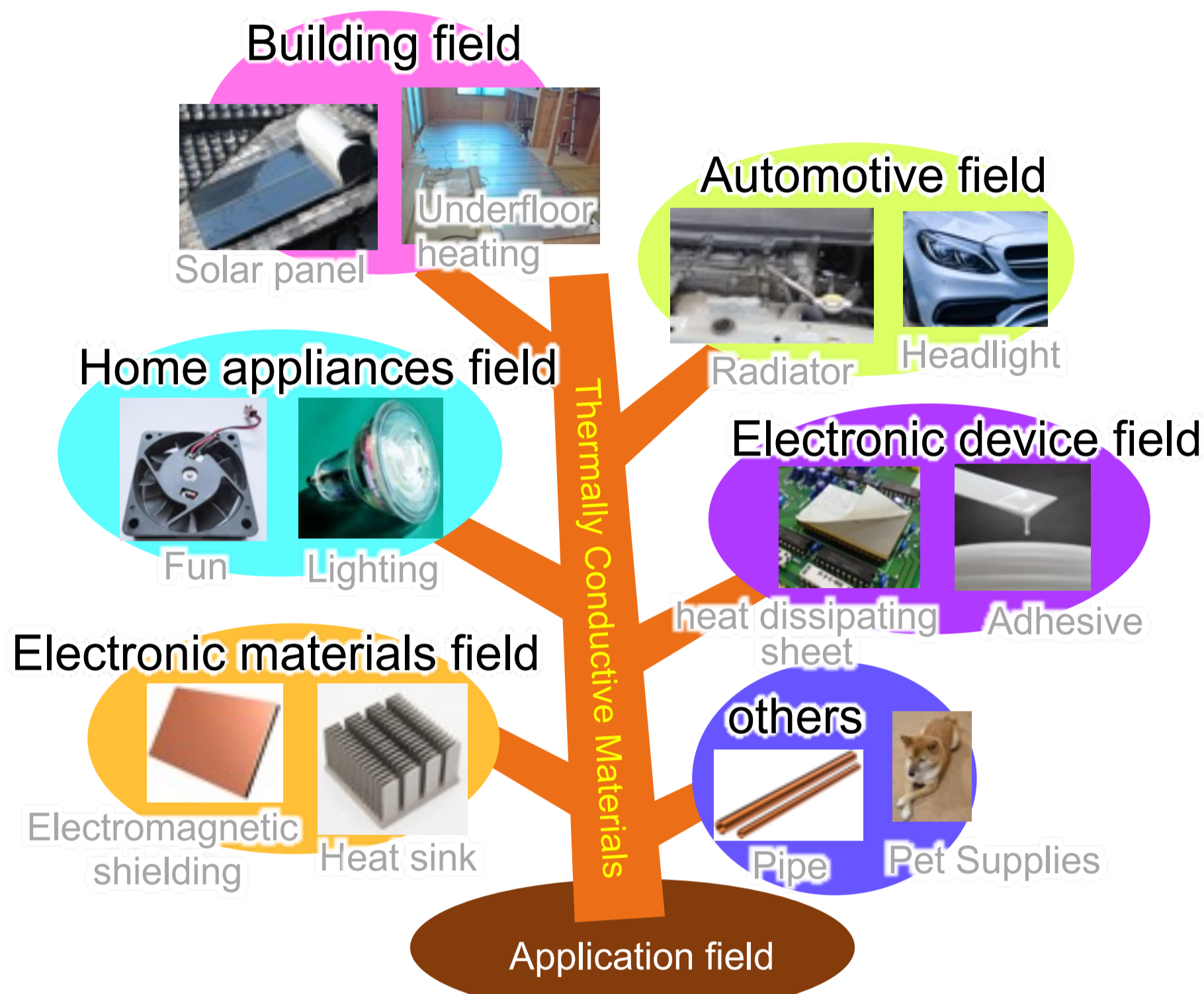


Fig. 1 熱伝導材料の応用分野.

Table 1 熱伝導フィラーの種類²⁾

Filler	Filling rate %	Filler size μm	Resin matrix	Thermal conductivity W m ⁻¹ K ⁻¹
Diamond	70 vol.	< 10	Epoxy	4.1
AlN	60 vol.	12	PVDF	7.4
h-BN	57 vol.	5-11	Epoxy	5.3
Al ₂ O ₃	60 wt.	4-20	Epoxy	0.68
SiO ₂	60 wt.	4-20	Epoxy	0.75

2) T. Tanaka et al., *J. Inter. Council on El. Eng.*, 2, 90 (2012).

h-BNの特性

- ✓ 熱伝導率が高く、異方性がある
- ✓ 電気絶縁性
- ✓ 熱安定性が高い (融点: 2600°C)

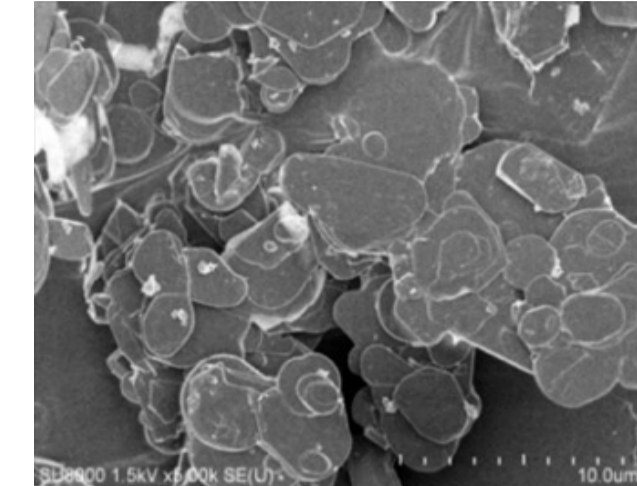


Fig. 2 h-BNのSEM写真.

