

# ミストデポジション法の開発

## — 原理 反応系 —

高知工科大学 ナノデバイス研究所 所長・教授 平尾 孝  
助教 川原村 敏幸

### 液を用いた薄膜作製手法

液を用いた薄膜作製手法は、大別すると2種類存在する。

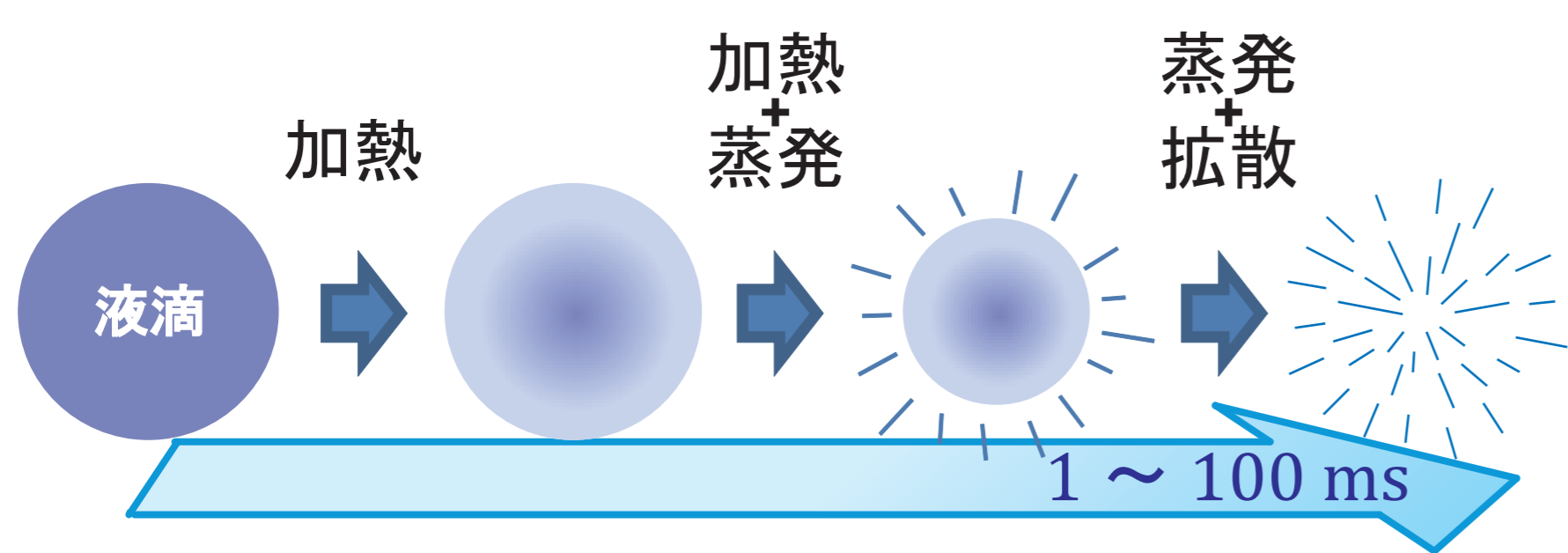
- 1) 原料を液のまま基板に付着させ、熱分解させる手法
- 2) 一度原料を気化させ、基板上で熱分解させる手法

