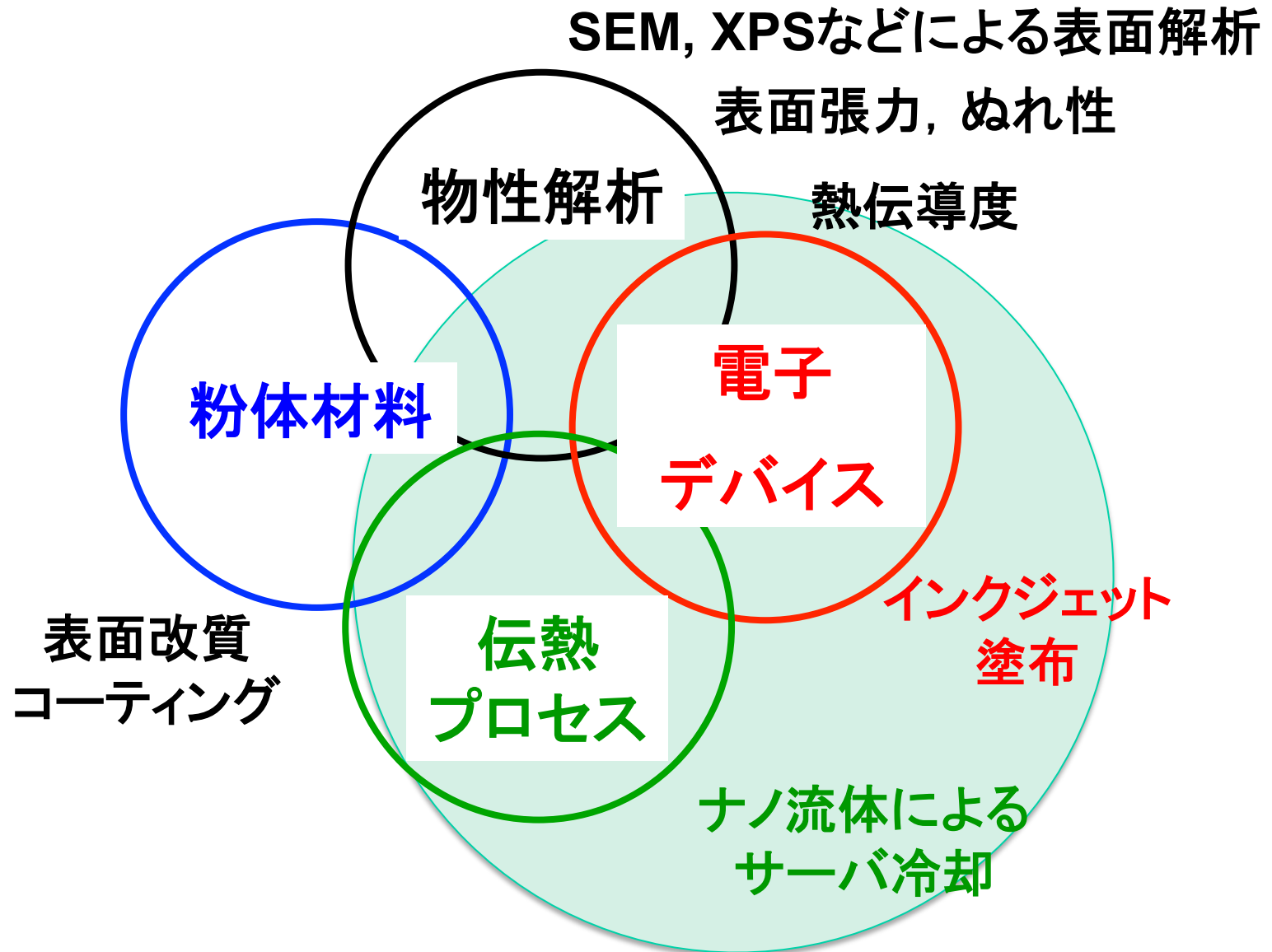
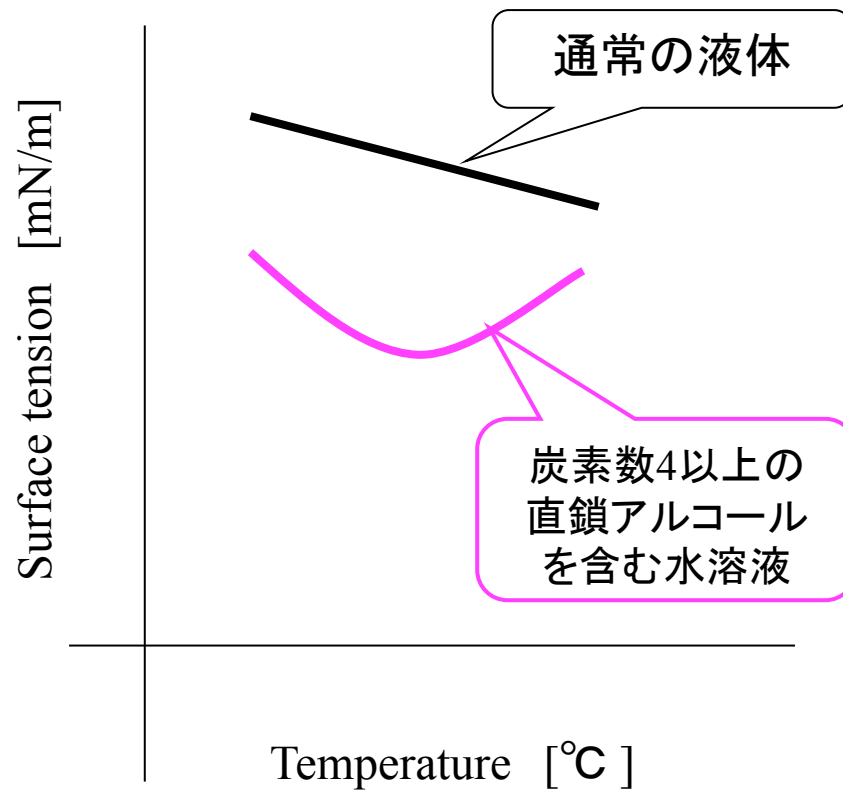