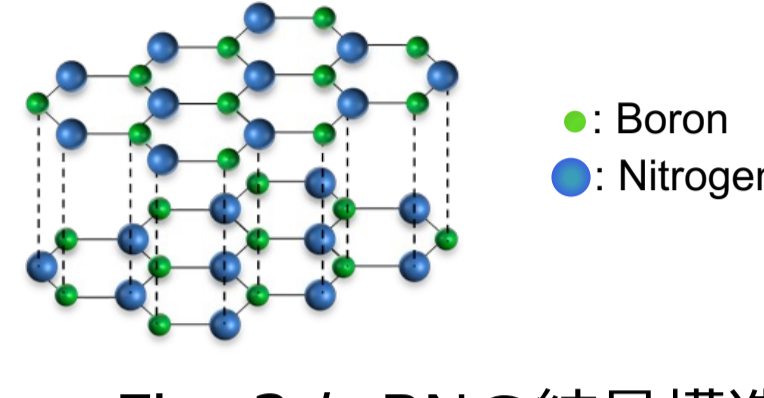
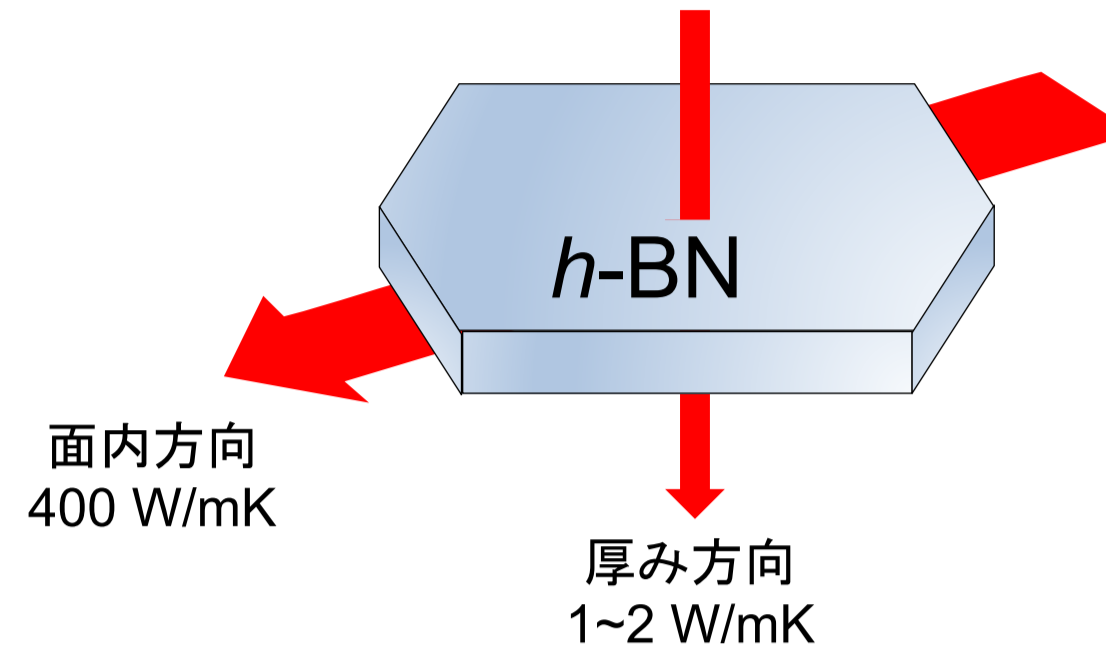
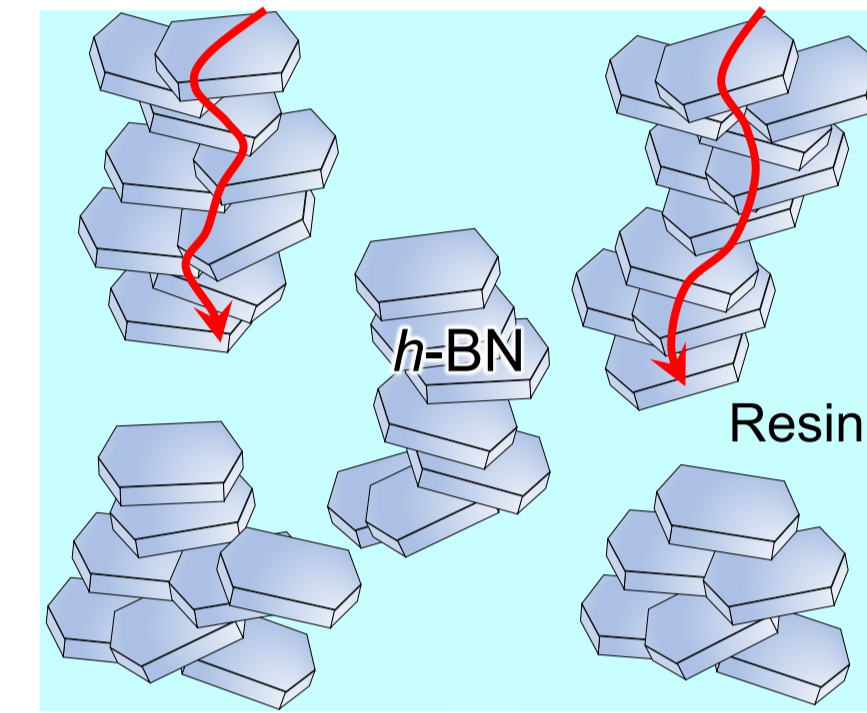


Fig. 3 h-BNの結晶構造.

