

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ビームダウン集光システム用液膜流下型溶融塩レーザーの開発
著者(和文)	宇多村元昭, 金子宏, 布施明德, 水上崇史, 玉浦裕, 蓮池宏
出典(和文)	日本機械学会2005年度年次大会, 講演論文集, 3 6 1 6, Vol. 3, pp. 269 - 270
発行日	2005, 9



ビームダウン集光システム 液膜流下型溶融塩レーザーバ の開発

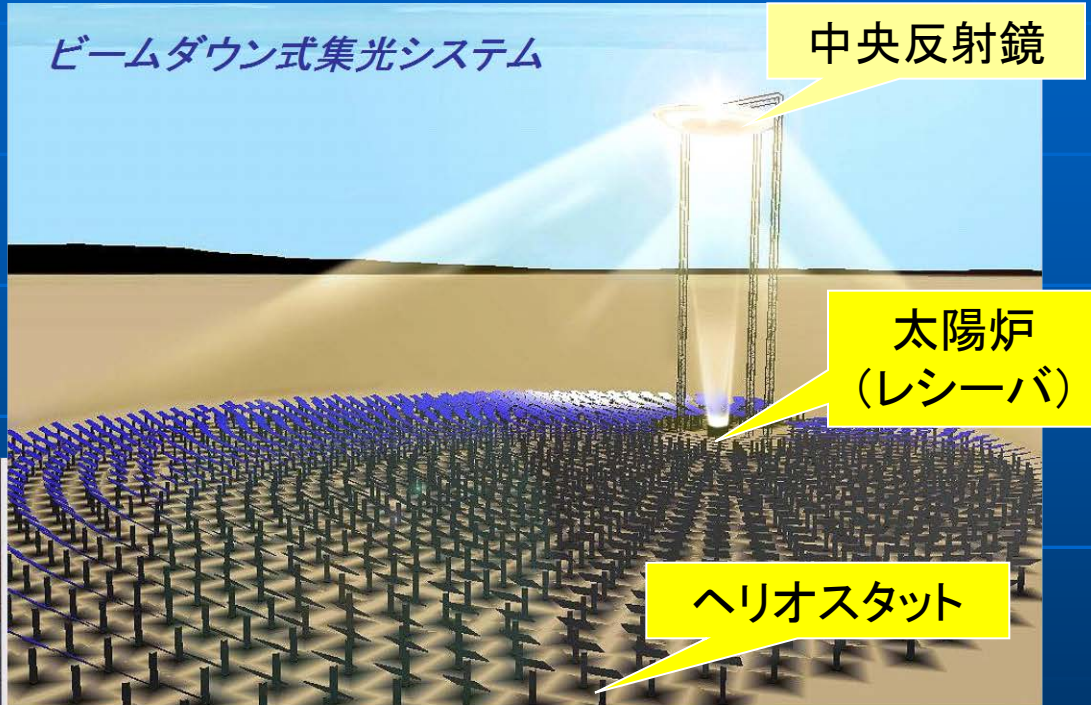
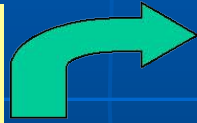
東工大：宇多村 元昭、金子 宏、
布施 明德、水上 崇史、玉浦 裕
エネ総工研：蓮池 宏

内容

- ビームダウン集光太陽熱利用システムの概要
- 液膜流下レシーバの設計課題
- 液膜厚さ予測式の導出
- 実験方法
- 実験結果
- 考察
 - レシーバ上部/下部での液膜表面温度の予測
- まとめ

ビームダウン集光太陽熱発電システム

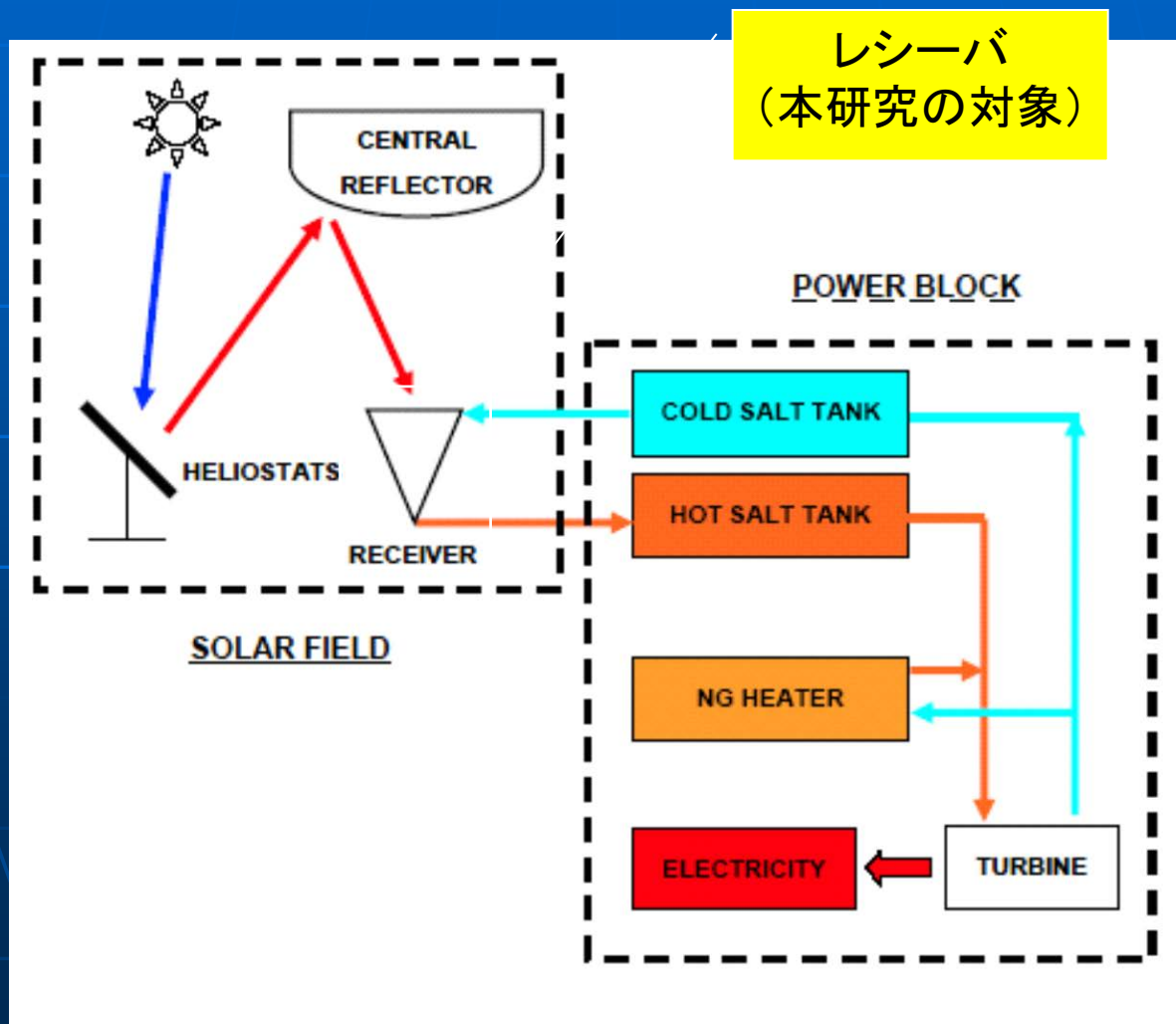
タワー式集光システム
(従来技術)