研究内容



特異な表面張力特性をもつ流体

～ Self-rewetting流体～



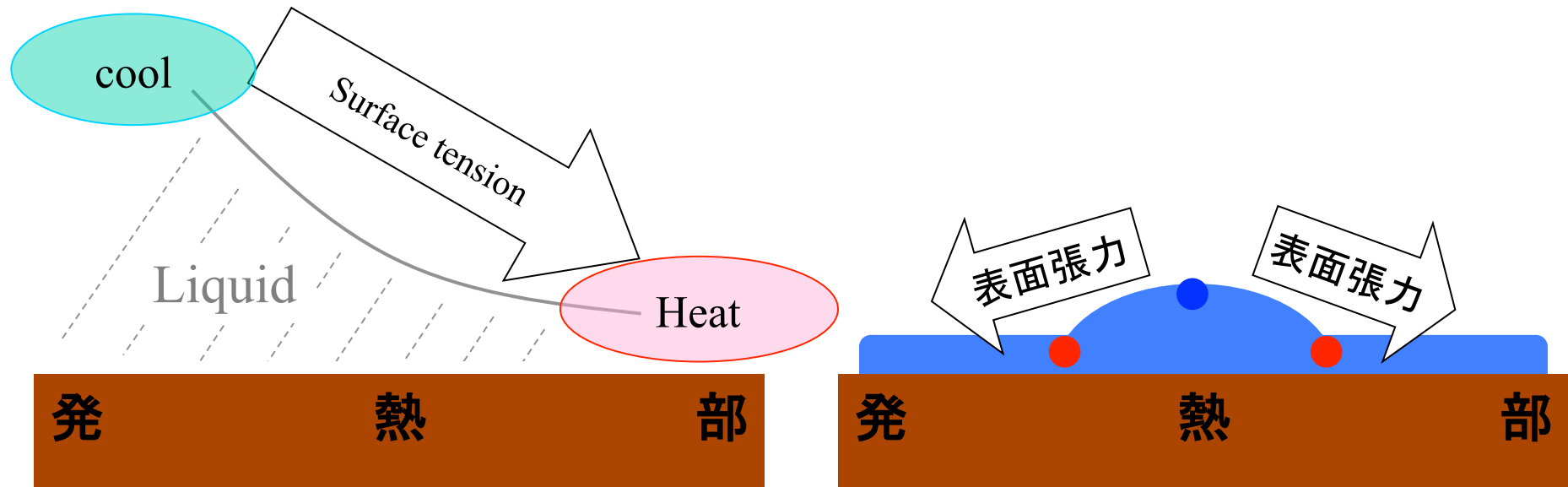
温度の上昇に伴い表面張力が低下



温度の上昇に伴って
表面張力が増大する領域がある

このような特性をもつ流体を
Self-rewetting流体と呼ぶ。

低温部と高温部で高温部の表面張力が強いいため、
液が自発的に高温部に流れる。

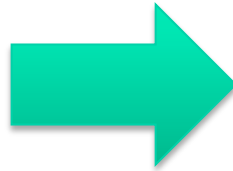


NEDOプロジェクト

「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト(グリーンITプロジェクト)／エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発／最適
抜熱方式の検討とシステム構成の開発／**冷却ネットワークとナノ流体伝熱
による集中管理型先進冷却システムの開発**」



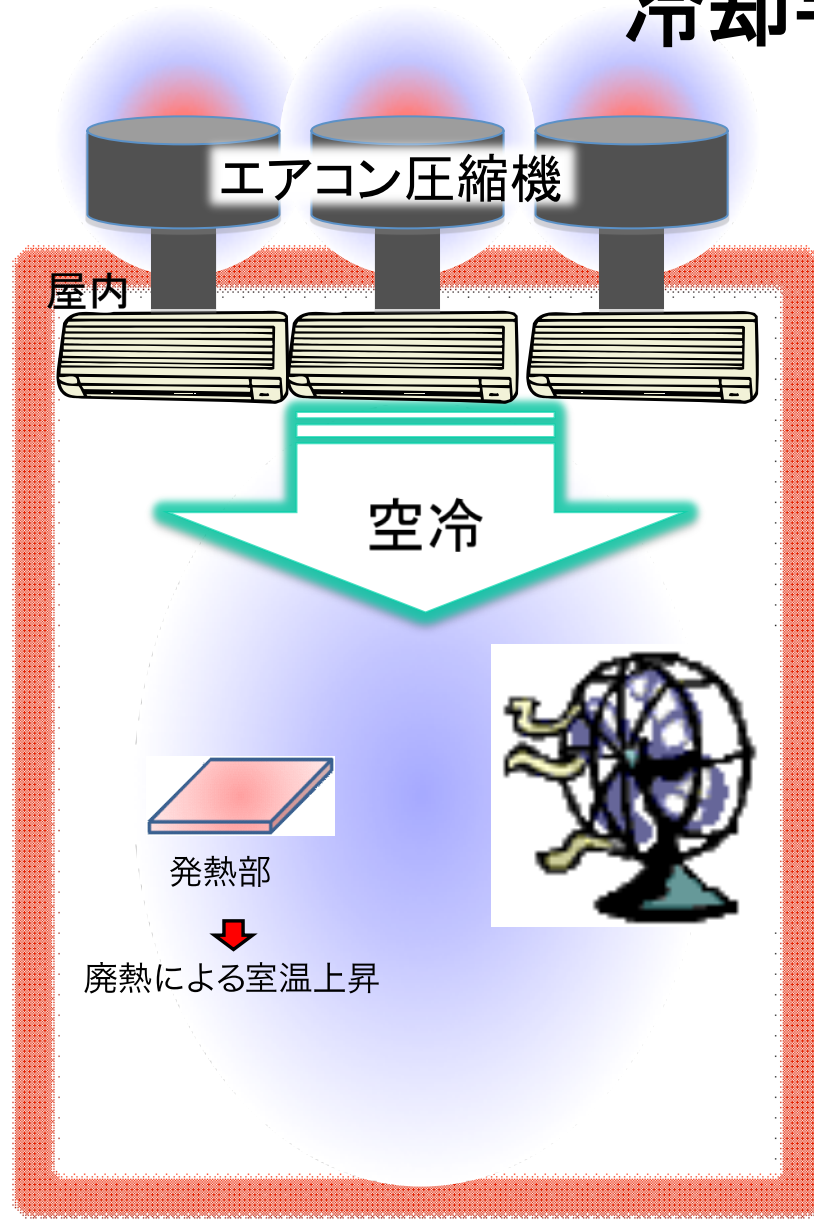
宇大担当: サーバーセンターの冷却に適した**ナノ流体合成法**の開発と界面物性評価