前者は反応速度が非常に速いが、ムラや膜内歪みが生じやすく、後者はその逆になる。一般には、前者は有機薄膜に適しており、後者は無機薄膜に適していると言える。

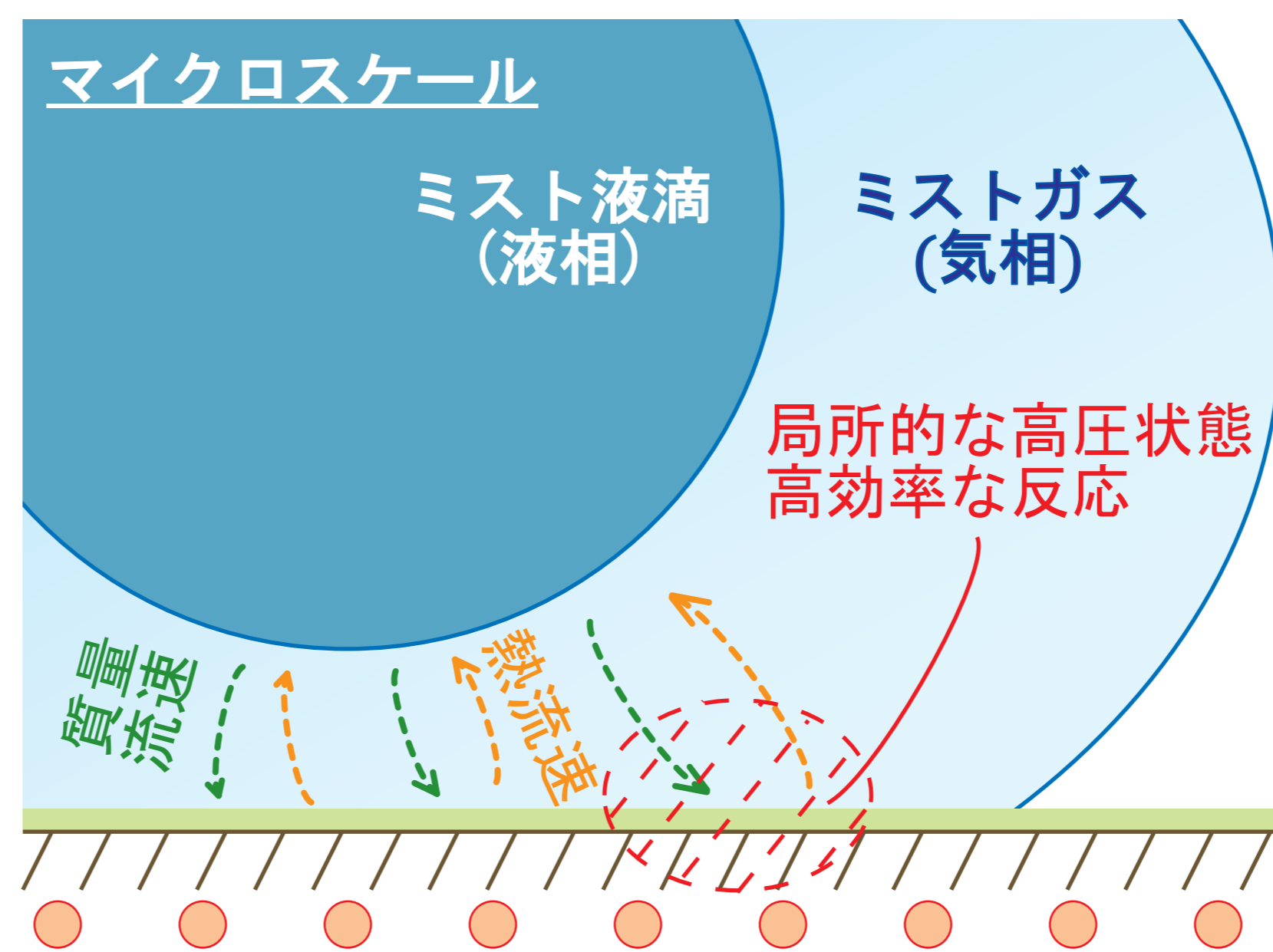
本学ではこれまでの研究により、金属酸化物薄膜作製時におけるミストデポジション法の反応系について一つの見解を得た。

### 液滴に関する反応系

#### 気相中での液滴の挙動



#### 基板近傍での液滴の挙動



加熱基板上ではミスト液滴は瞬時にガス化し液滴が基板に付着せず気相に浮遊する。(ライデンフロスト現象)

J.G. Leidenfrost, Duisburg on Rhine (1756)