研究内容

★ 今までの研究



課題

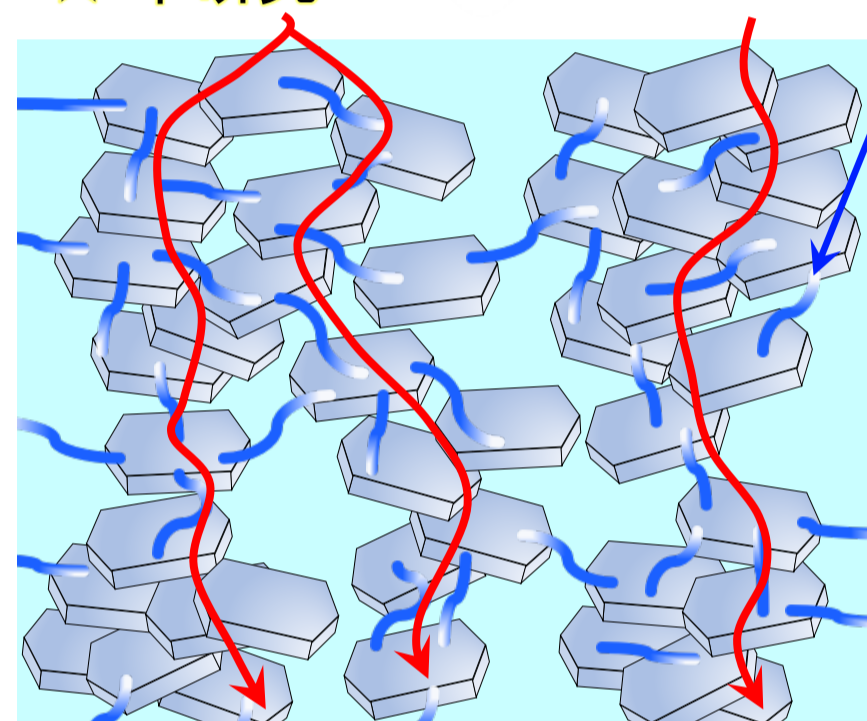
- ✓ 樹脂中におけるh-BNフィラーの凝集による熱伝播性の低下。
- ✓ 熱伝播性を向上させるために、大量のフィラーが必要。



CNF (原料: 針葉樹 or 竹)

- 汎用性樹脂と比較して、熱伝導率が高い
- 電気絶縁性
- 分散性が高い

★ 本研究



Thermally-conductive pathway by CNF

結晶性CNF/h-BN ナノコンポジットを用いた水性放熱塗料の開発

検討項目

- ① 粘度測定によるフィラーの分散性および塗工性の評価
- ② 引張試験による耐久性の評価
- ③ CNFの添加量と熱伝導率との関係
- ④ CNFの結晶性と熱伝導率の関係

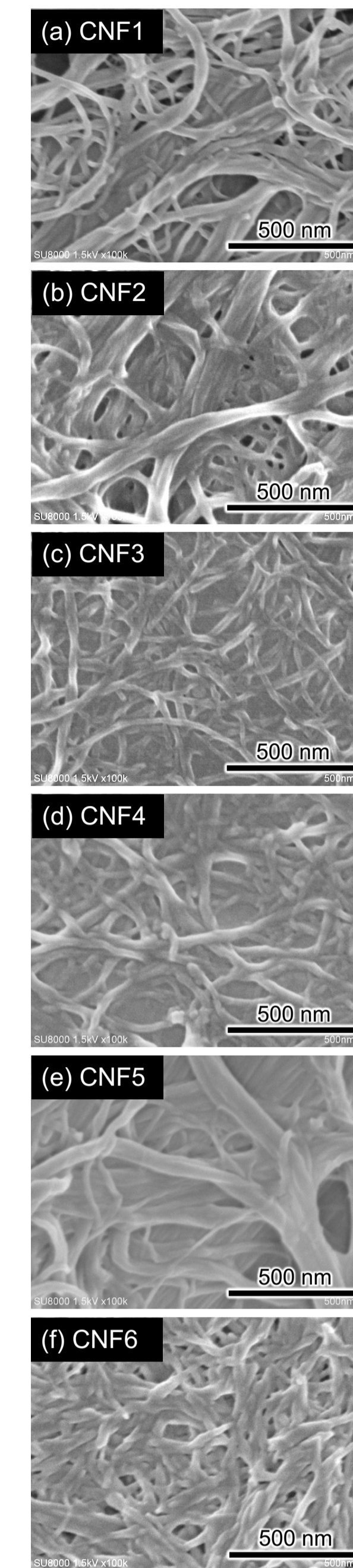


Fig. 4 各種CNFのSEM写真. (a) CNF1(竹), (b) CNF2(竹), (c) CNF3(針葉樹), (d) CNF4(針葉樹), (e) CNF5(針葉樹), (f) CNF6(針葉樹).