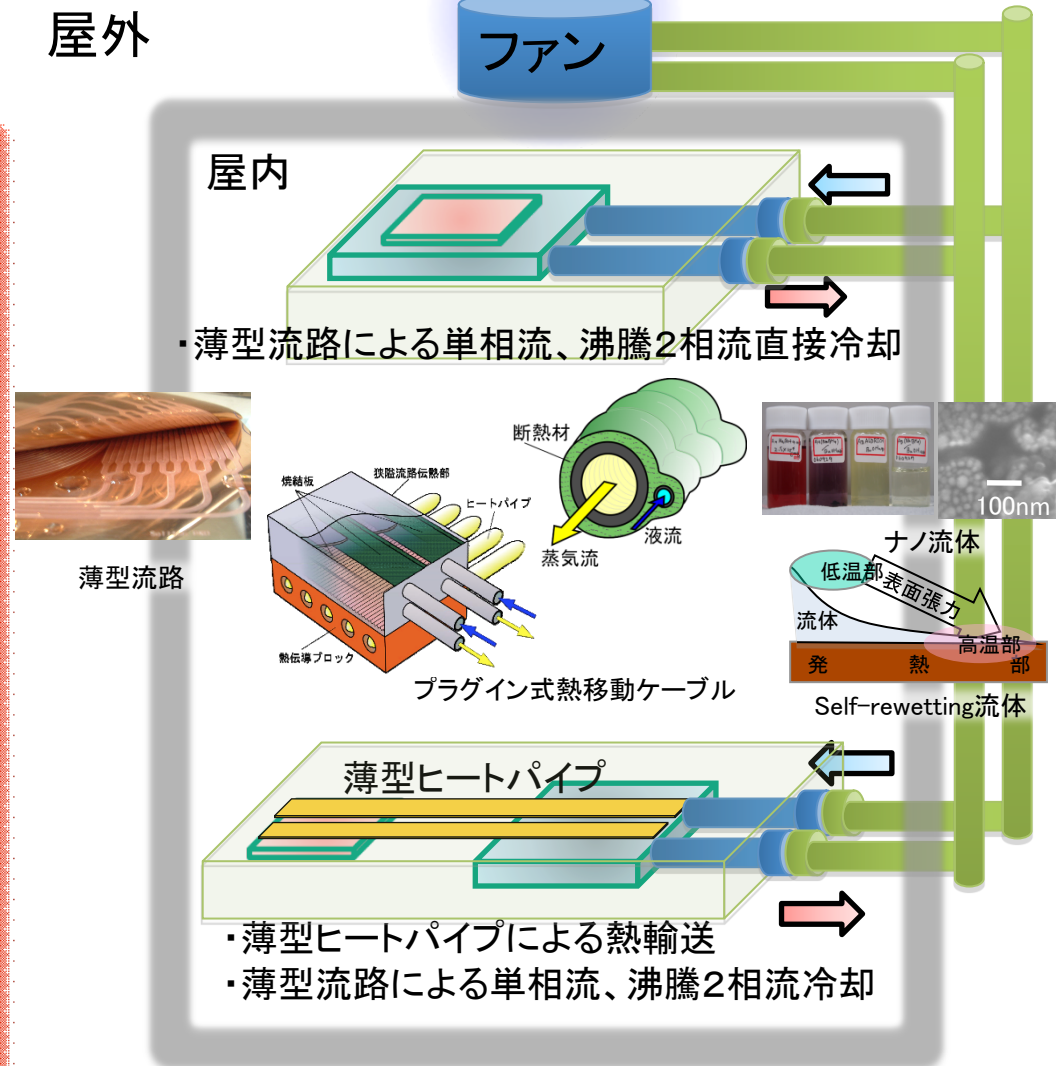
1930s-1950s
(空冷)

2000s
(水冷)

冷却手法の比較

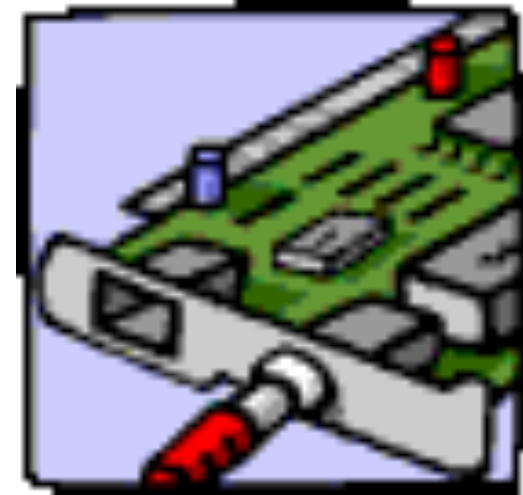
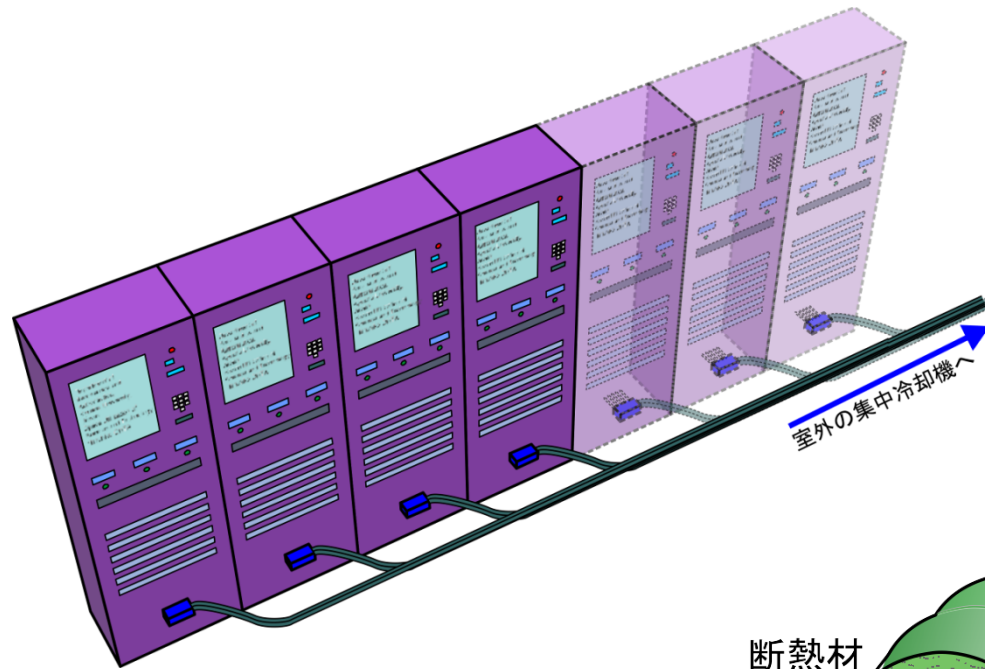


従来方式(エネルギー使用量:大)



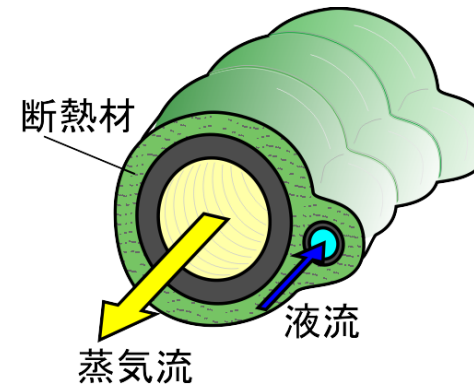
冷却ネットワーク方式(省エネルギー)
(クラウドコンピューティング化(ググれー化)でますます重要か!?)

