

有限要素法になんか 負けるもんか

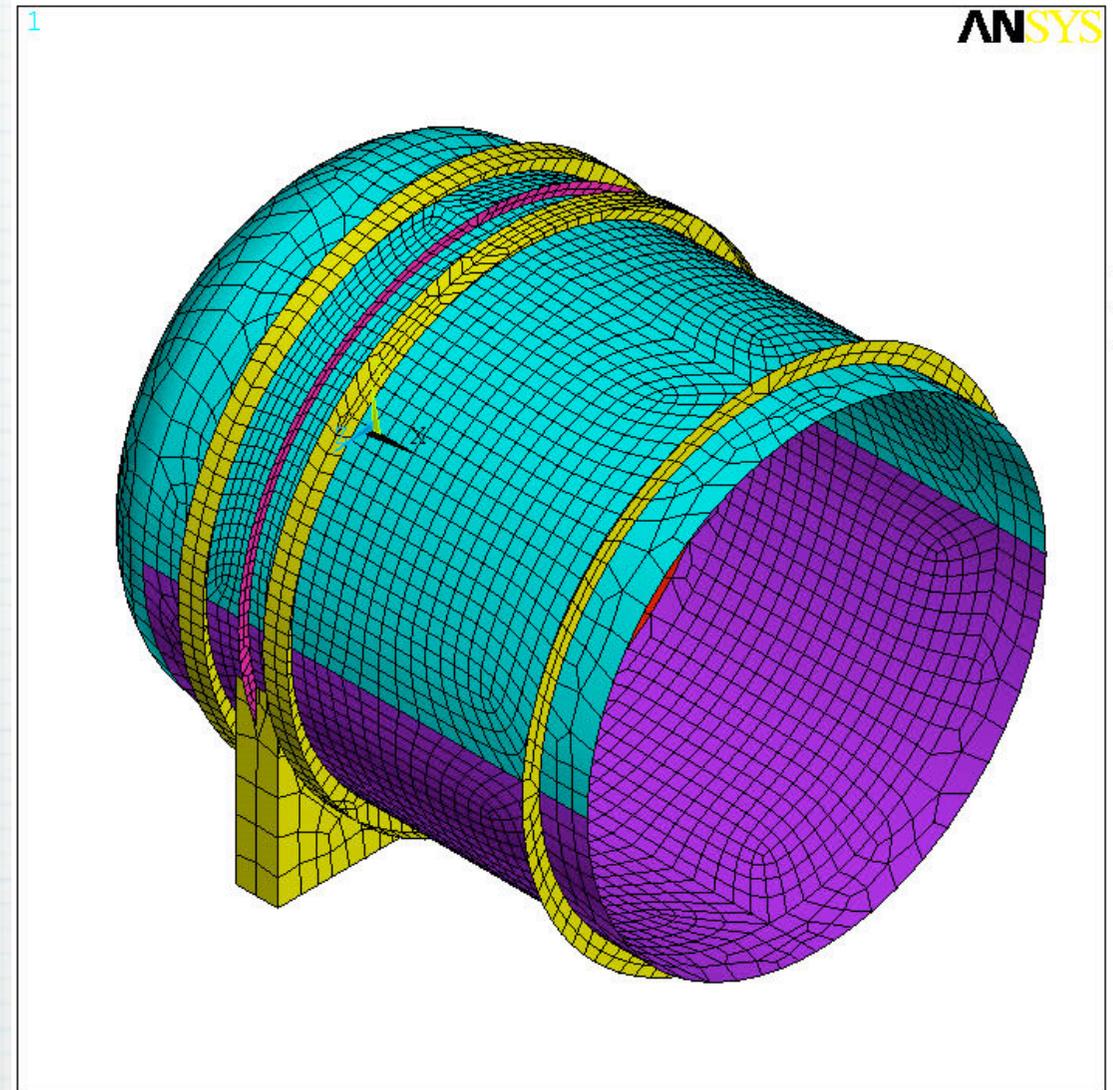
Taku Yamanaka

12/21/09

年末発表会

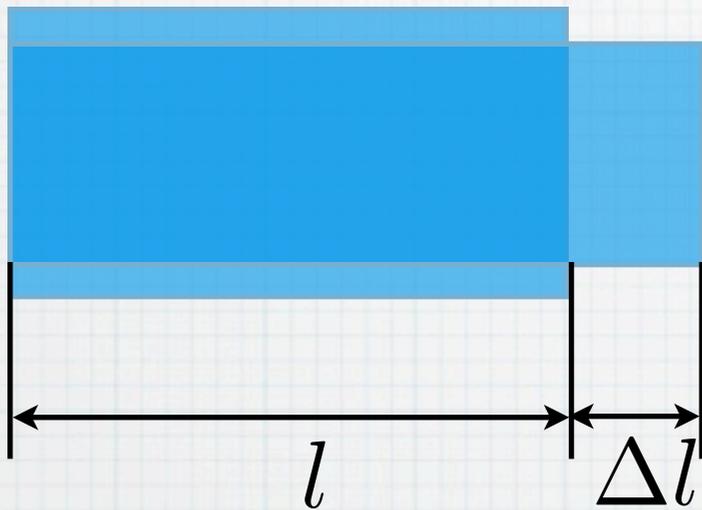
有限要素法

- * 物をメッシュに分け、格子点間がバネでつながれているとして構造計算。



材料力学の基礎

引っ張る



σ 単位面積あたりの力

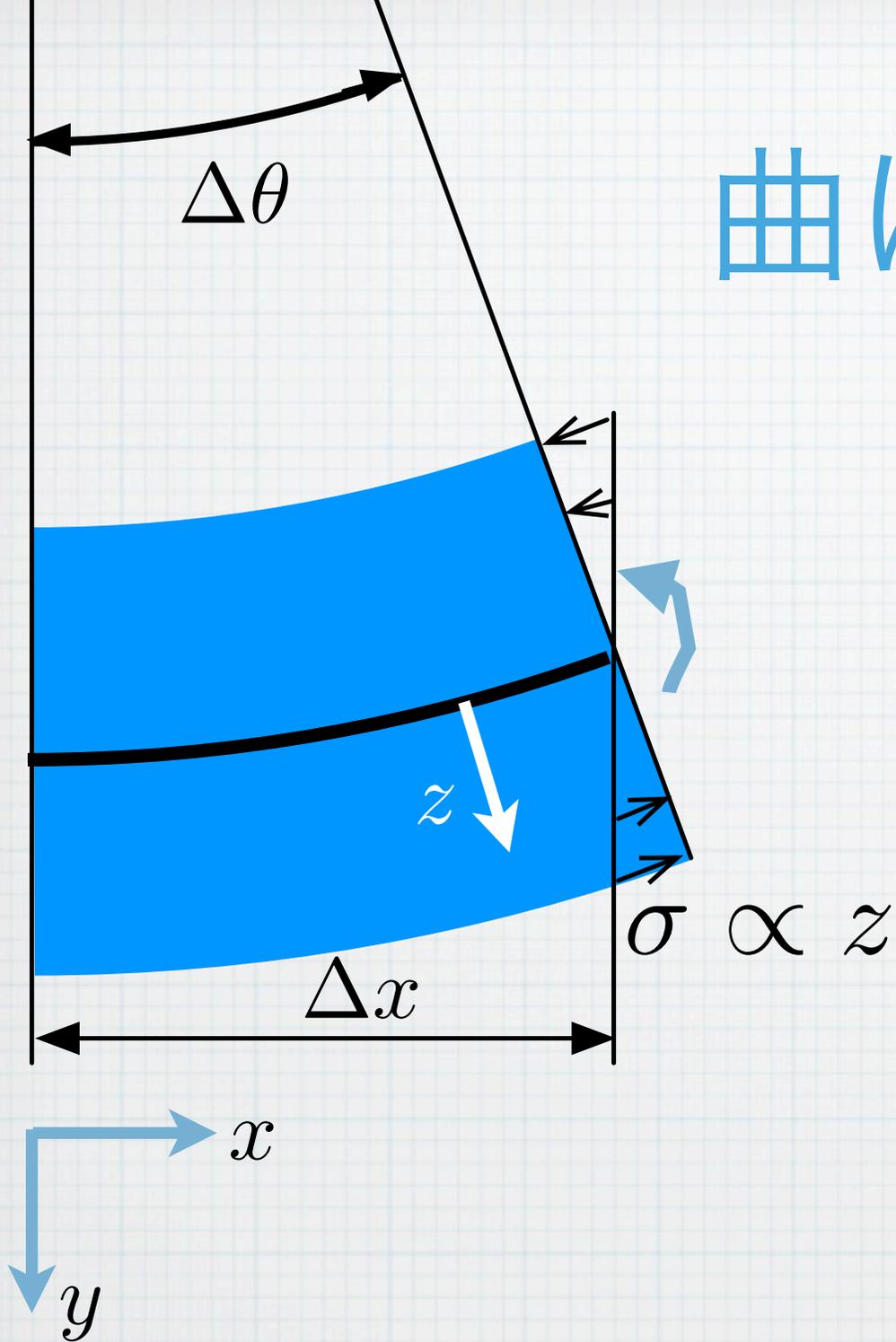
$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E}$$