#### 液滴の熱収支

液滴の昇温に関わる熱収支式

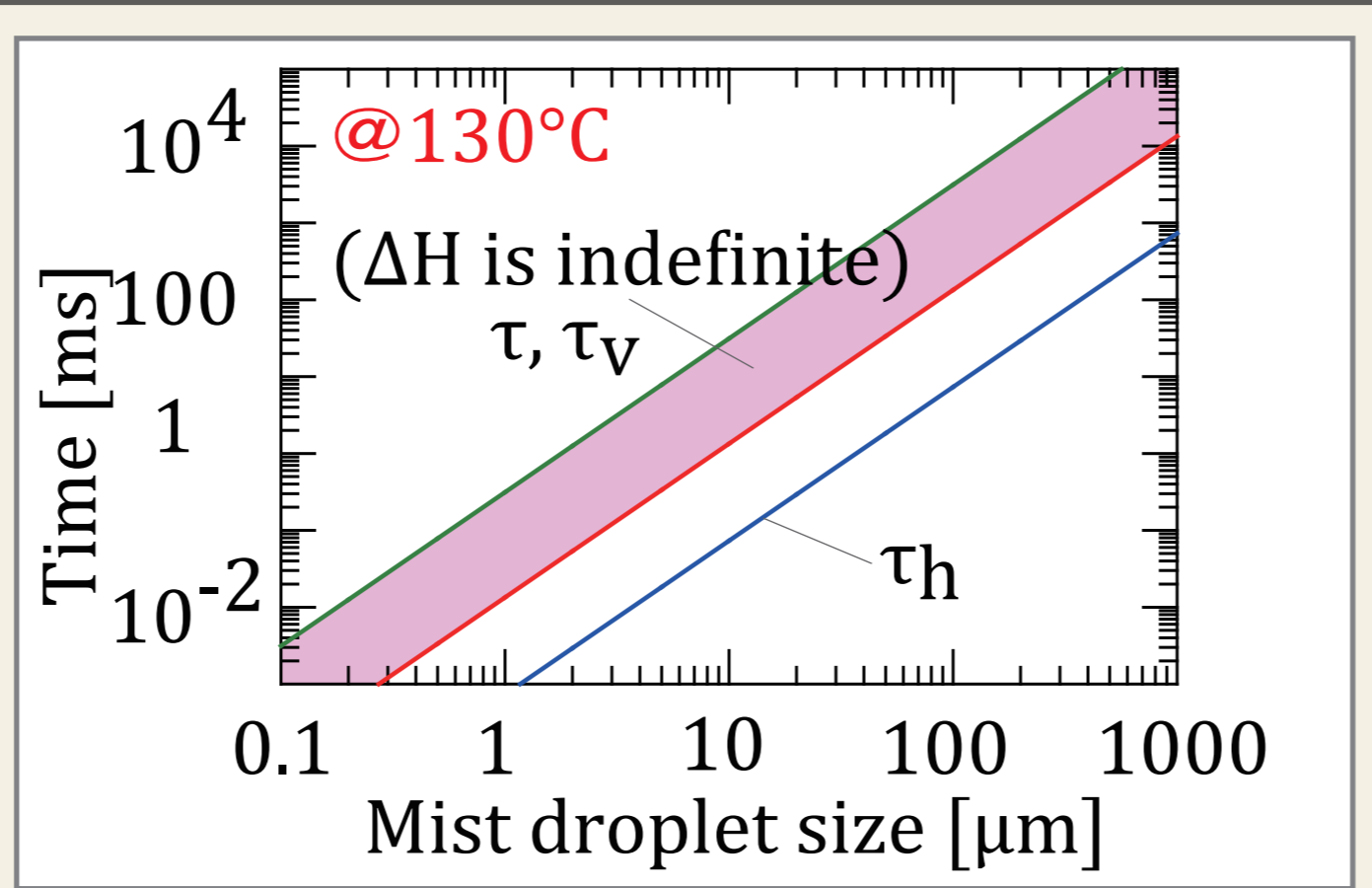
$$C_d \frac{\pi}{6} d_d^3 \rho_d dT_d = h \pi d_d^2 (T_{air} - T_d) dt,$$

$$\tau_h = \frac{C_d \rho_d d_d^2}{12k} \ln \frac{T_{air} - T_{d,0}}{T_{air} - T_{d,b}}$$