(1) プラグイン式冷却ネットワーク技術



技術開発課題:

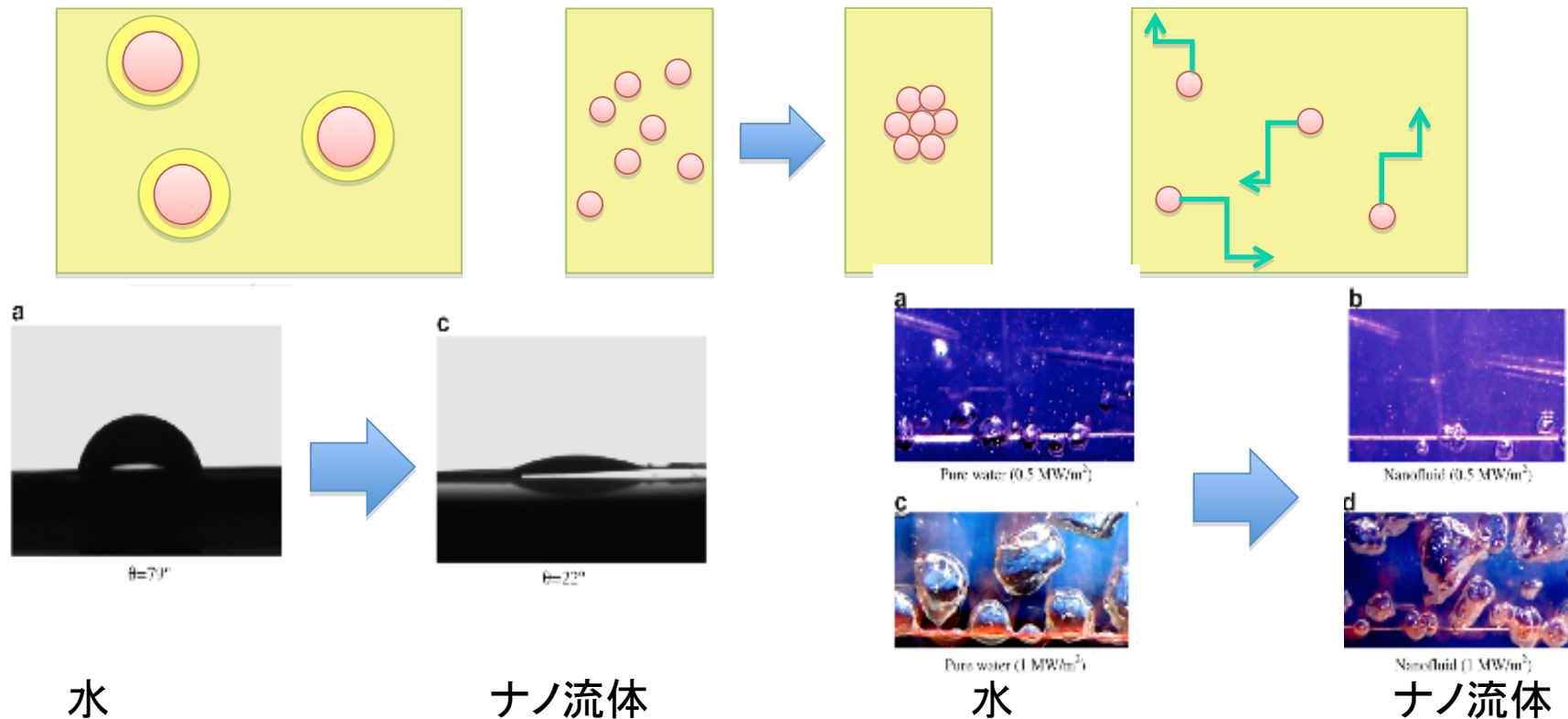
- 2相流体への適応性
- ナノ流体への適応性
- 長尺の圧力損失抑制
- グローバル・スタンダードを目指した流体ケーブル・コネクタ