$$F = kx \Leftrightarrow \sigma = E\epsilon$$

バネ

ヤング率

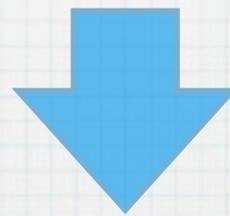
曲げる



* モーメント



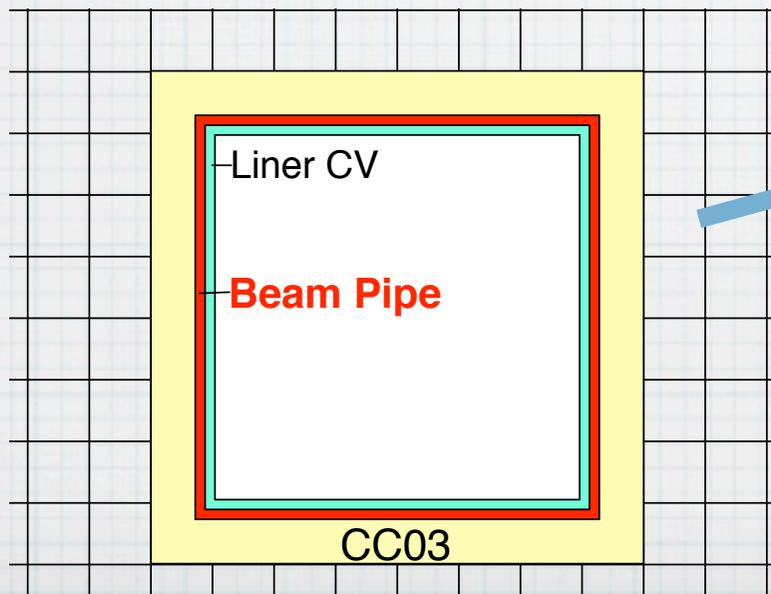
* 曲率



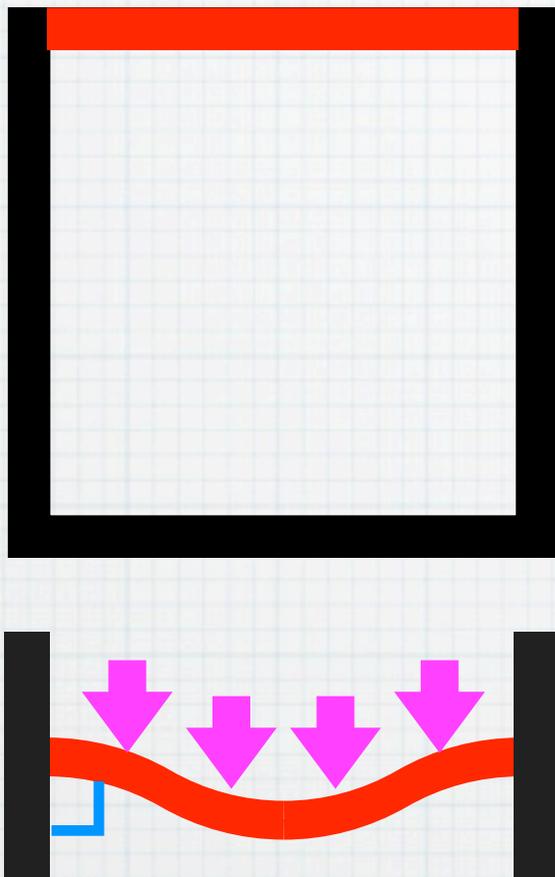
* たわみの形

KOTO CsI calorimeter beam pipe

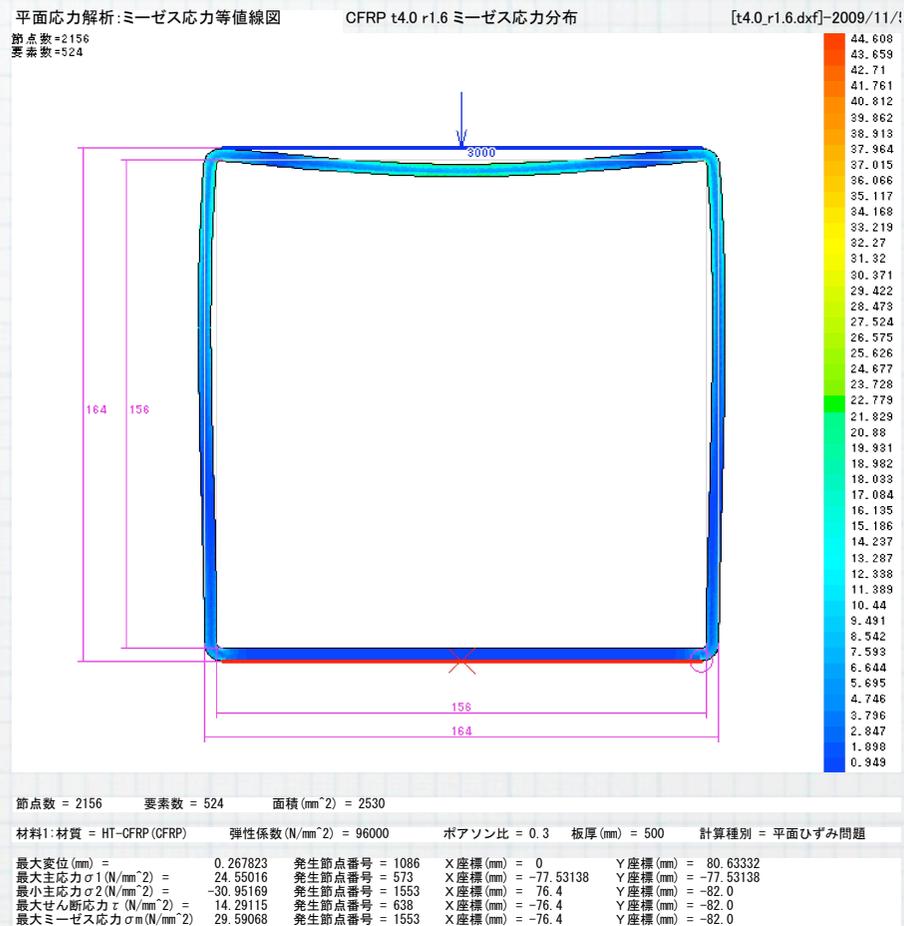
- * ~5mm厚、50cm長、約
16cm角ののカーボン
ファイバーの筒でっっ
b300kgを支える



* 手計算



* 有限要素法



たわみ

100 μ m

負けた!