液滴の蒸発に関わる熱収支式

$$-d \left( \frac{\pi}{6} d_d^3 \rho_d \Delta H \right) = h \pi d_d^2 (T_{air} - T_{d,b}) dt,$$

$$\tau_v = \frac{d_d^2}{K_0}, K_0 = \frac{8D_{AB} \rho_v S}{\rho_d R_v T_m} = \frac{8k}{\rho_d \Delta H} (T_{air} - T_{d,b})$$



#### ミストデポジション法の重要な特徴

- 液滴が速度を持たない。
- 気化した原料による反応。
- 液滴が基板上で浮遊。

#### ミストデポジションの最大の利点

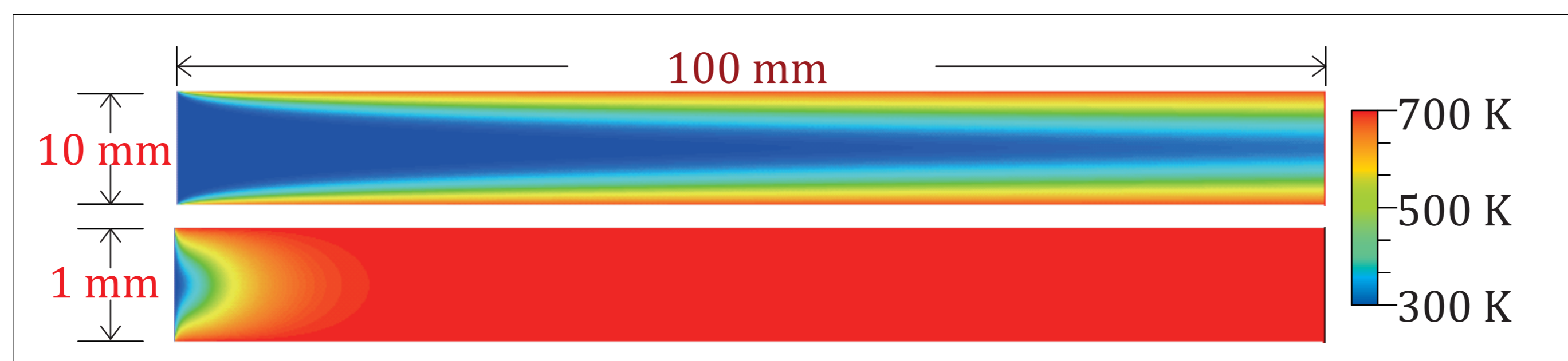
- 安易な原料供給制御。
- 均質膜の作製。
- マイクロサイズの分散型原料供給。

液滴の昇温時間は非常に短いですが、液滴の蒸発時間は、気化熱の大きさや蒸気の熱伝達係数の低さなどのため、非常に長くなる。

### ミスト液滴を効率よく昇温させる手法

特開：川原村 他, 2005-307238, 2007-138230, 2007-254869

雰囲気や液滴の温度を均一化させるための手法として、ファインチャネル (FC) の利用するという手法がある。計算結果によれば、1 mm 程度の流路にすると非常に効率よく昇温することが分かった。



計算条件  
壁面温度：700K  
流体：N2  
流速：3 m/s  
チャンネル奥行：150 mm.

これらの原理・技術を応用して、薄膜成長装置を開発した。



高知工科大学  
KOCHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

公立大学法人 高知工科大学 ナノデバイス研究所  
助教 川原村 敏幸

〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口 185  
電話：0887-57-2747

E-mail:kawaharamura.toshiyuki@kochi-tech.ac.jp