結晶化度の算出方法・Segal法³⁾

$$Dc: (I_{200} - I_{am}) / I_{200} \times 100$$

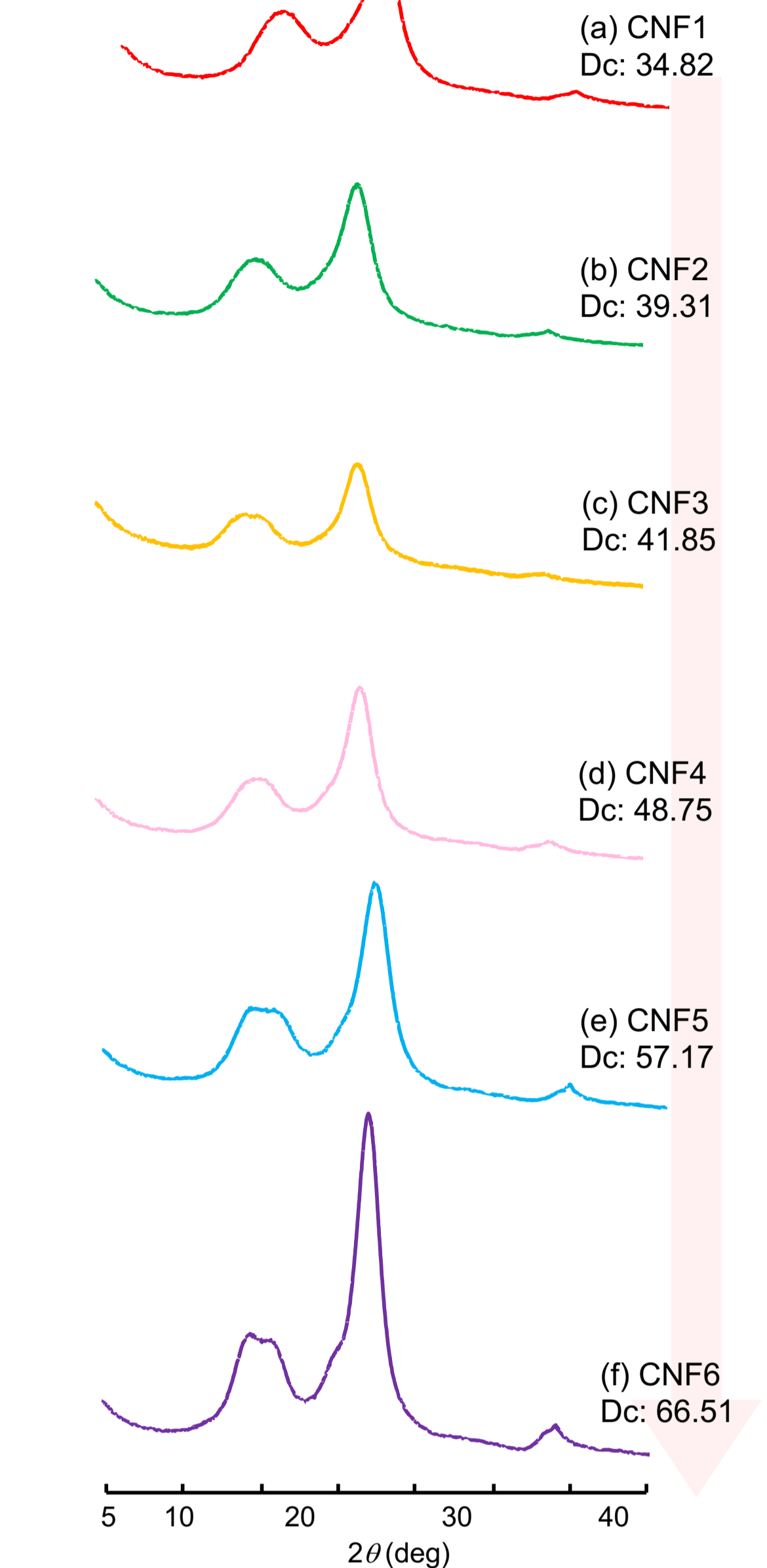
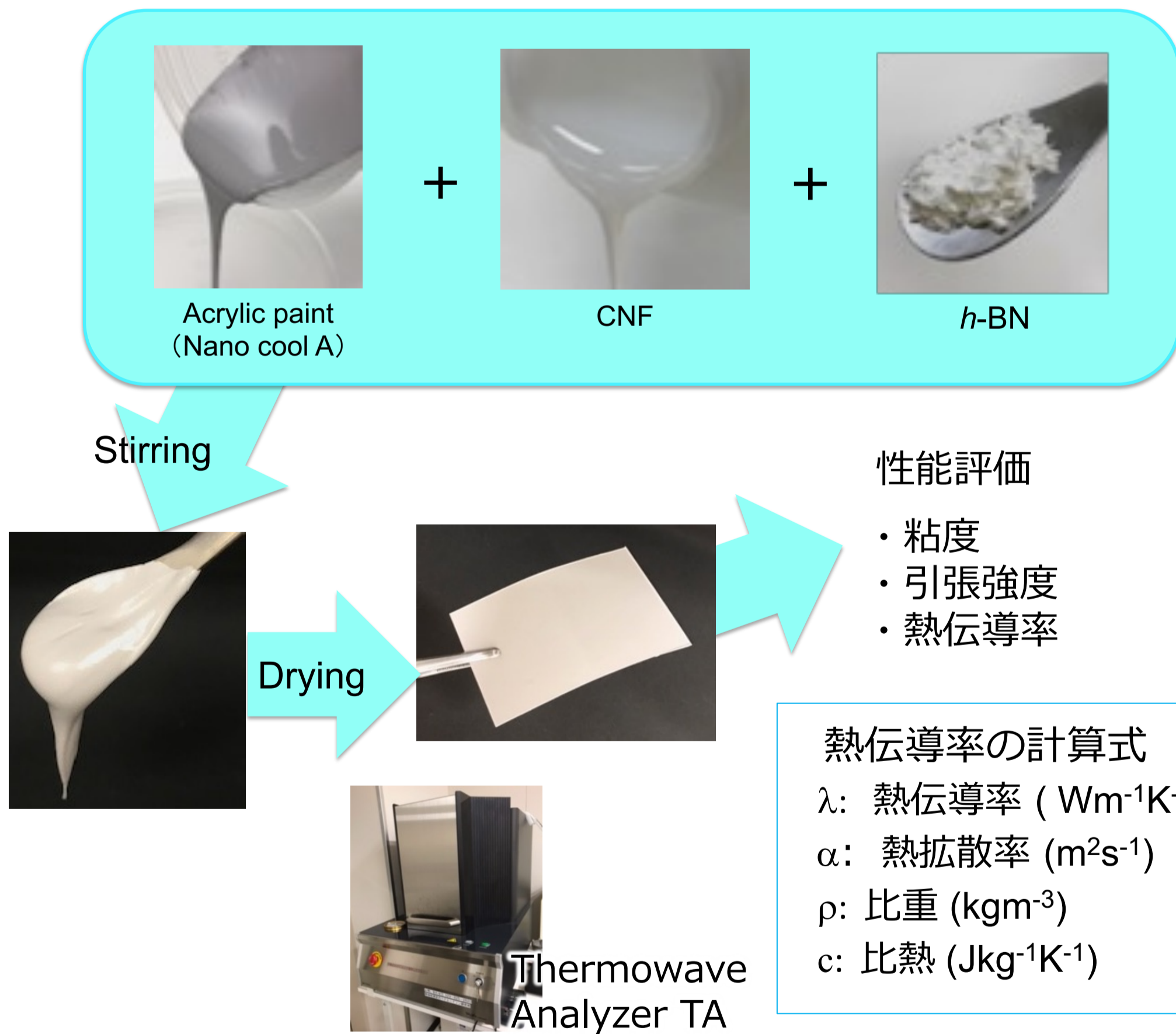