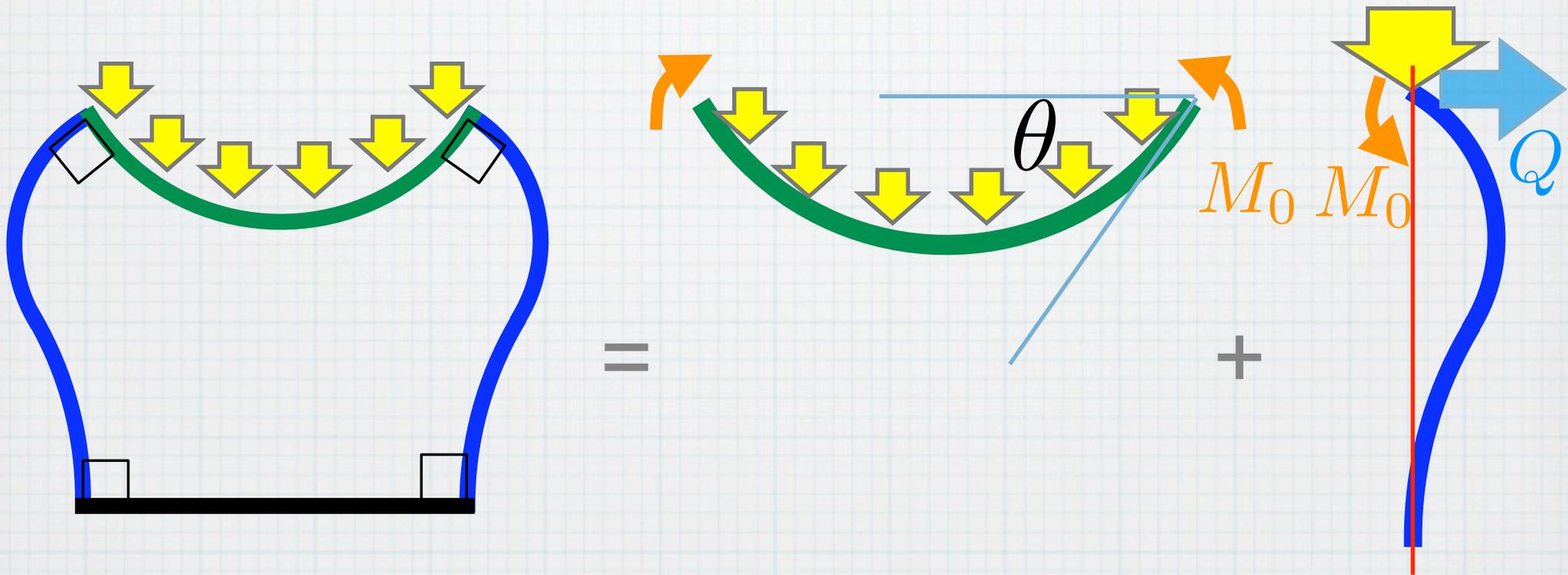


260 μ m

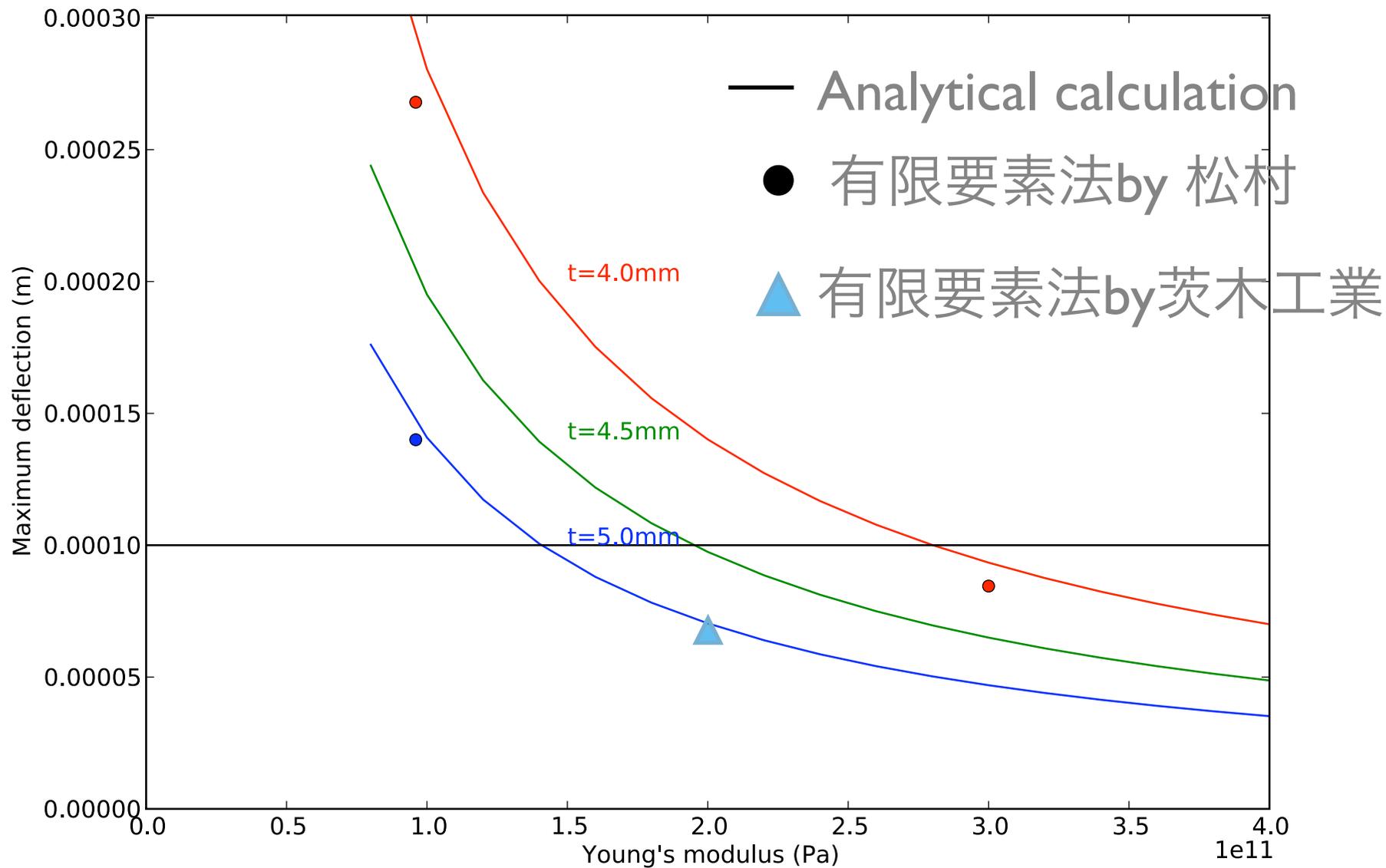