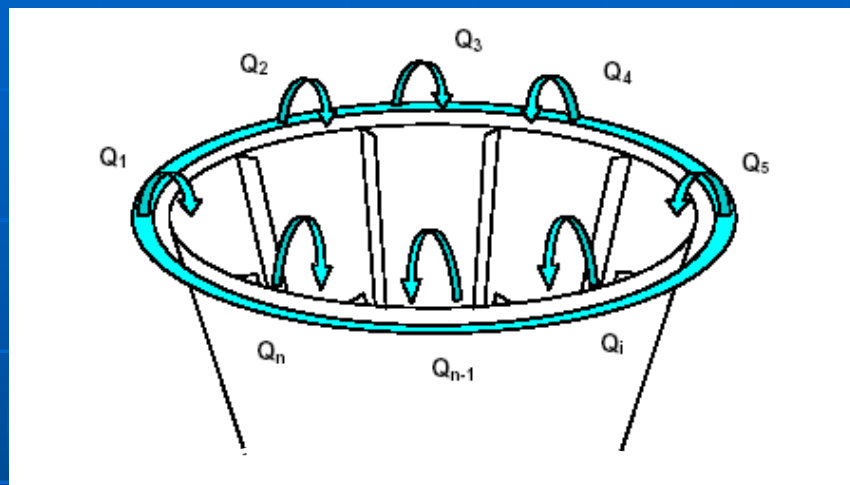
ビームダウン式集光システムの特長

- 太陽炉を地上に設置 → 熔融塩のポンプアップ不要、炉の大型化可能
- キャビティ型の太陽炉 → 熱損失が少なく高効率

ビームダウン集光システム (BDS) のエネルギーフロー



レシーバでの伝熱流動現象



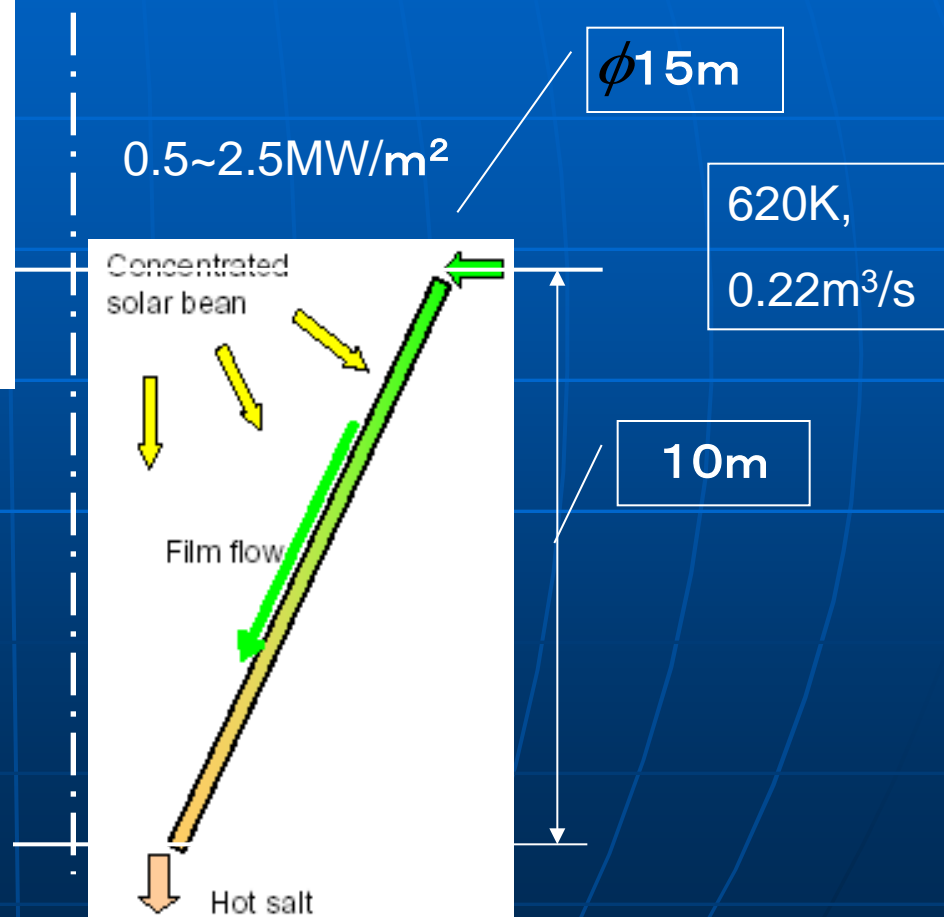
レシーバ熱負荷: 120MWt

設計課題

・溶融塩が熱分解しない
構造・操作仕様の確定

研究目的

液膜の厚さ・速度と表面温度の予測手法の確立



傾斜面を自由落下する乱流液膜の平均厚さ予測モデル

仮定

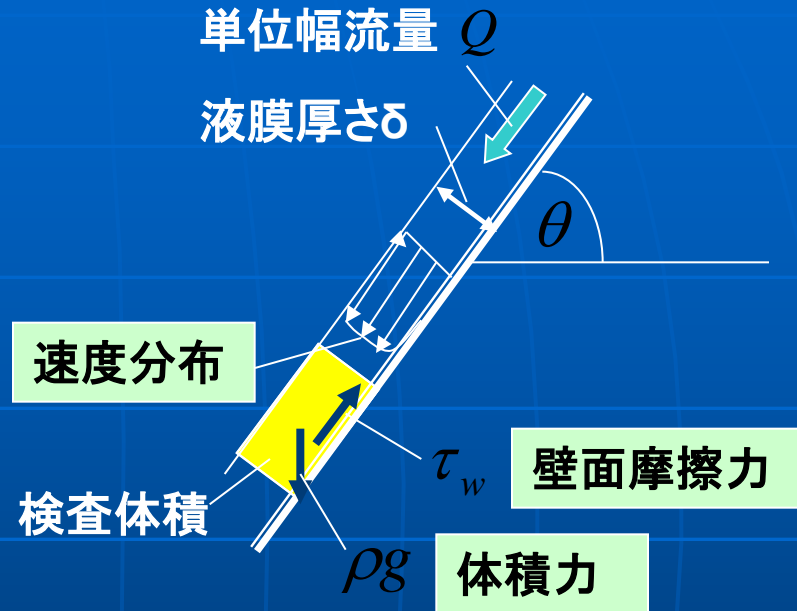
- ・液膜内の乱流速度分布を円管の1/7乗則を模して1/n乗とする
- ・ τ_w に関するPrandtlの表示式で
 - ①主流速度 \Rightarrow 液面流速
 - ②乱流境界層厚 \Rightarrow 液膜厚さに置換

膜厚表示式

$$\delta = \left(\frac{n+1}{n} \right)^{\frac{9}{14}} \left[\frac{0.0296v^2}{l^{\frac{1}{5}} g \sin \theta} \right]^{\frac{5}{14}} Re^{\frac{9}{14}}$$