Fig. 5 各種CNFのXRDパターン. (a) CNF1, (b) CNF2, (c) CNF3, (d) CNF4, (e) CNF5, (f) CNF6. 3) L. Segal, J. J. Creely, A. E. Martin, and C. M. Conrad, *Text. Res. J.*, 29, 786 (1959).

結果

放熱シートの調製方法



- 性能評価
- 粘度
 - 引張強度
 - 熱伝導率

熱伝導率の計算式 $\lambda = \alpha \rho c$
 λ : 熱伝導率 (Wm⁻¹K⁻¹)
 α : 熱拡散率 (m²s⁻¹)
 ρ : 比重 (kgm⁻³)
 c : 比熱 (Jkg⁻¹K⁻¹)

① 粘度測定によるフィラーの分散性および塗工性の評価

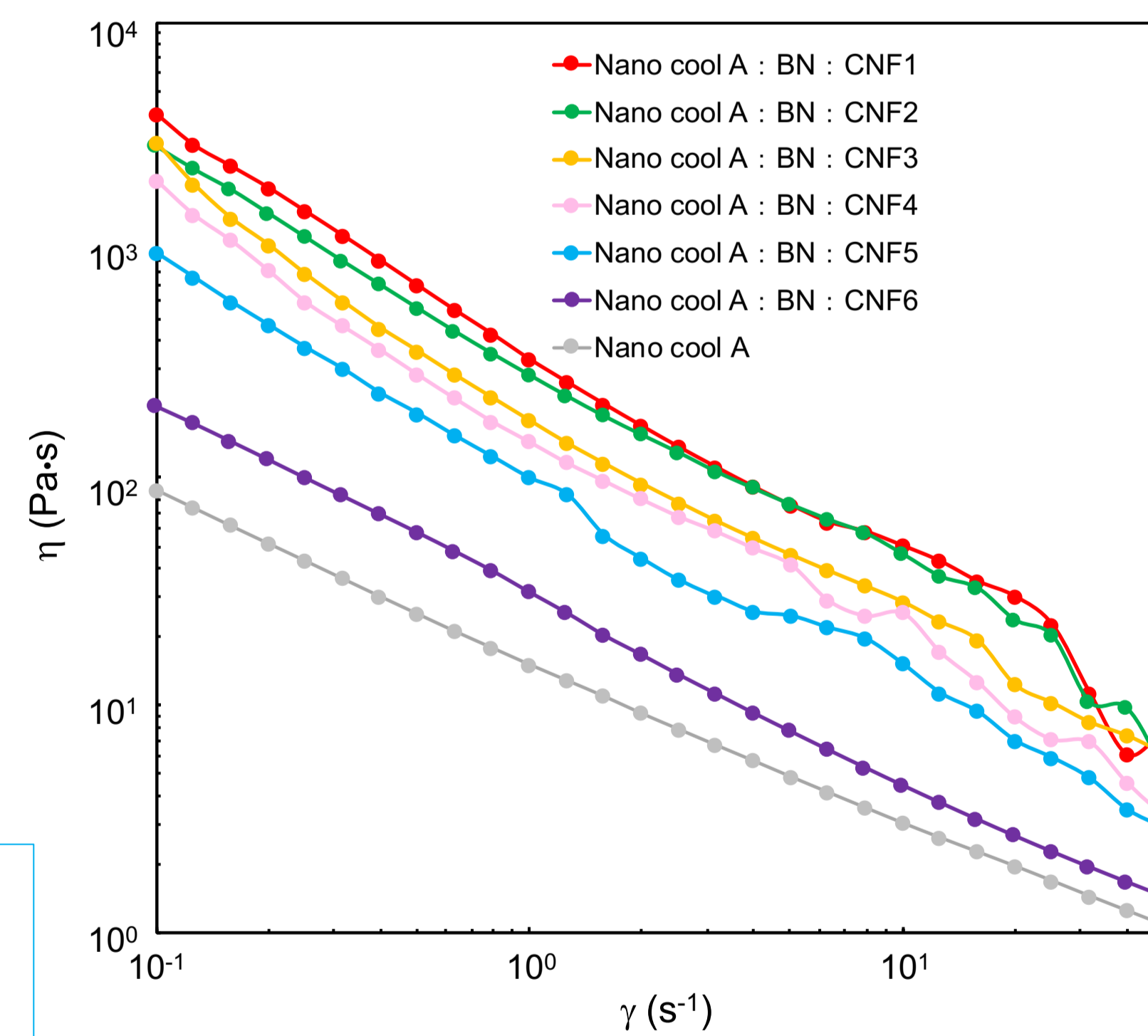


Fig. 6 結晶性CNF/h-BN ナノコンポジット材料を用いた水性放熱塗料の定常流粘度. Nano cool AおよびNano cool A : BN : 各種CNF(57 : 40 : 3).