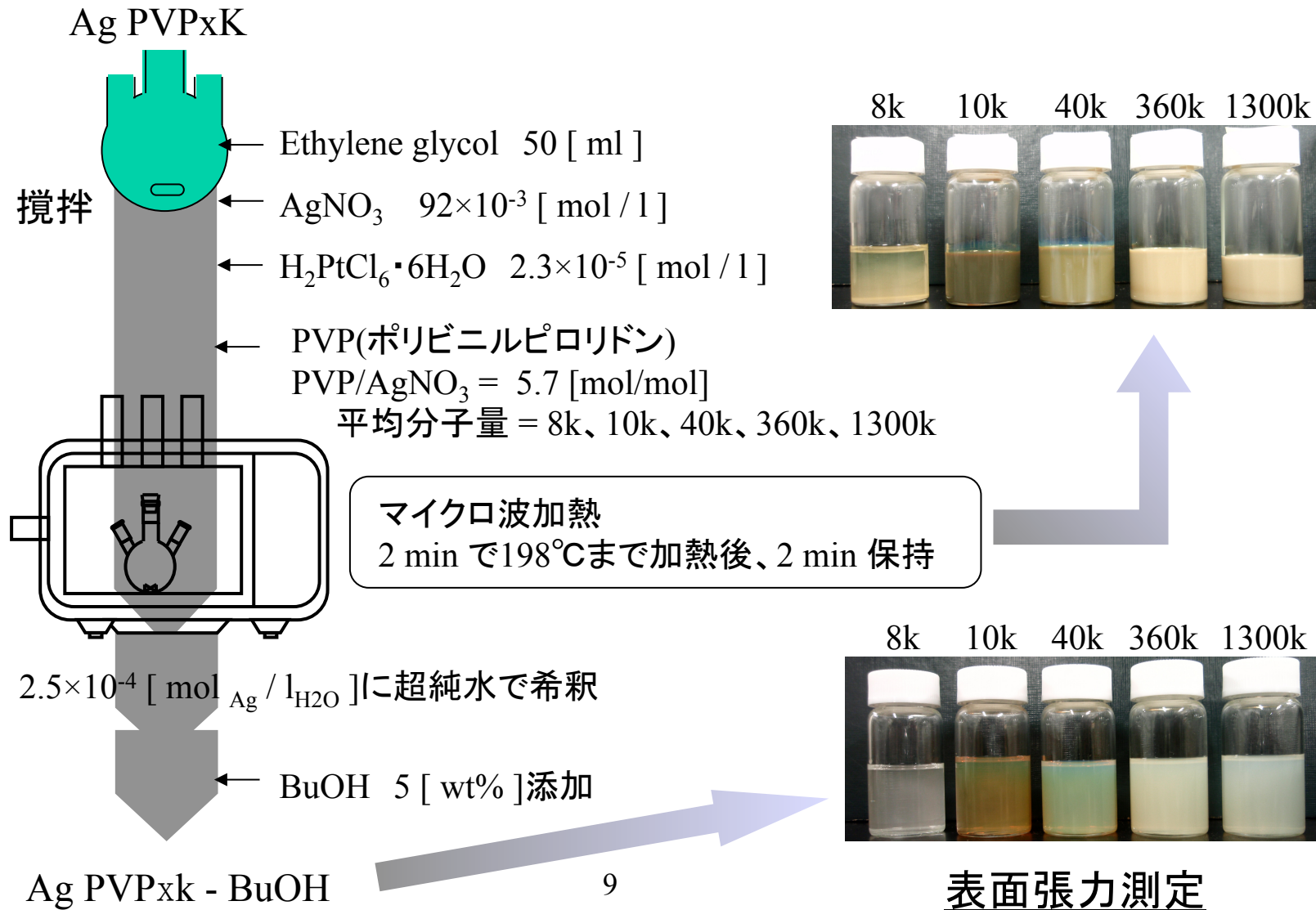
ナノ流体による伝熱促進技術

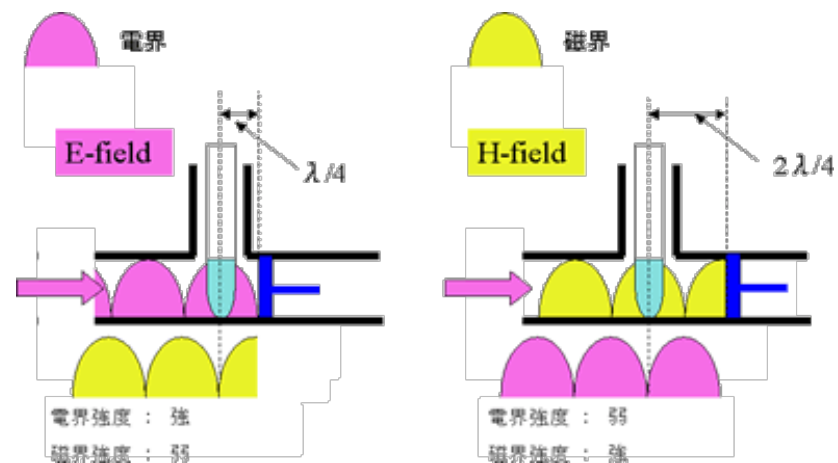
ナノ流体の利点:

- 高い熱伝導率(固体構造化、クラスター、ブラウン運動etc.)
- 濡れ性の改善(ヒートパイプ性能、沸騰伝熱の向上)
- 表面張力温度依存性を増幅させる(特許公開2007-225330(本学))



Ag Nano-self-rewetting流体の調製方法

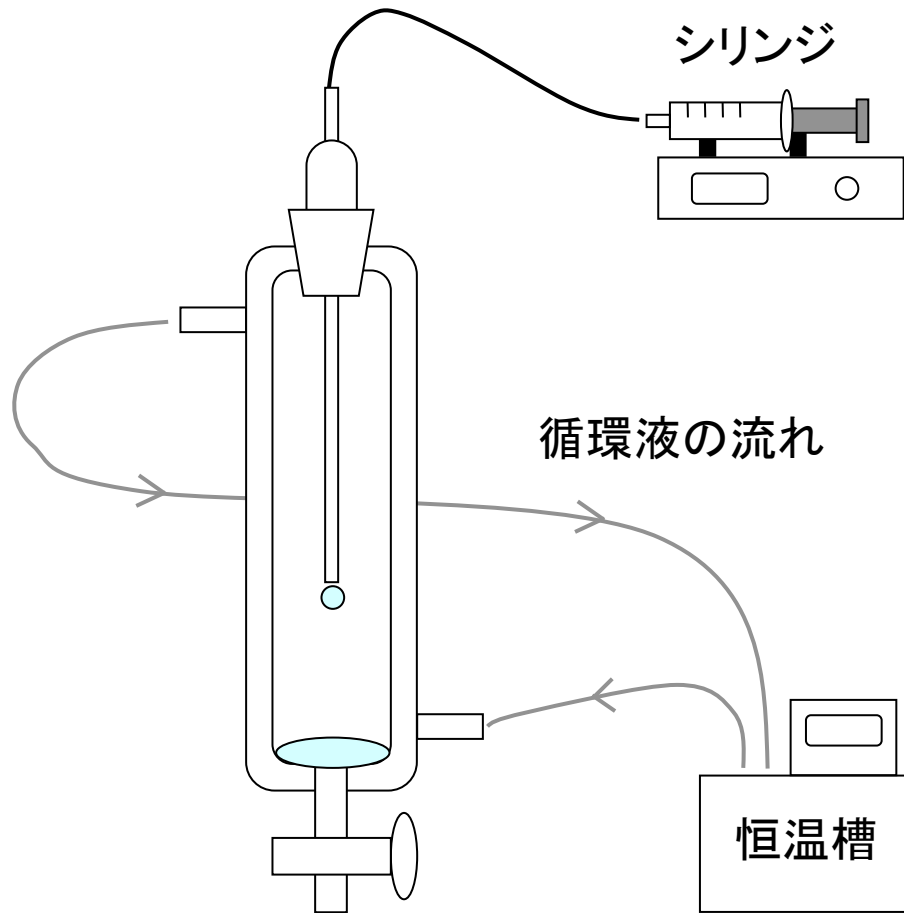




- 装置寸法 1300mmW×840mmD×1600mmH
- マイクロ波周波数 2.45GHz
- マイクロ波出力 1.5kW
- マイクロ波制御 出力制御 or パルス制御
- マイクロ波モード シングルモード (TE01)
- 反応容器 指定容器 (50mL)

表面張力測定法

～滴重法～



$$\text{表面張力} : \gamma = \frac{Mg}{2\pi r \phi} = \frac{V \rho g}{2\pi r \phi}$$

M : 管から滴下する

1個の液滴の重量 [g]

g : 重力加速度 [cm/s^2]

r : 管の半径 [cm]