$$Re \equiv \frac{\bar{u} \delta}{\nu} = \frac{Q}{\nu}$$

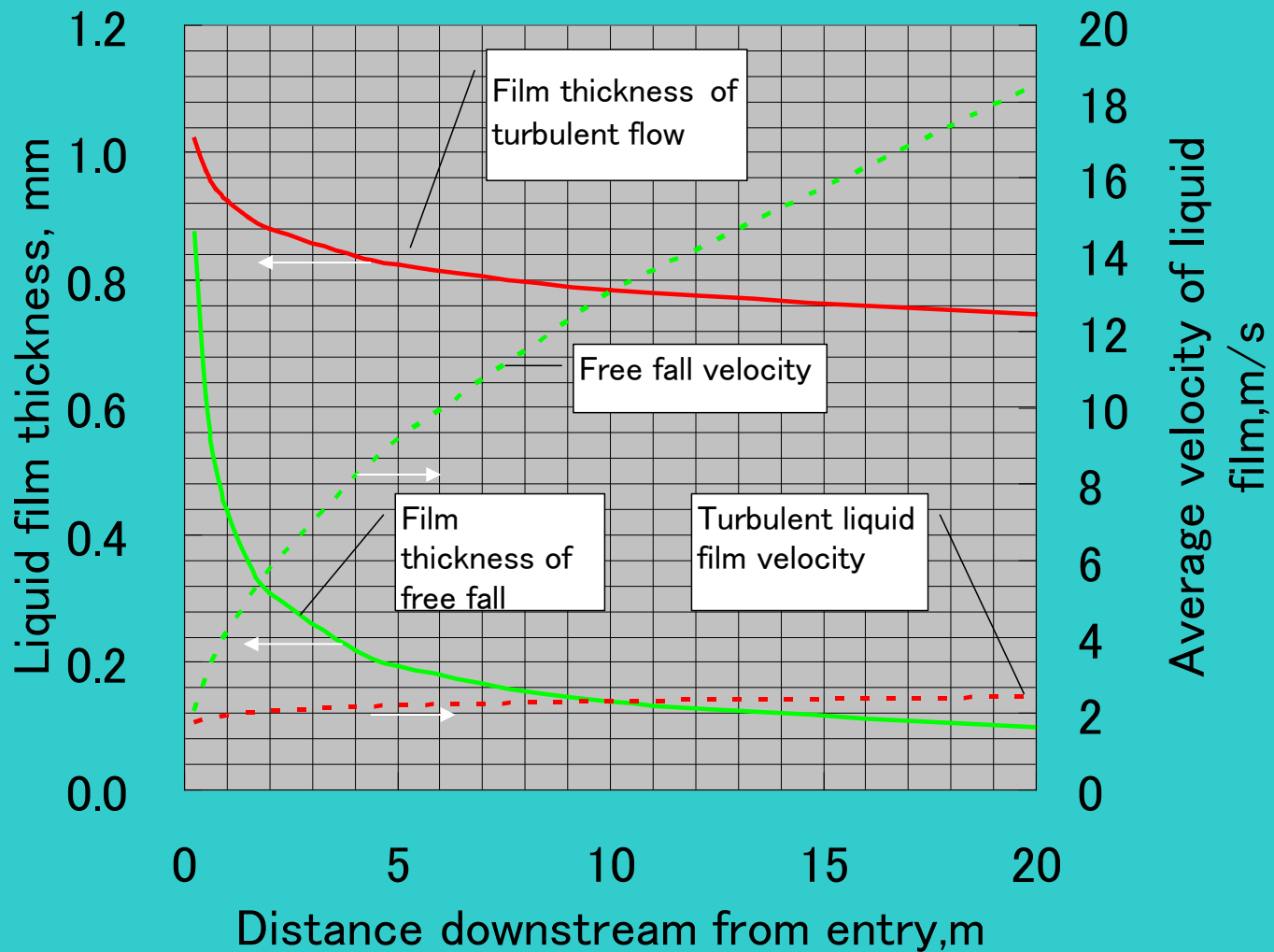
n=7の場合



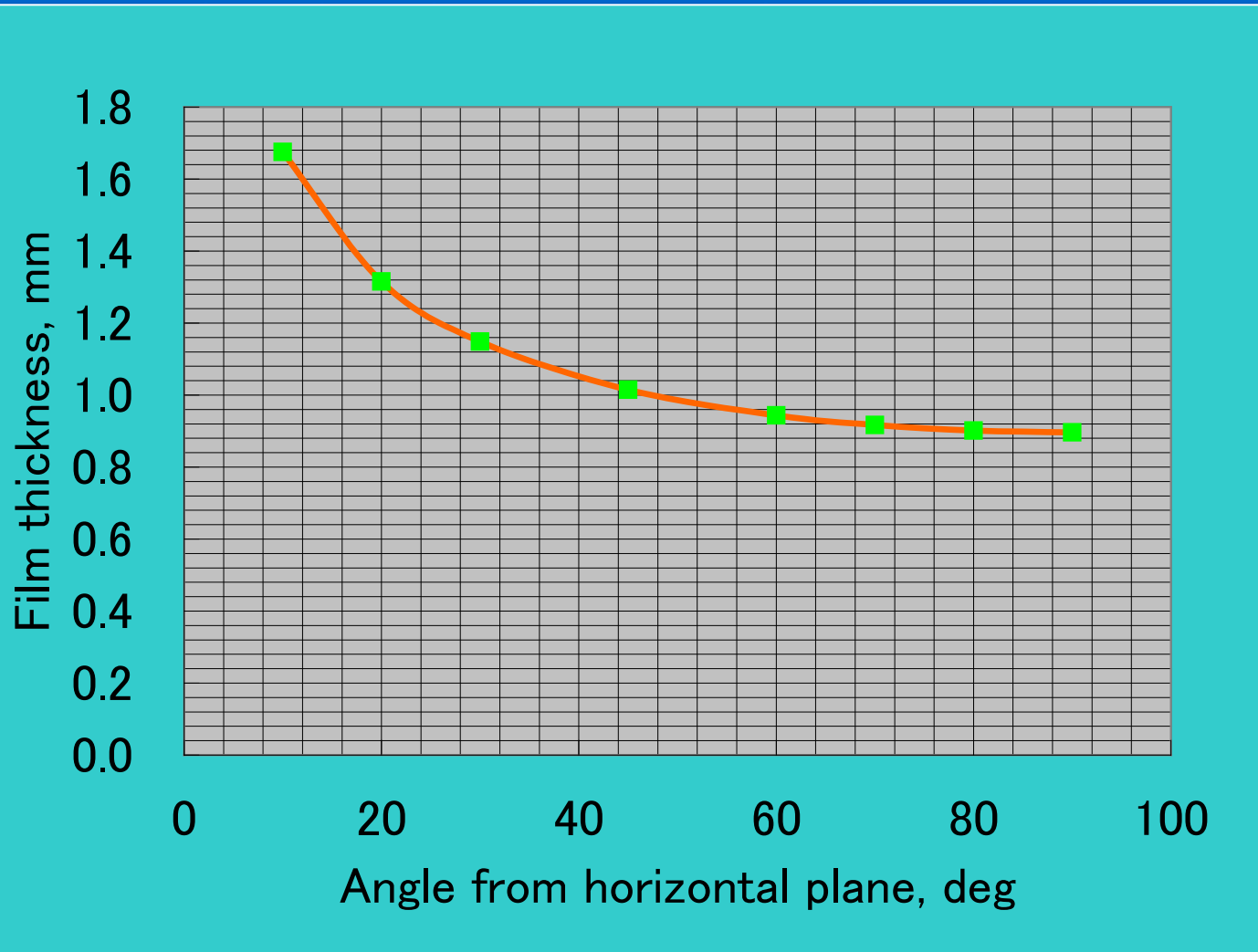
$$\tau_w = \delta \rho g \sin \theta$$

$$\delta = 0.310 \left(\frac{v^2}{g \sin \theta} \right)^{\frac{5}{14}} l^{\frac{1}{14}} Re^{\frac{9}{14}}$$