② 引張試験による耐久性の評価

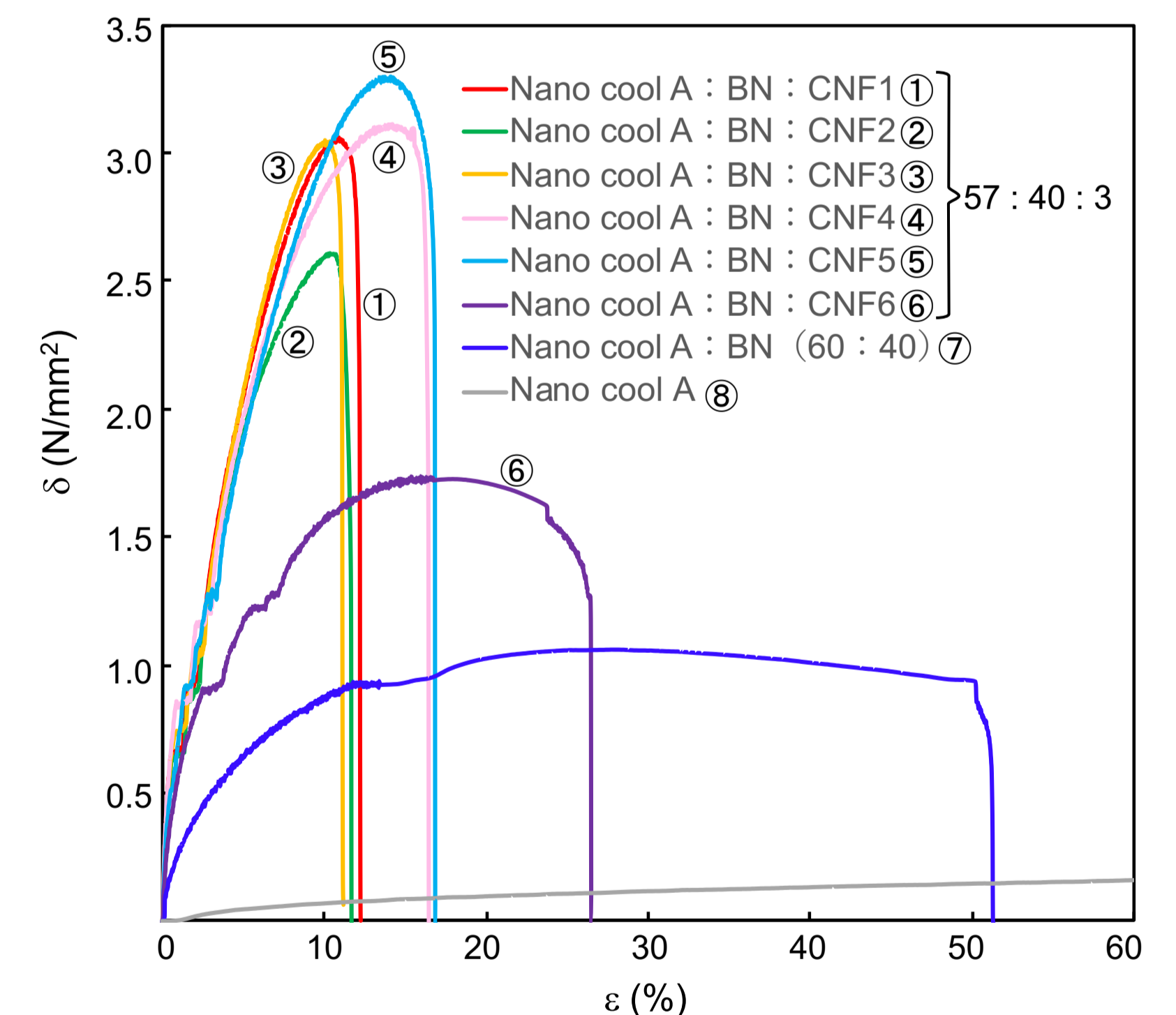


Fig. 7 結晶性CNF/h-BN ナノコンポジット材料を用いた水性放熱シートの引張強度. Nano cool A, Nano cool A : BN(60 : 40) およびNano cool A : BN : 各種CNF(57 : 40 : 3).