防衛大 松村

壁にも曲げモーメントがか

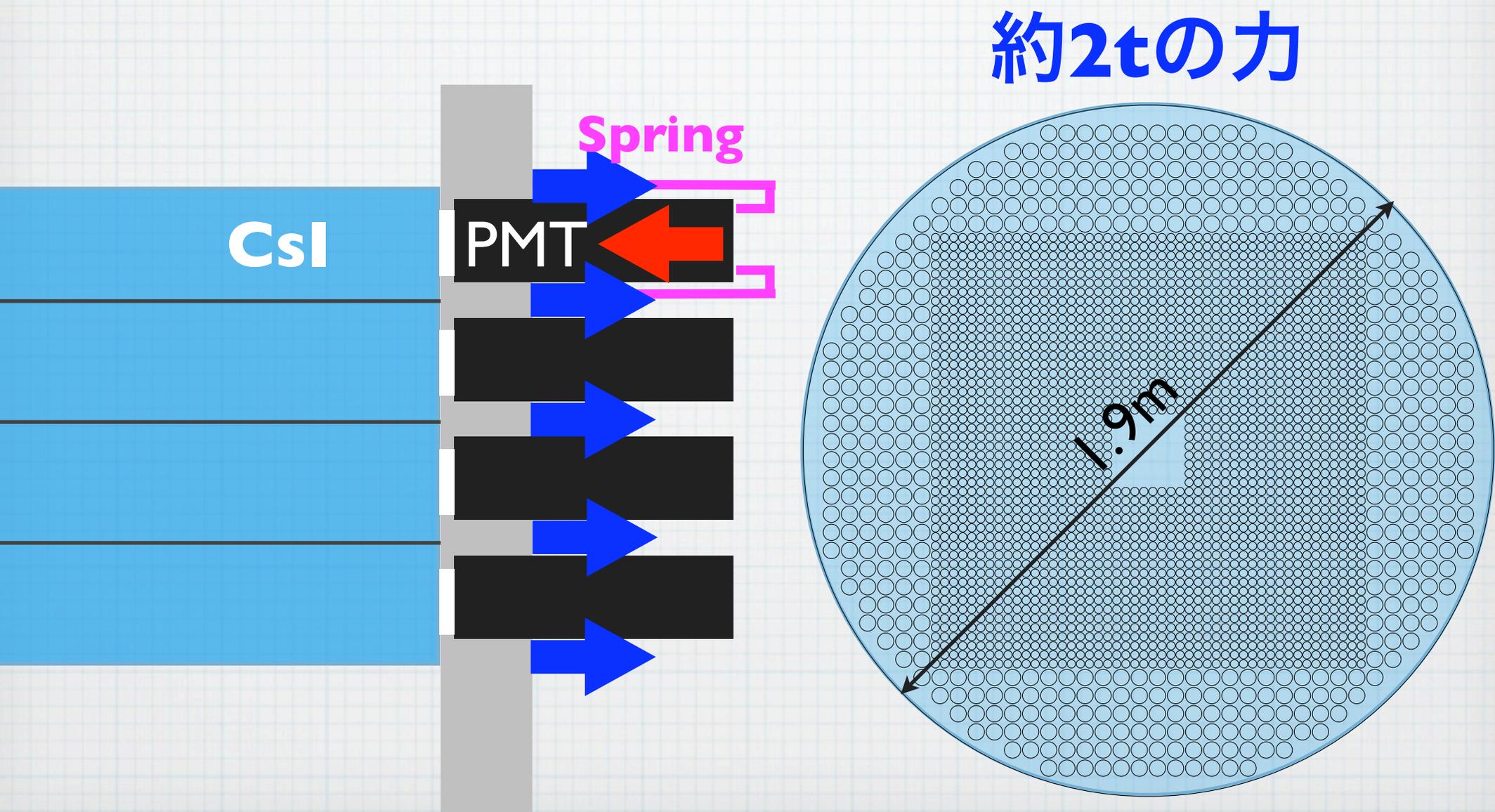
かるとして、連立方程式