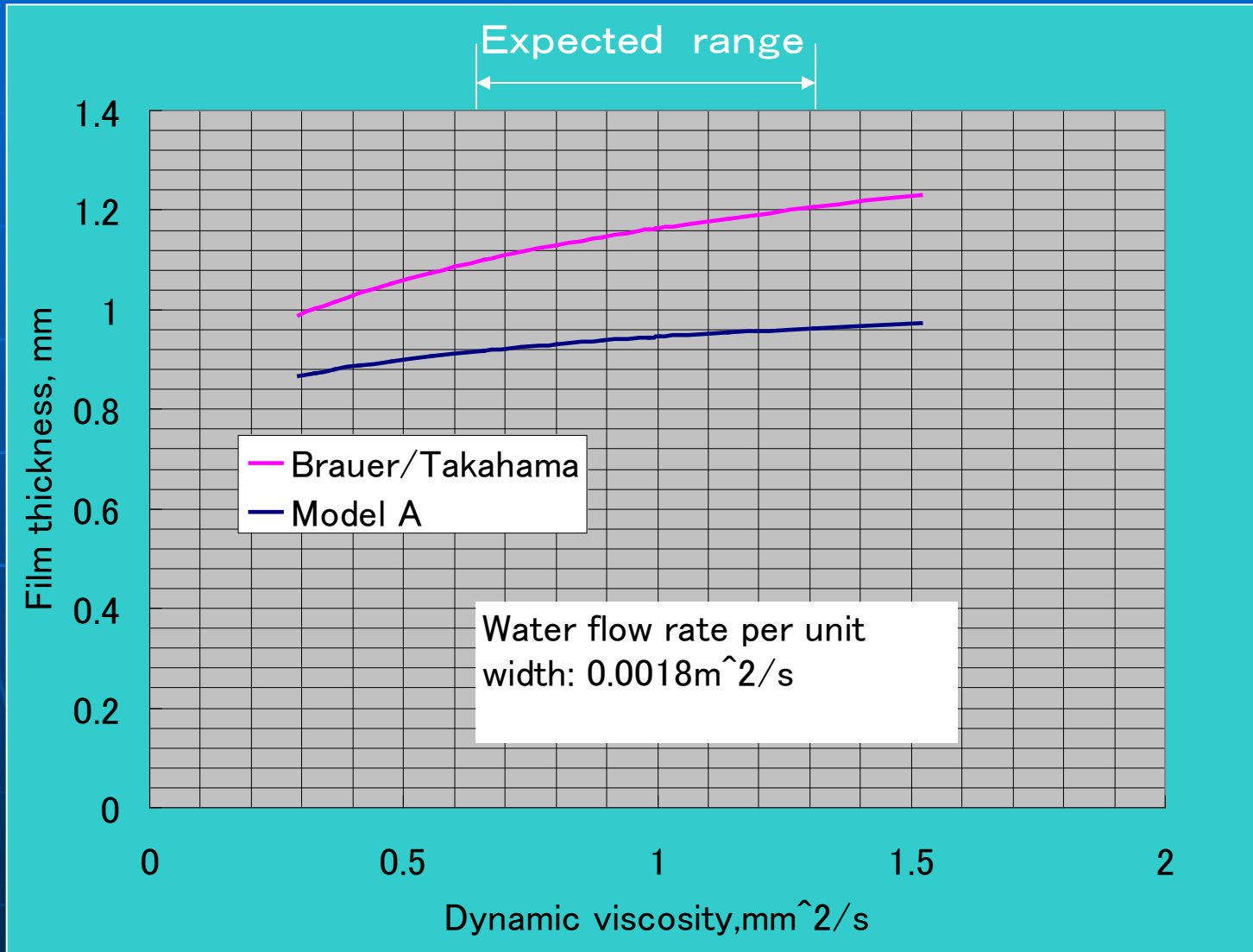
壁面摩擦の有無が膜厚に及ぼす影響



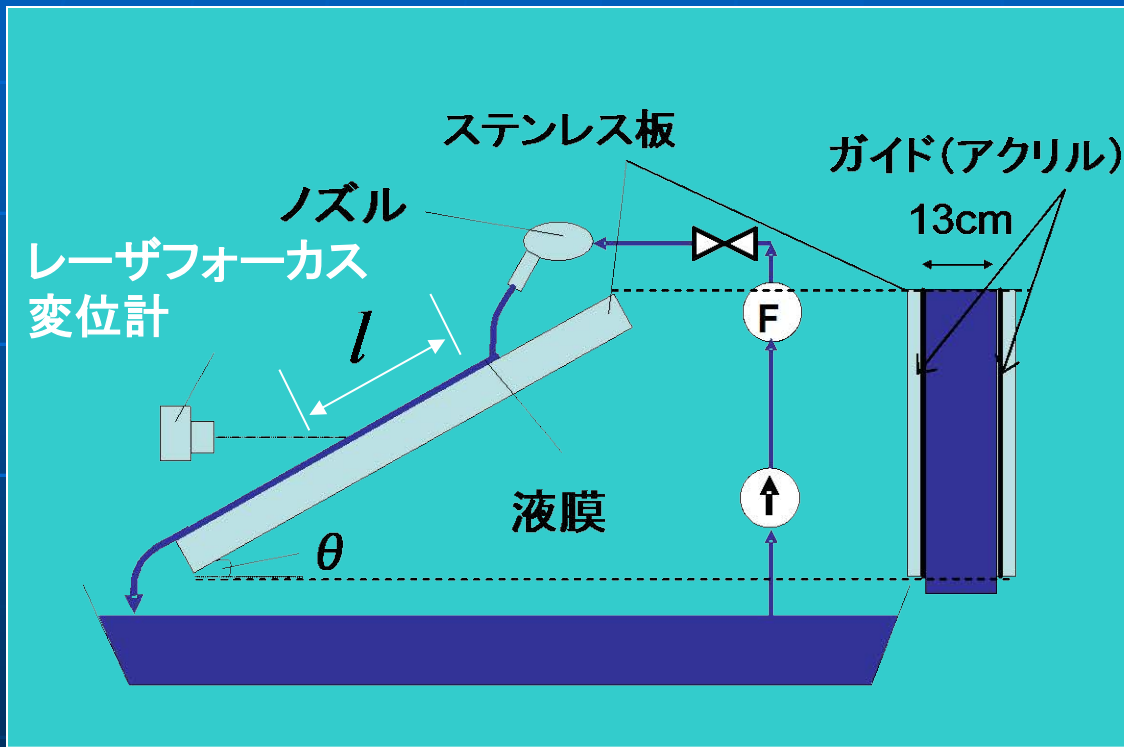