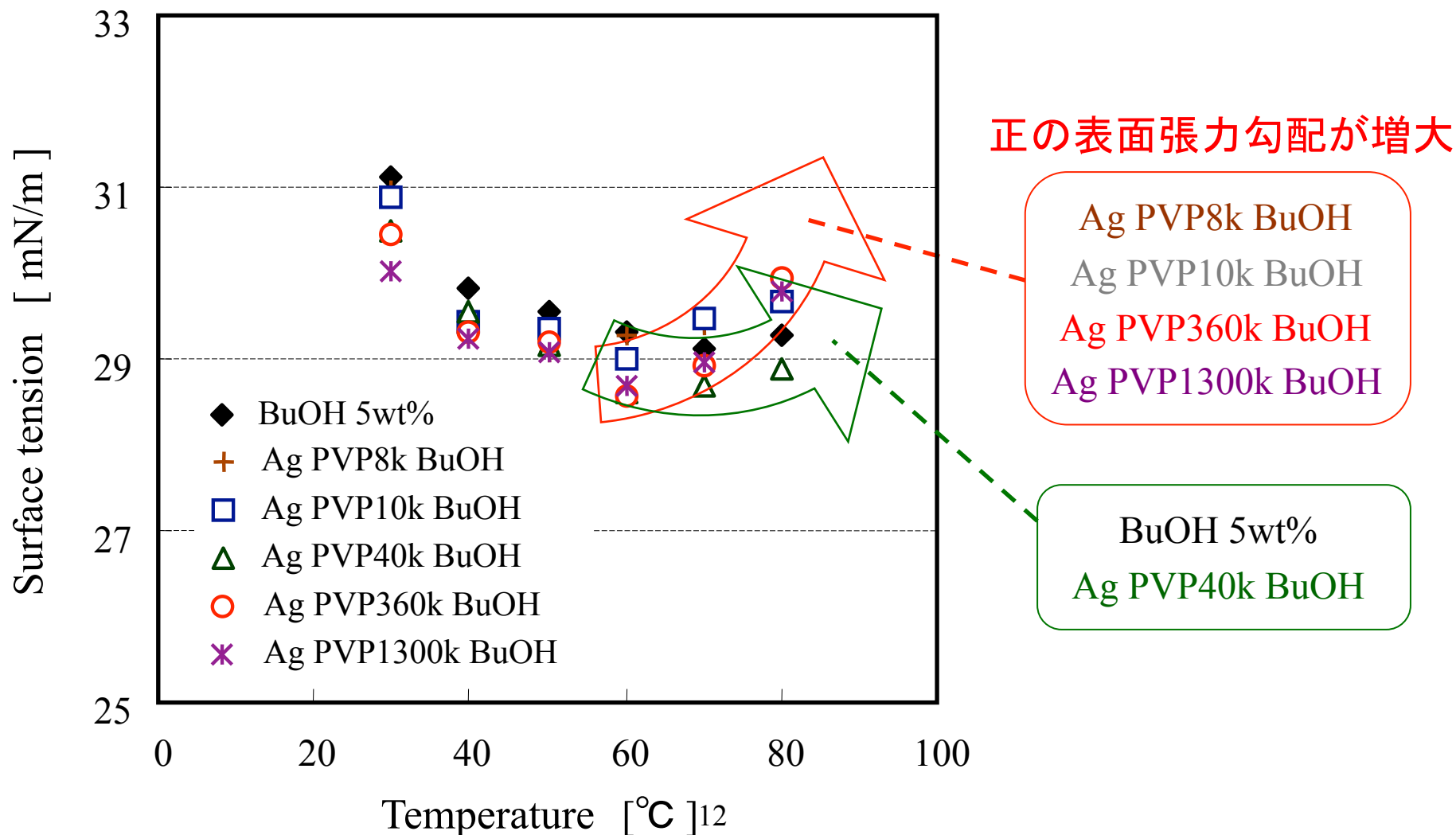
ϕ : 補正項

$$\phi = 0.4512(r/V^{1/3})^2 - 0.7694(r/V^{1/3}) + 0.9267$$

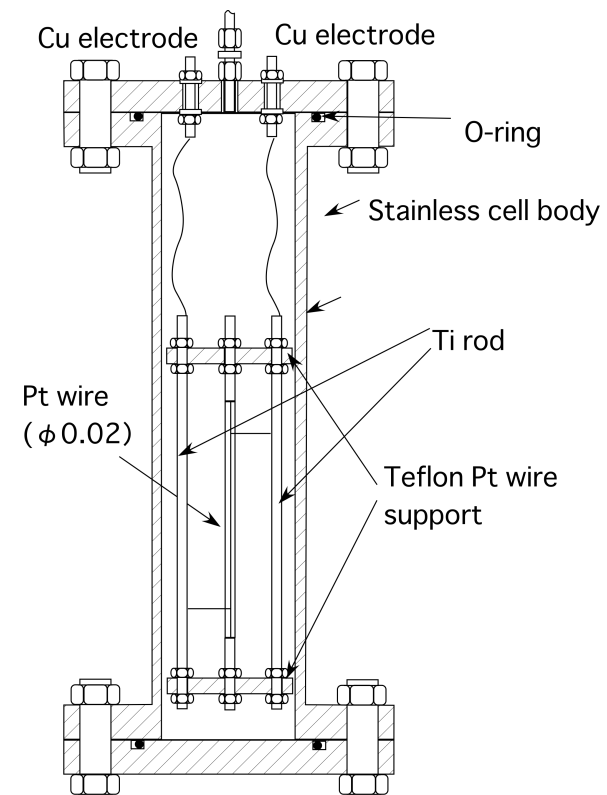
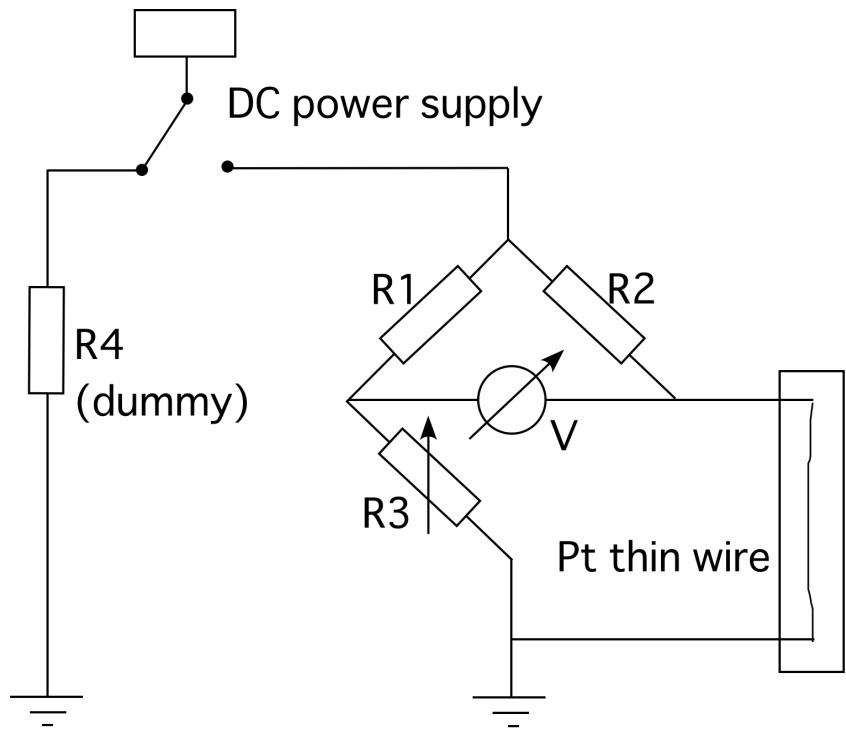
V : 液滴の体積 [cm^3]

Ag Nano-self-rewetting流体 (Ag PVP_xk - BuOH)