結果

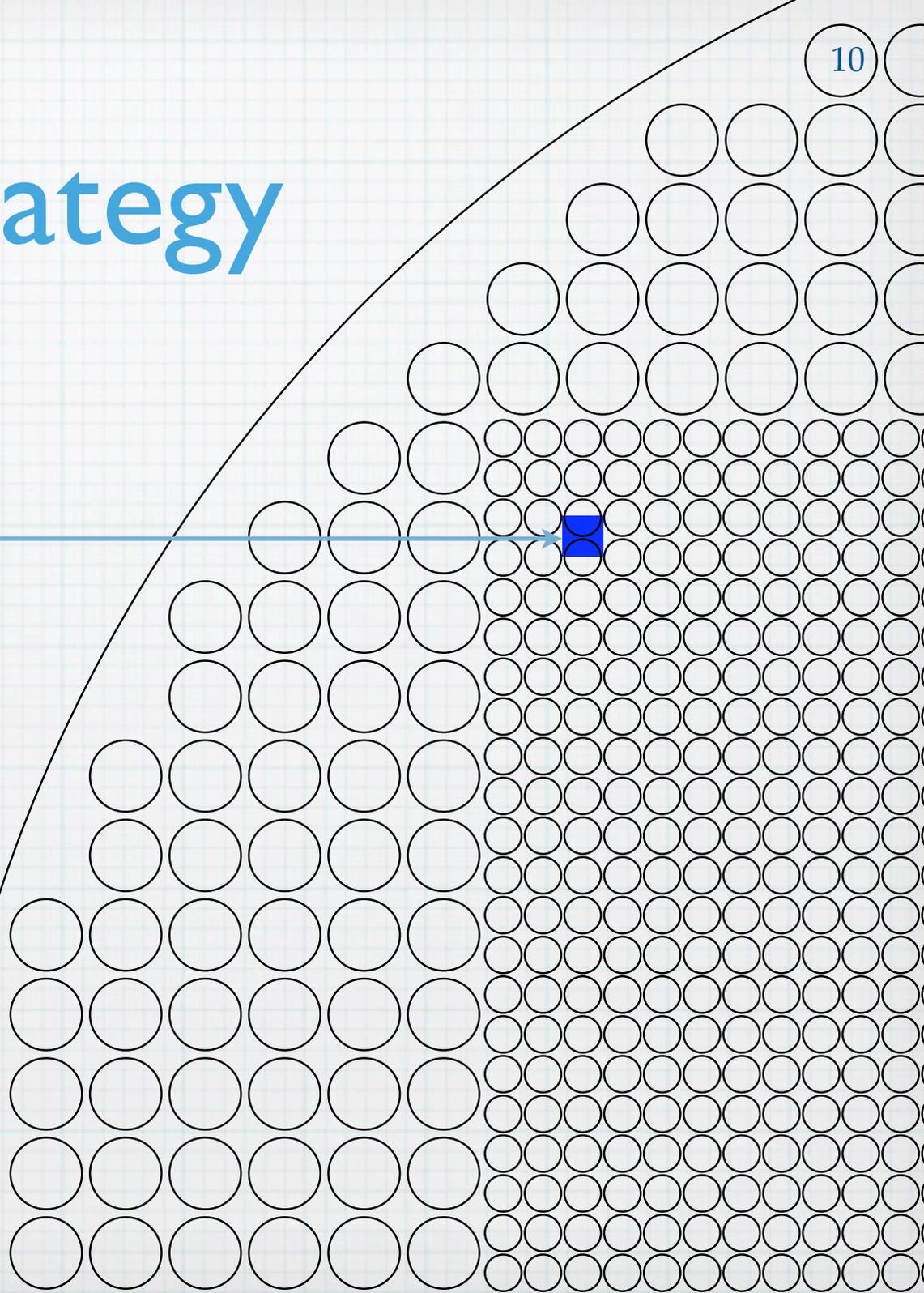
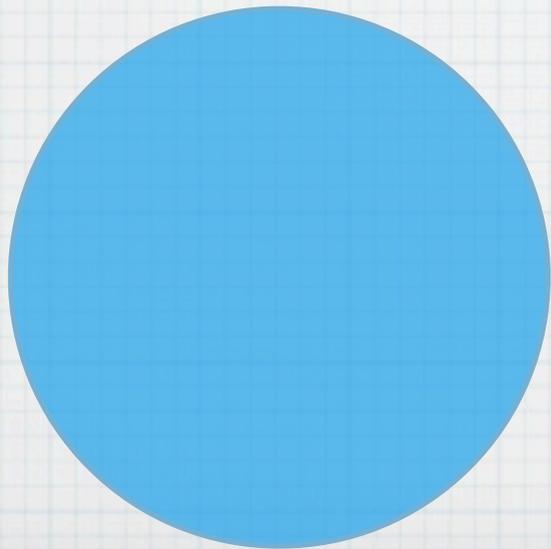