傾斜角度の影響



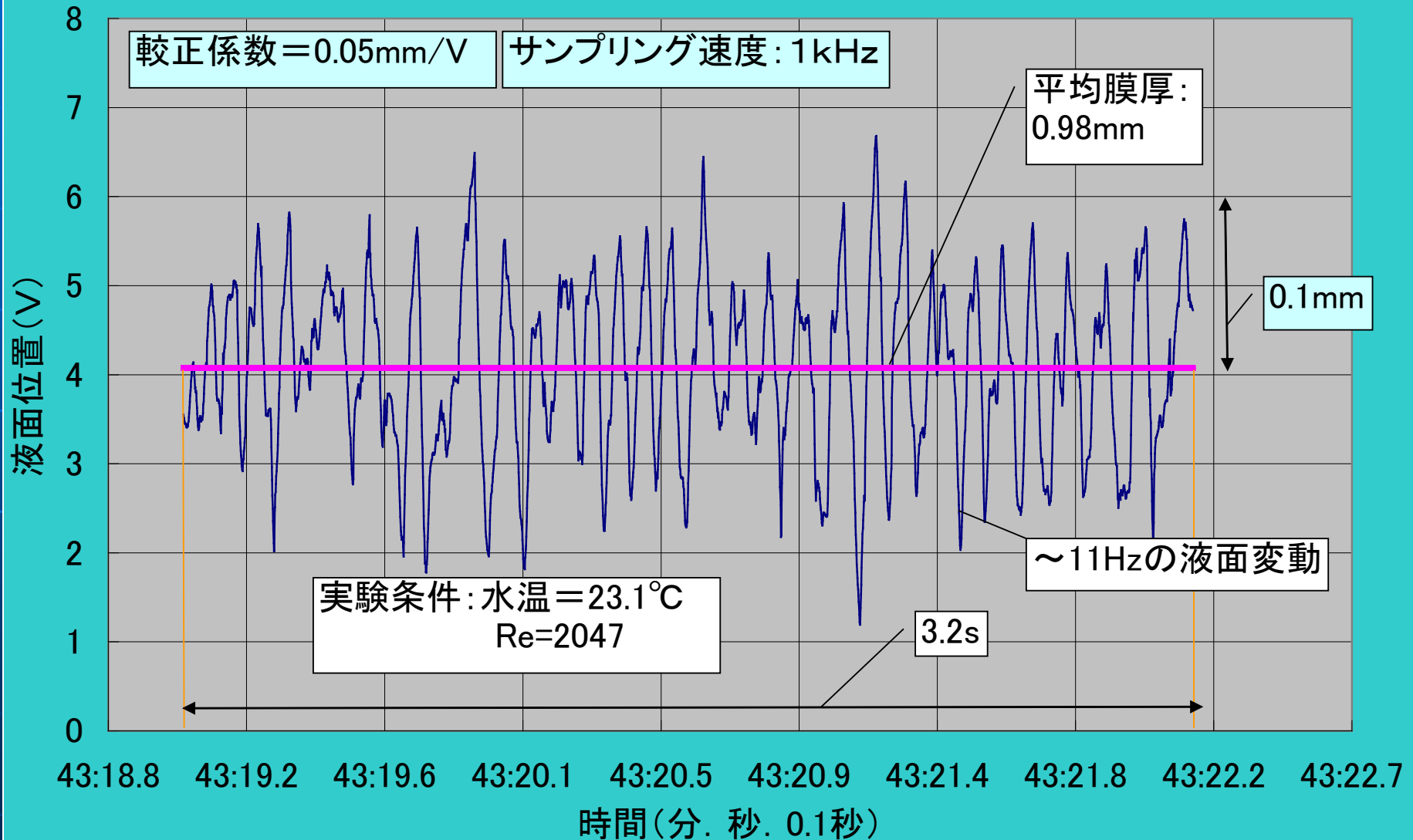
動粘性係数の効果