表面張力比較



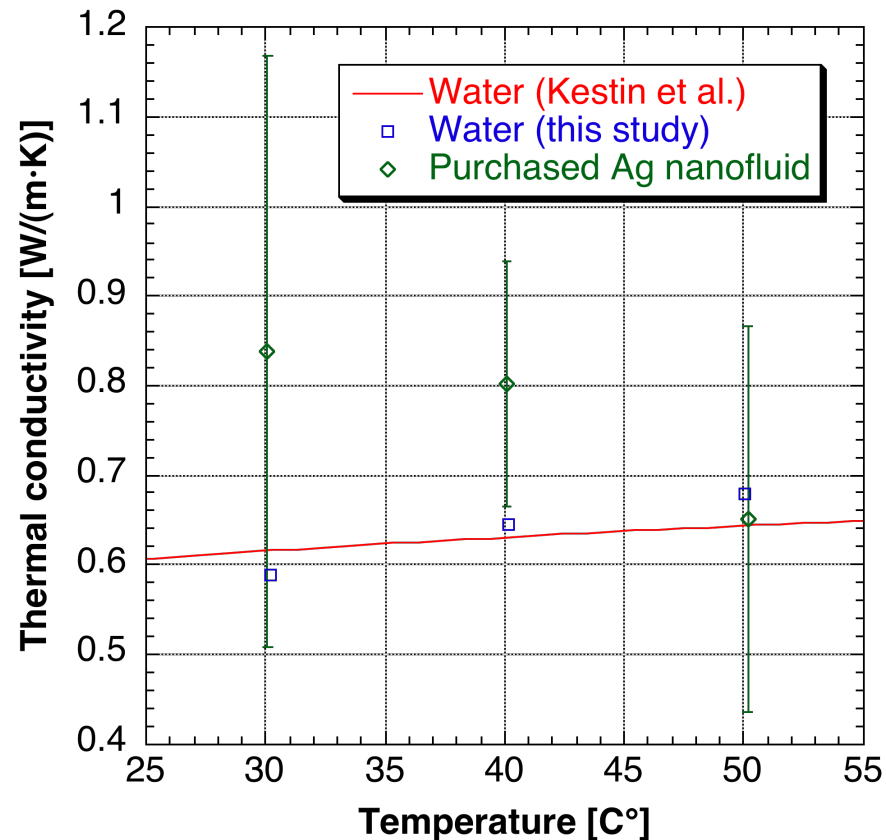
非定常細線加熱法



Schematic diagram of the transient hot thin wire measurement system.

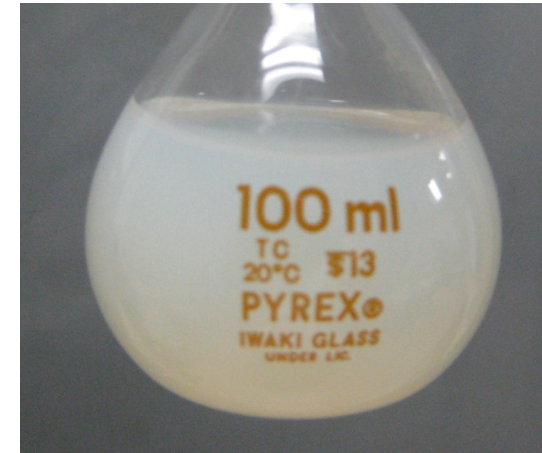
$$\lambda = \left(\frac{q}{4\pi} \right) / \left(\frac{d\Delta T}{d \ln t} \right)$$

市販銀ナノ流体の熱伝導率測定結果



Thermal conductivity of purchased Ag nanofluid

- ・市販銀ナノ流体(エチレングリコール分散液を超純水で希釈して調整)は超純水に比べ1.5～30%程度の熱伝導率の増大がみられる。
- ・測定値に大きなばらつきがある→ナポリ大での測定から多分ベース流体とあまり変化しない

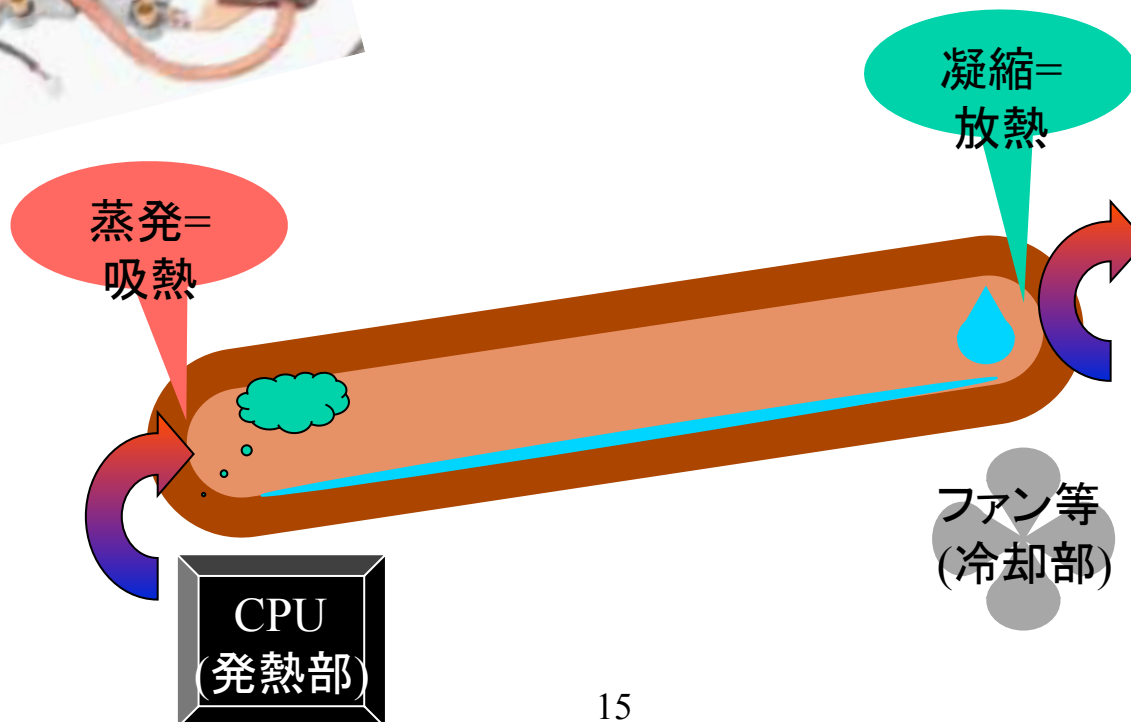
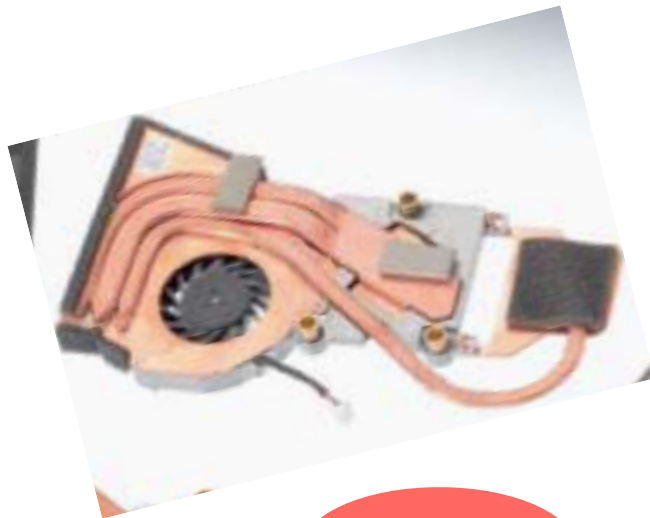