カロリメータ用の板

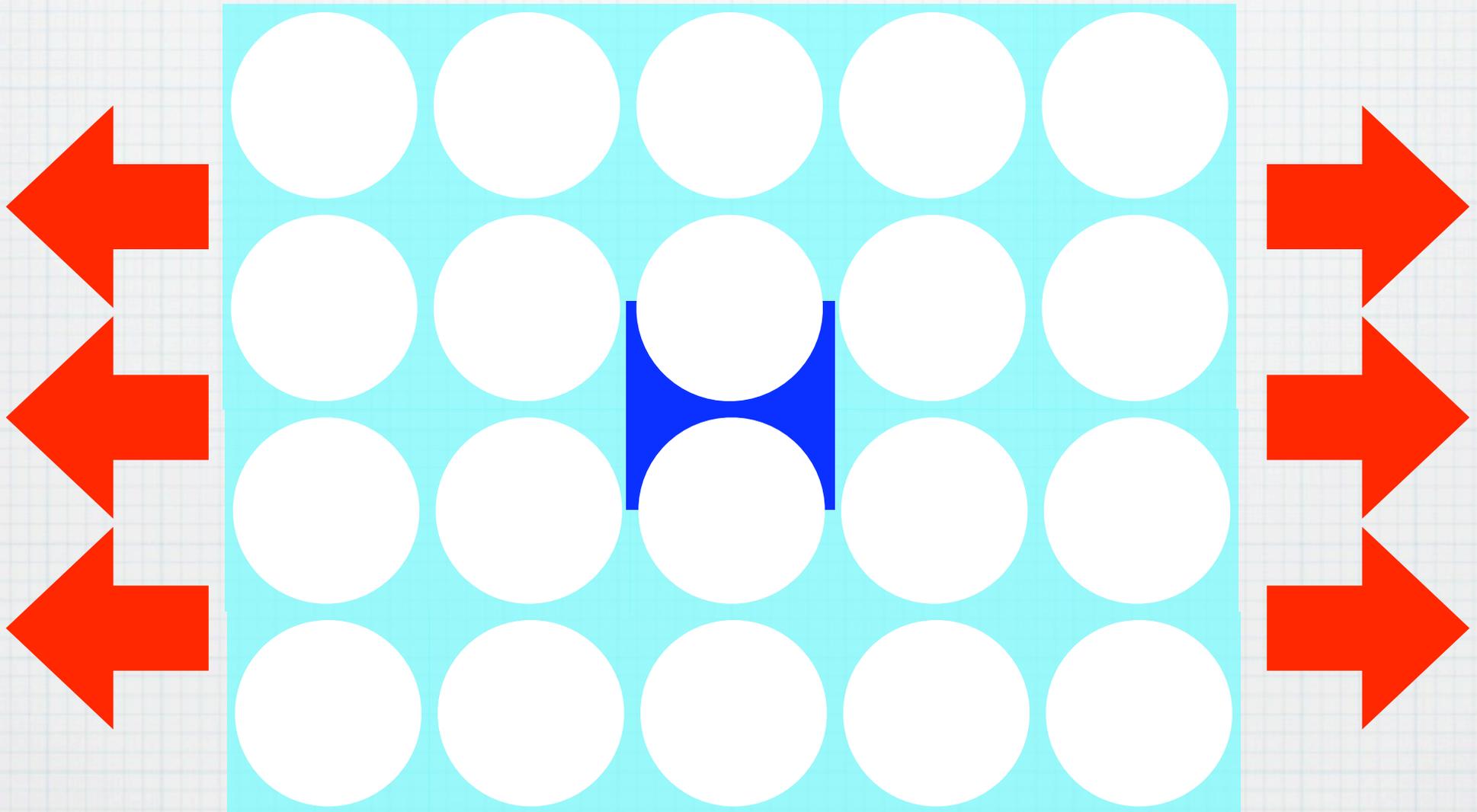


Strategy

1. Find the properties (Young's modules, Poisson's ratio) of a small unit
2. Assume that a circular plate is made of a material with such properties