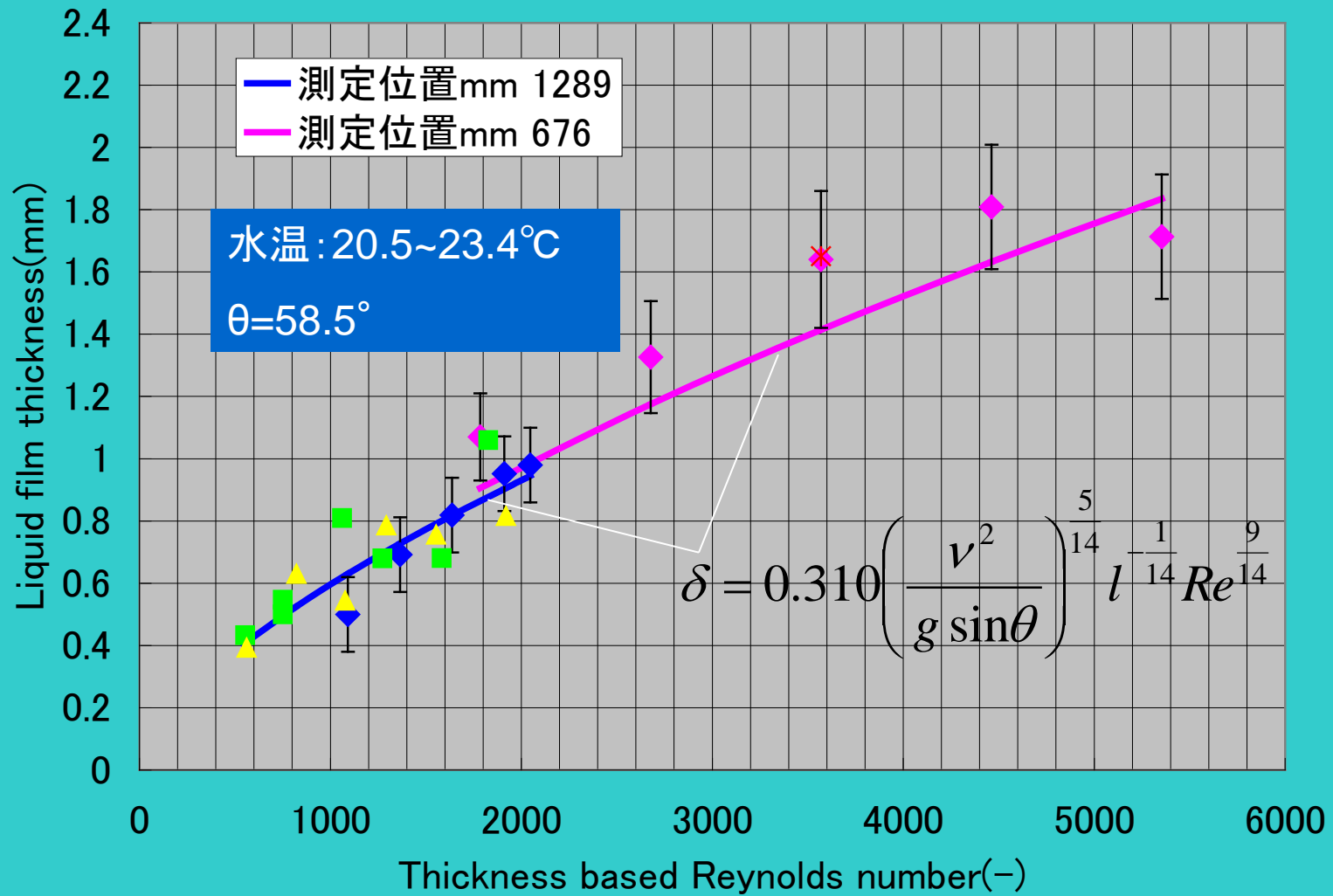
実験装置と方法



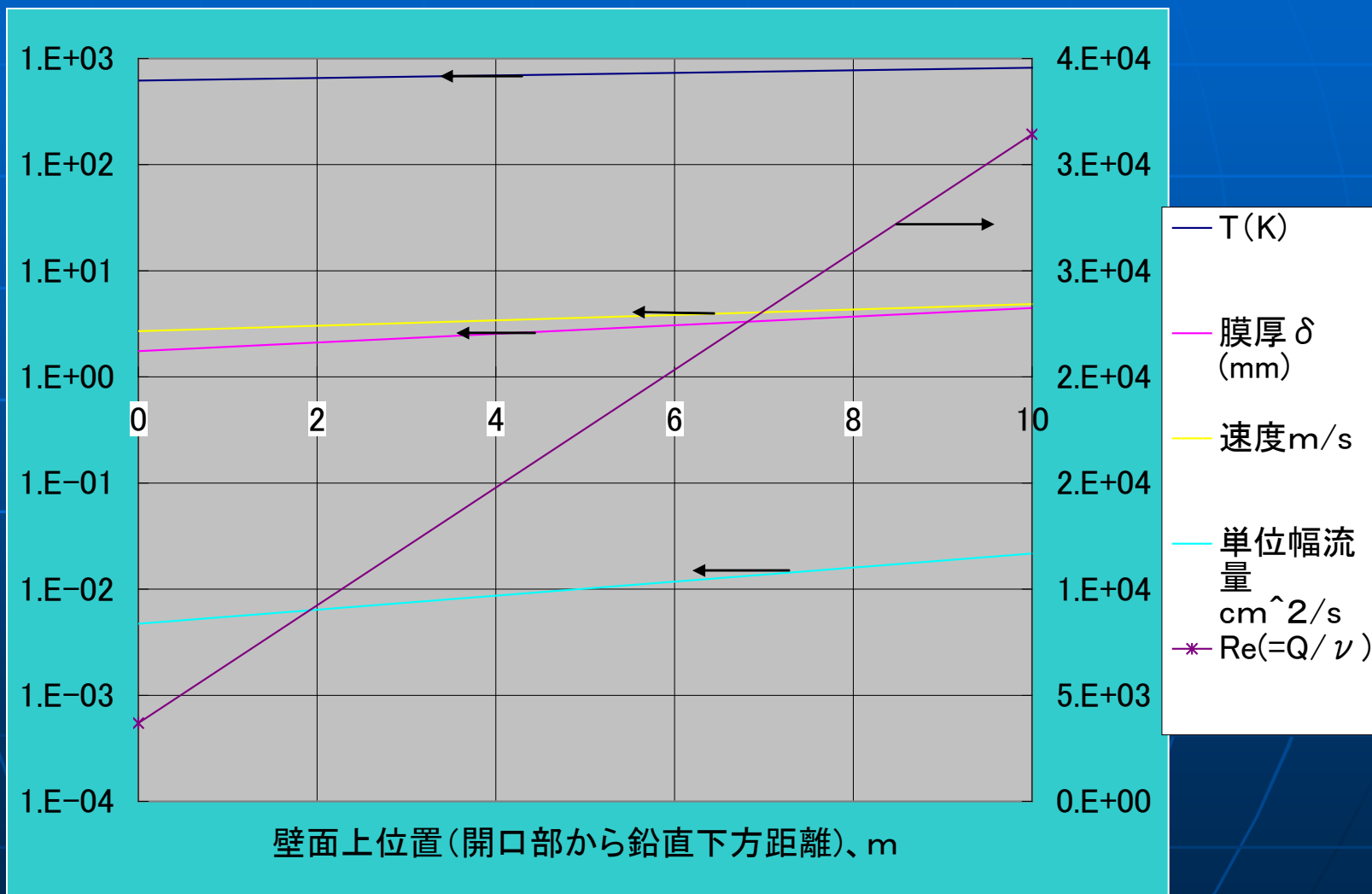
レーザフォーカス変位計による 液面位置測定例