③ CNF添加量と熱伝導率の関係

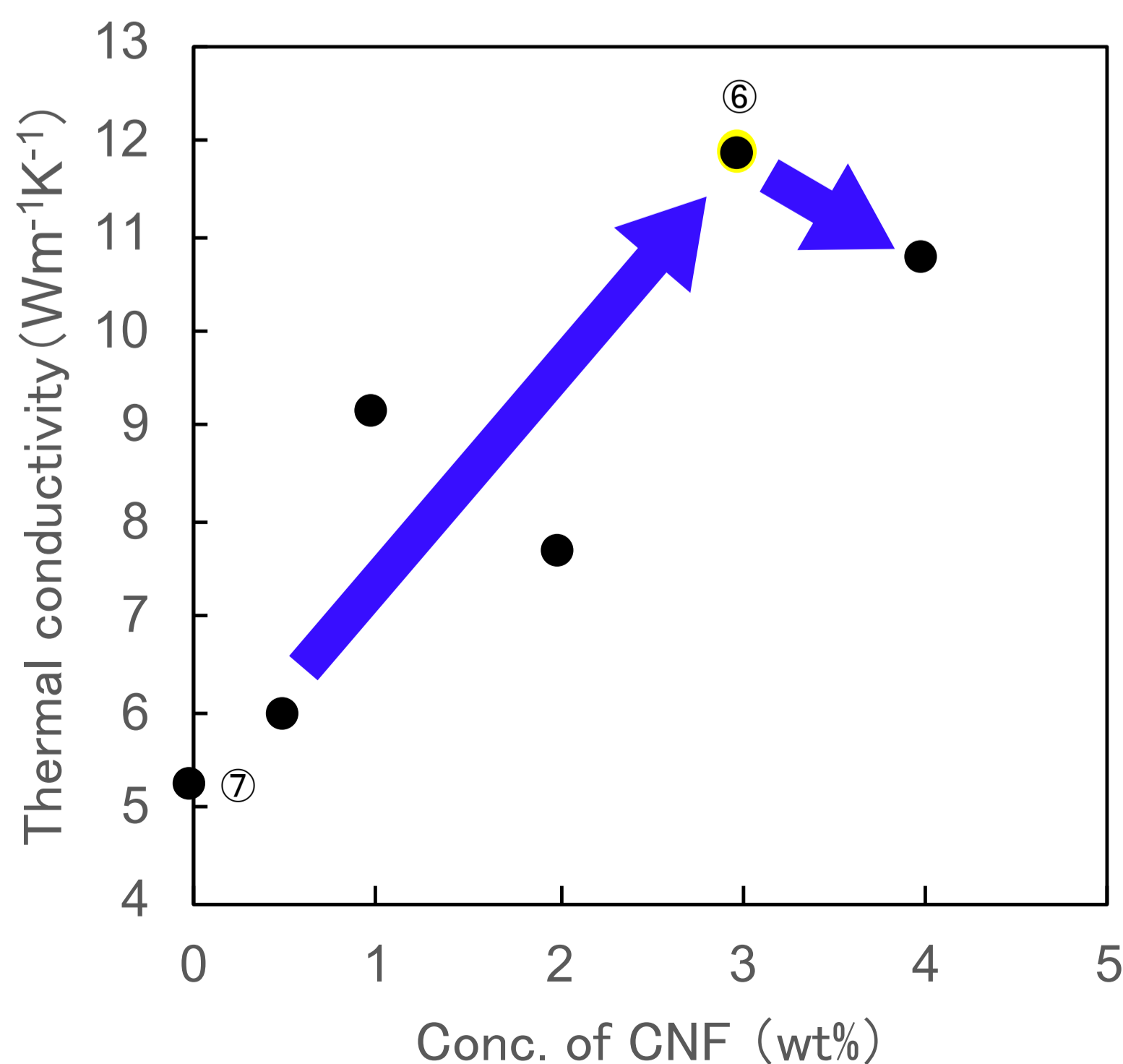


Fig. 8 CNF6の添加量と面内方向の熱伝導率との関係. BNの含有量: 40 wt%

④ CNFの結晶性と熱伝導率の関係

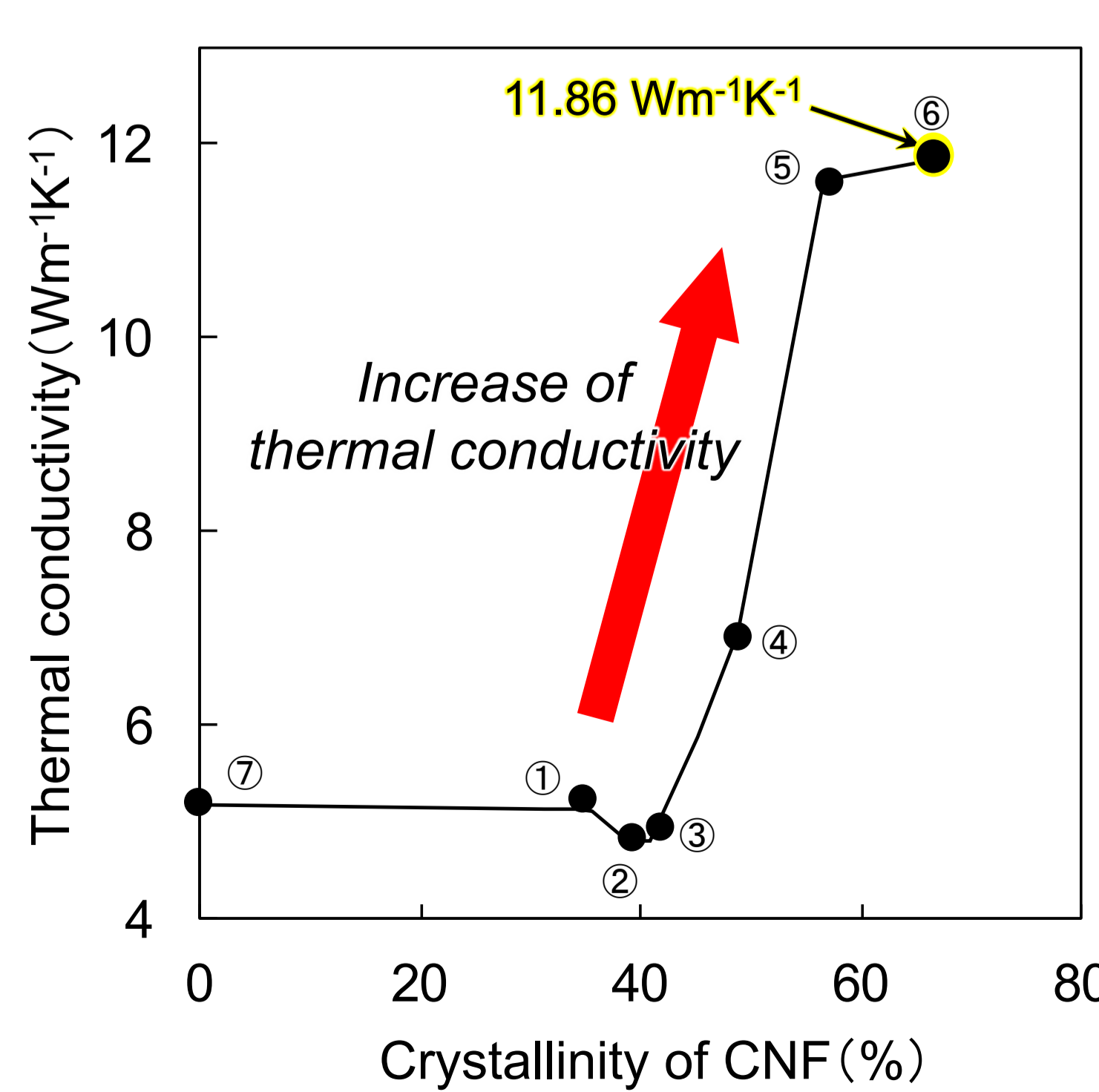


Fig. 9 CNFの結晶性と面内方向の熱伝導率との関係. CNFの含有量: 3 wt%, BNの含有量: 40 wt%

結論

✓ 各種CNF3 wt%、h-BN40 wt%を添加して、結晶性CNF/h-BN ナノコンポジットの水性塗料を調製した。CNFの種類によって粘度は異なり、結晶性が一番高いCNF6を用いた場合、既存の水性塗料 (Nano cool A) と近い粘性を示し、塗工性も良好であった。

✓ 結晶性CNF/h-BNナノコンポジットの水性塗料は、CNF無添加のものと比較して、引張強度が向上した。

✓ CNFの添加量を0~4 wt%まで変化させて調製した結晶性CNF/h-BNナノコンポジットの水性塗料は、CNF添加量が3 wt%の時に最も高い熱伝導率 (11.86 Wm⁻¹K⁻¹) を示した。

✓ CNFの結晶性が高いほど、結晶性CNF/h-BNナノコンポジットの水性塗料の熱伝導率は向上した。