Precipitation of Ag nanoparticles

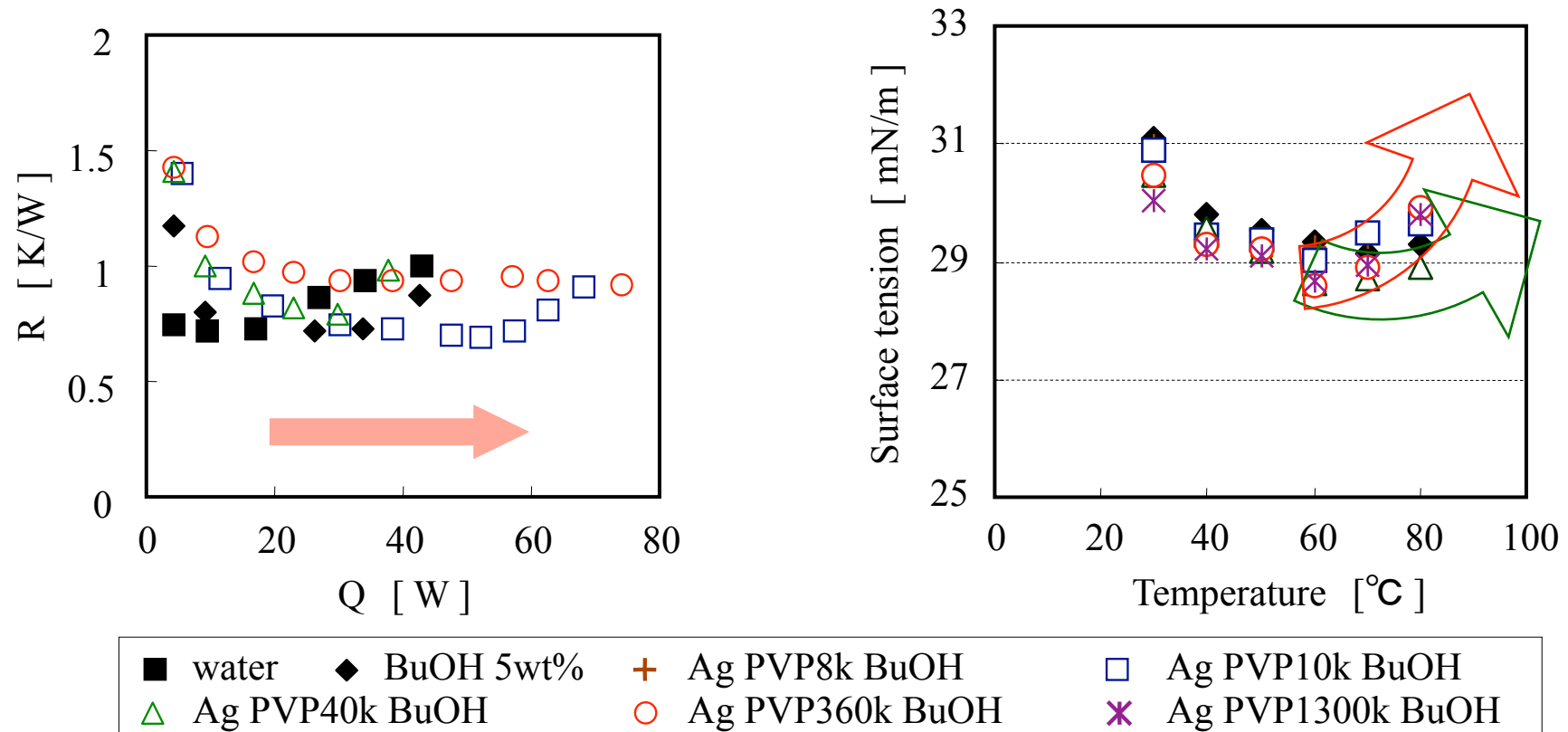
ヒートパイプとは（冷却デバイスの一例）

CPUなどの冷却に用いられている熱輸送装置。

減圧した管内部で作動流体の蒸発・凝縮を利用して熱を輸送する。



φ4mm ヒートパイプ性能試験結果



Ag PVP10k BuOH (□)、Ag PVP360k BuOH (○) ヒートパイプは、水 (■)、5wt% BuOH 単独 (◆)、Ag PVP40k BuOH (△) ヒートパイプに比べて、2倍程度の熱入力でも性能を発揮する。

作動流体の表面張力温度依存性結果とヒートパイプの伝熱性能が良い相関を示した。

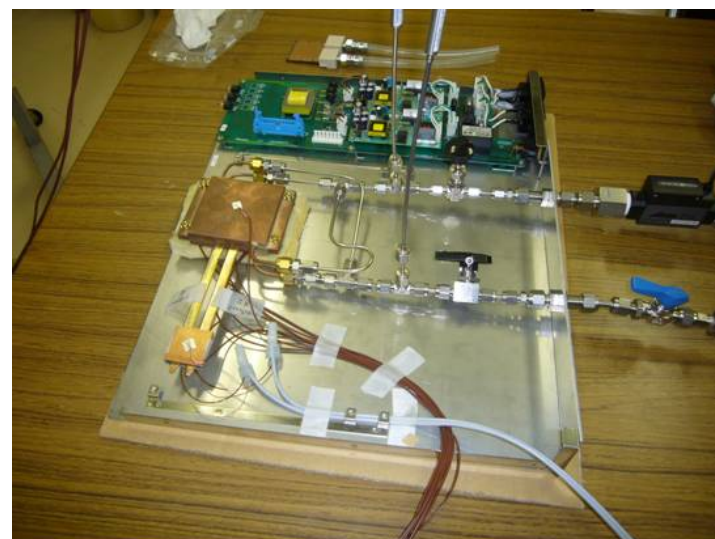
模擬CPU/薄型ヒートパイプ/薄型单相流流路/市販コネクター/熱移動ケーブルによって構成される複合冷却システムをサーバーラックに組み込んだ冷却ネットワーク機をテスト中



ラック正面



ラック裏面



テストセクション

40W CPU
模擬熱源
($\square 30\text{mm}$)

薄型ヒートパイプ
($1.5\text{mm} \times 200\text{mm}$)



薄型单相流流路
($\square 70\text{mm}$)