平均液膜厚さ予測式の検証



諸量のレシーバ高さ方向分布



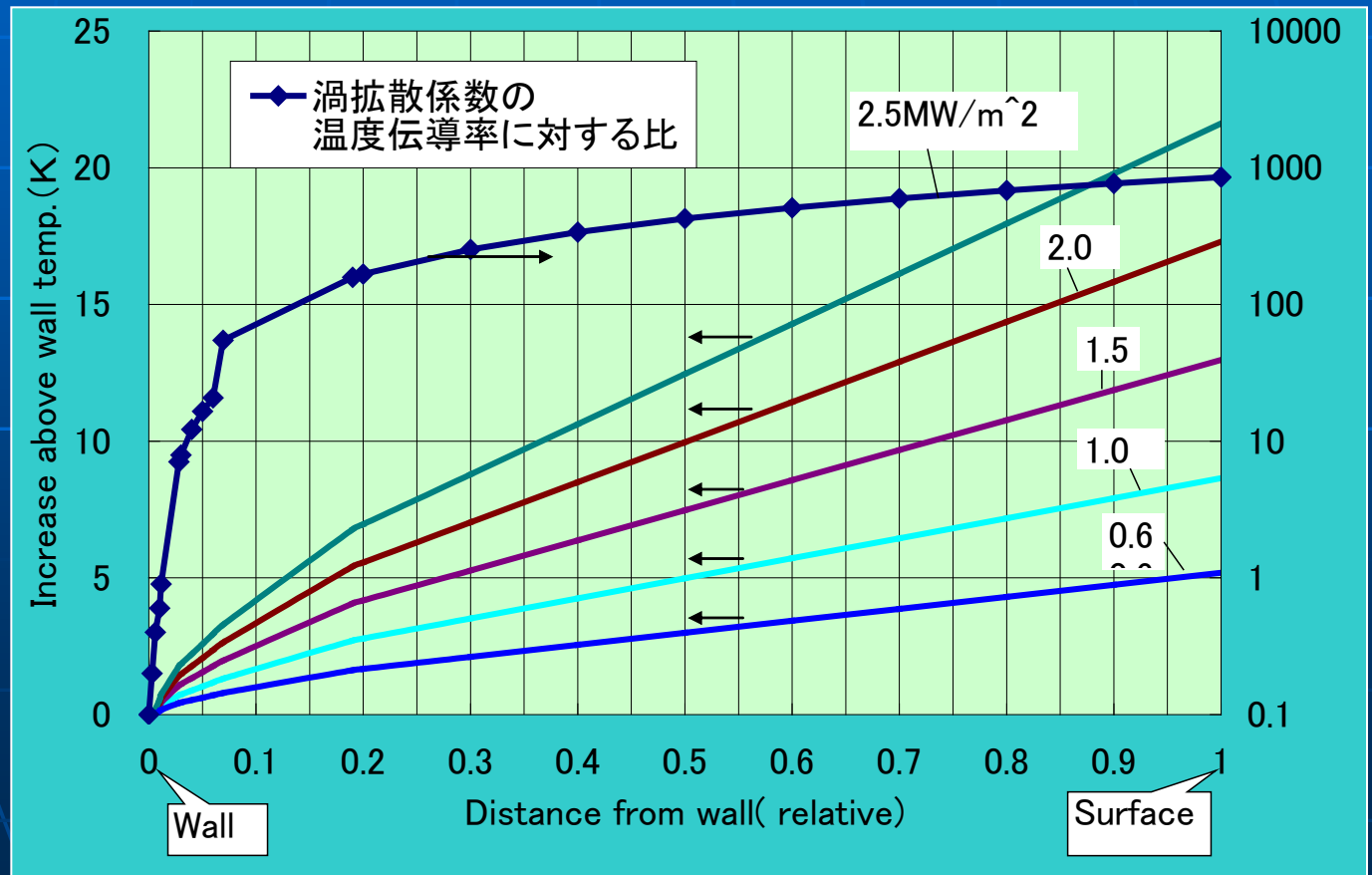
液膜内温度分布(1)