The small unit



横に引っ張る

- * 局所的な応力

$$\sigma(x) = \sigma_0 \frac{\Lambda}{b(x)}$$

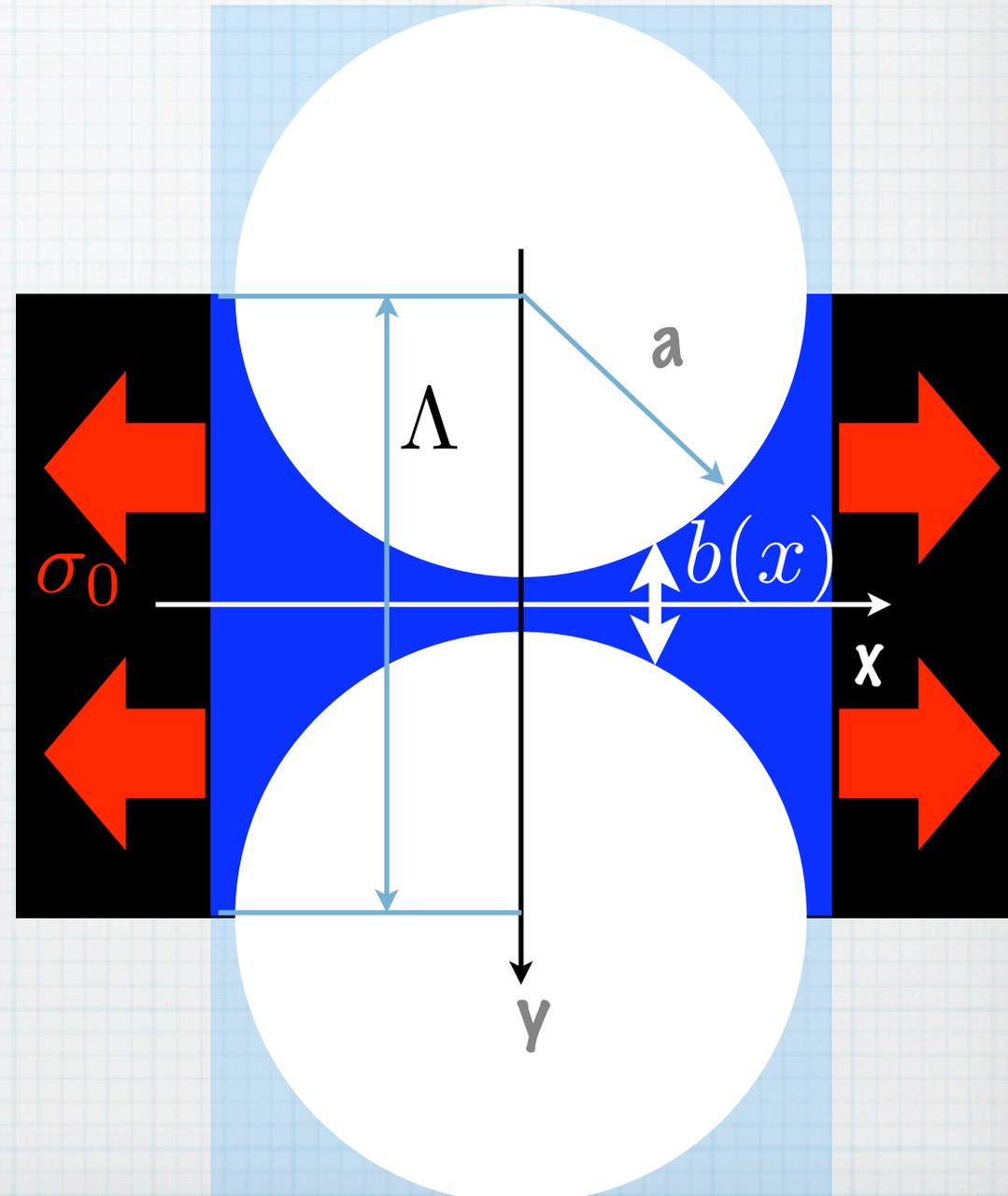
- * 伸び率

$$\epsilon(x) = \sigma(x) / E$$

- * 全体の伸び

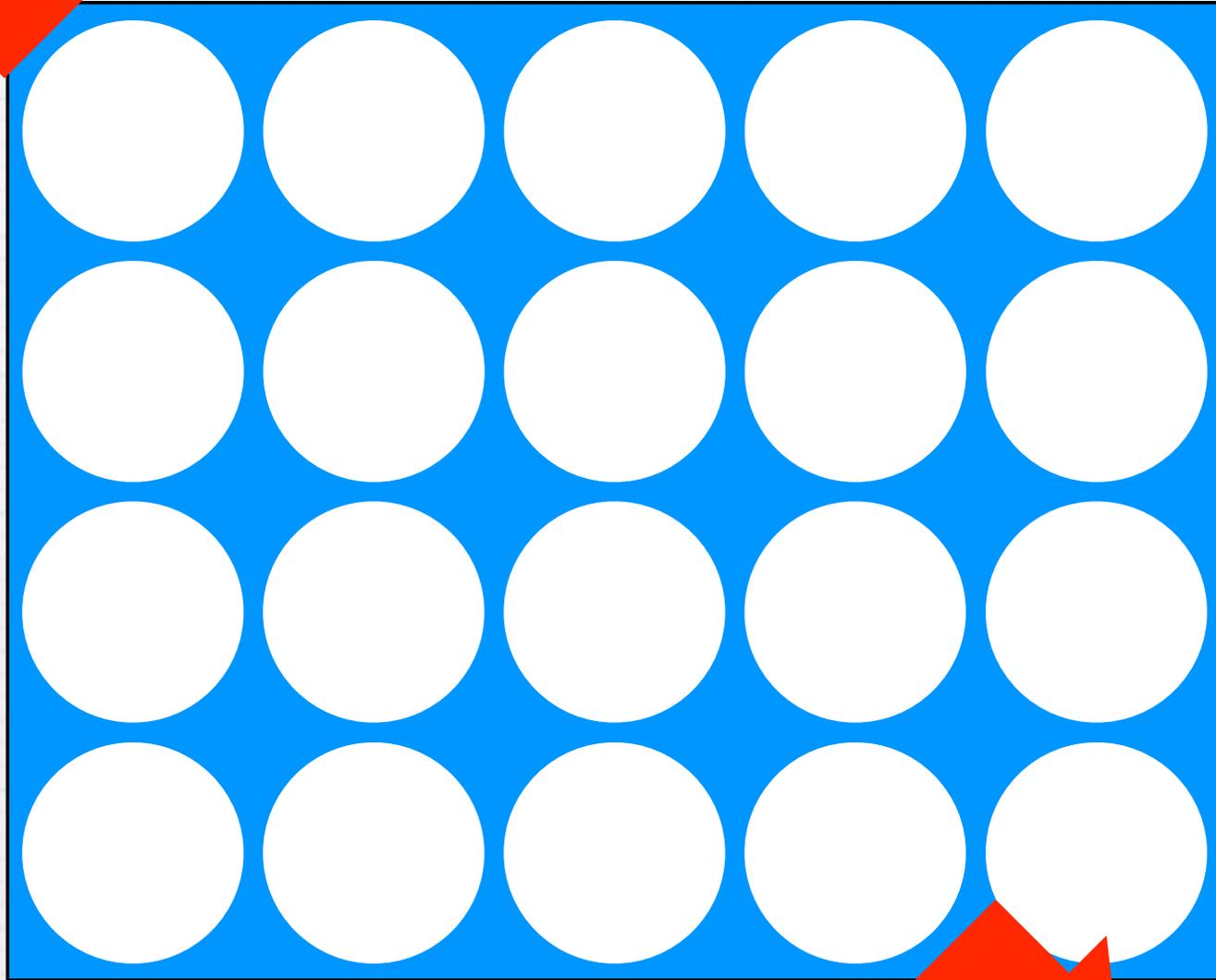
$$\lambda = \int_{\Lambda/2}^{\Lambda/2} \epsilon(x) dx$$