計算の仮定

- ・ von-Karman
の速度分布
- ・ 断熱壁
- ・ 太陽光の正
味入射フラッ
クスは一樣

評価位置: 頂部から1/3, 溶融塩温度: 750K

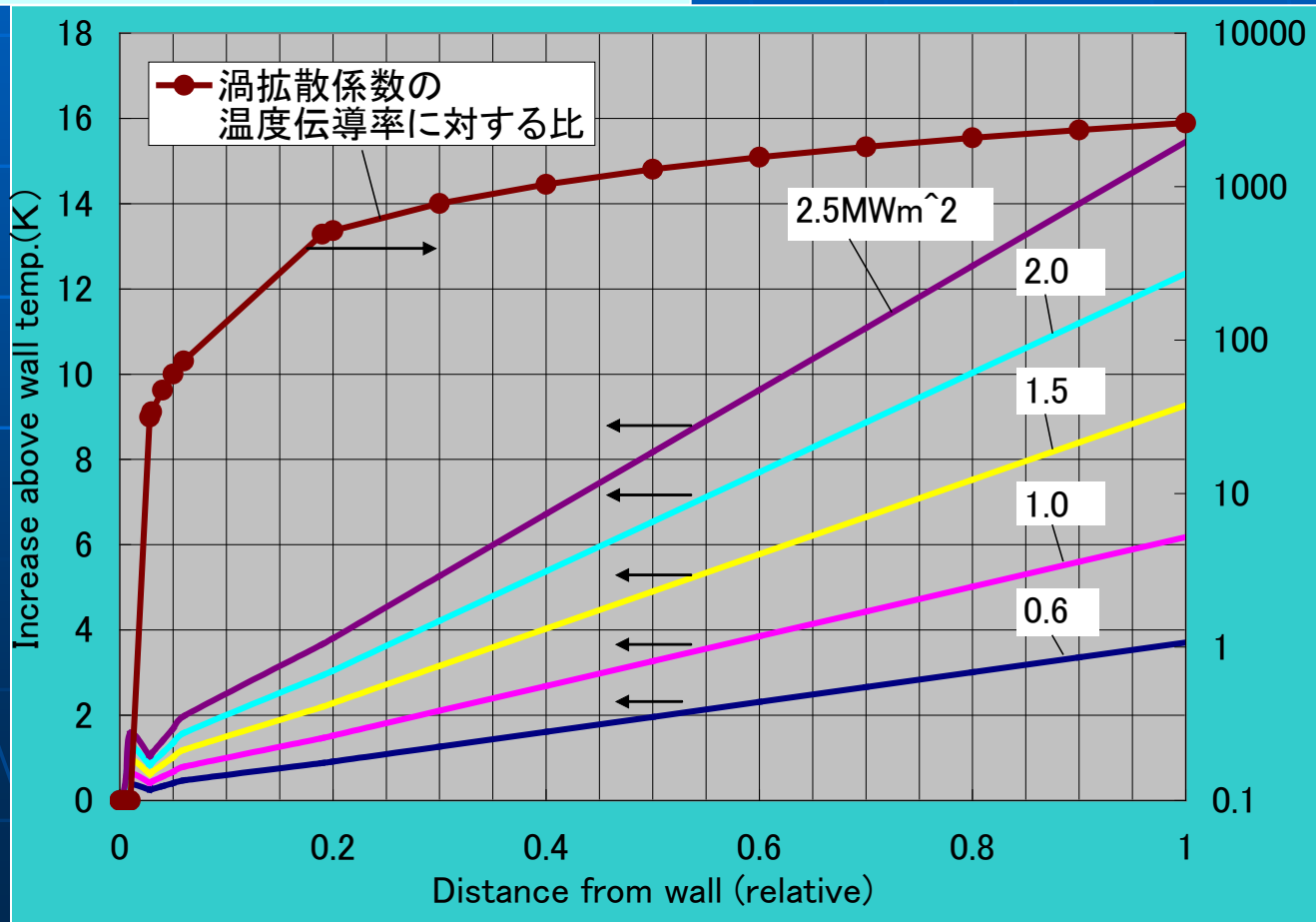
液膜厚さ: 1.85mm, 平均流速: 3.82m/s



液膜内温度分布(2)

評価位置:最下部, 溶融塩平均温度:820K

膜厚:4.46mm, 流速:4.85m/s



まとめ

- ビームダウン集光太陽熱発電システム用の内面液膜流下型レシーバ概念を提唱し、設計課題を検討した。
 - (1) 傾斜面を自由落下する乱流液膜の平均厚さの理論式を導出、水による模型実験で精度を確認した。
 - (2) 上記結果に基づき、実機条件下での液膜表面温度を予測し、照射熱流束の上限を明らかにした。

動粘性係数が等しい 水と溶融塩の温度対応線図

図1 0.5NaNO₃+0.5KNO₃溶融塩と水との動粘性係数対応