普通の板の**5.5倍**



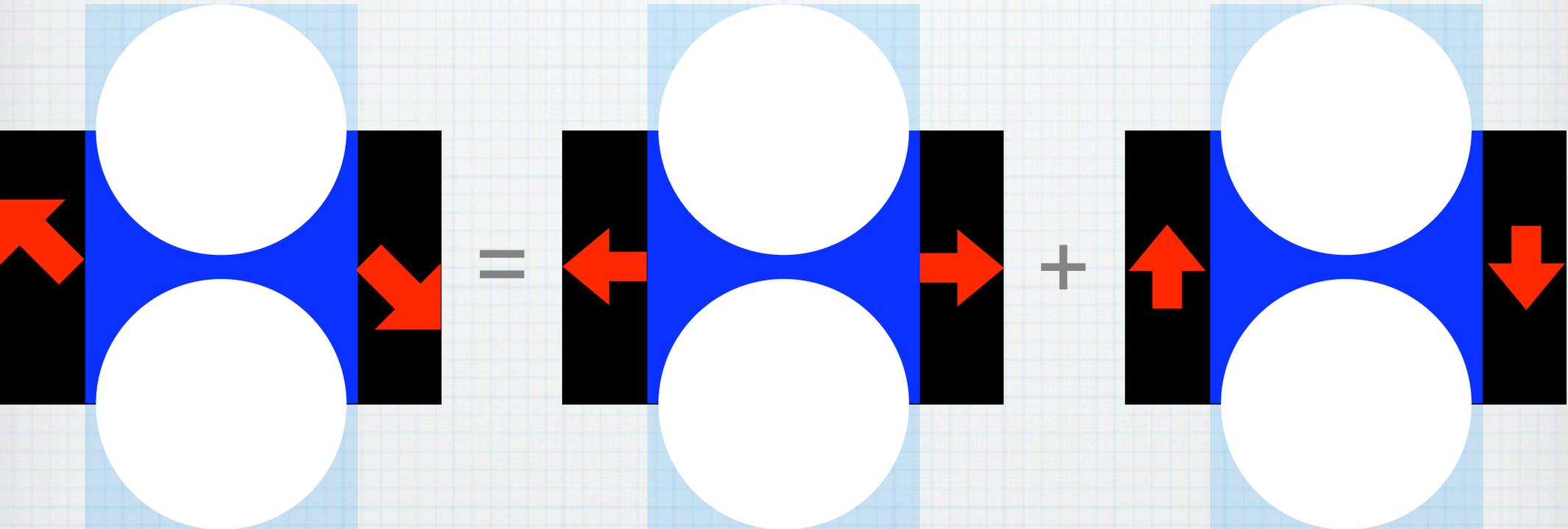
斜めに引っ張ると

P



P

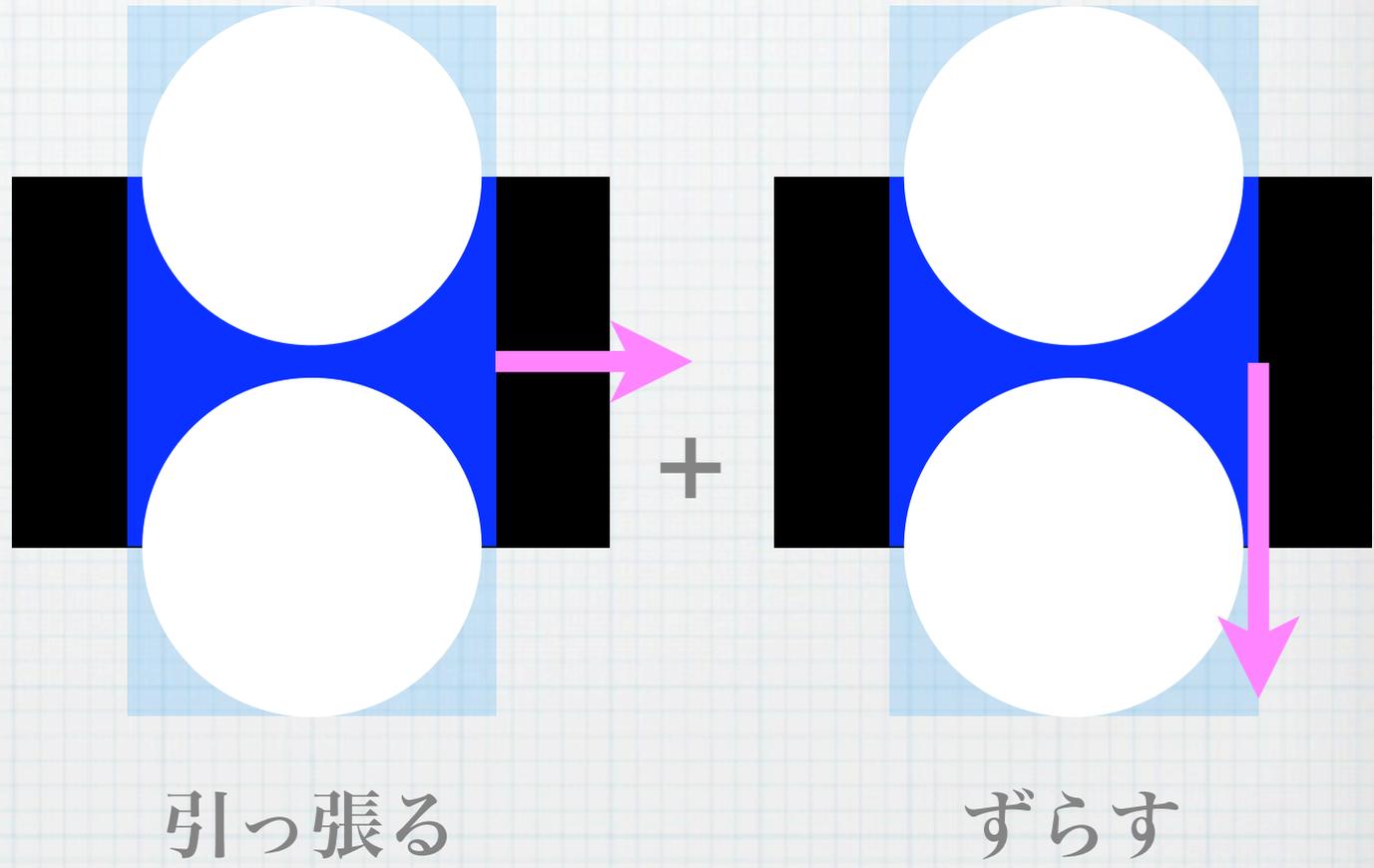
力の分解



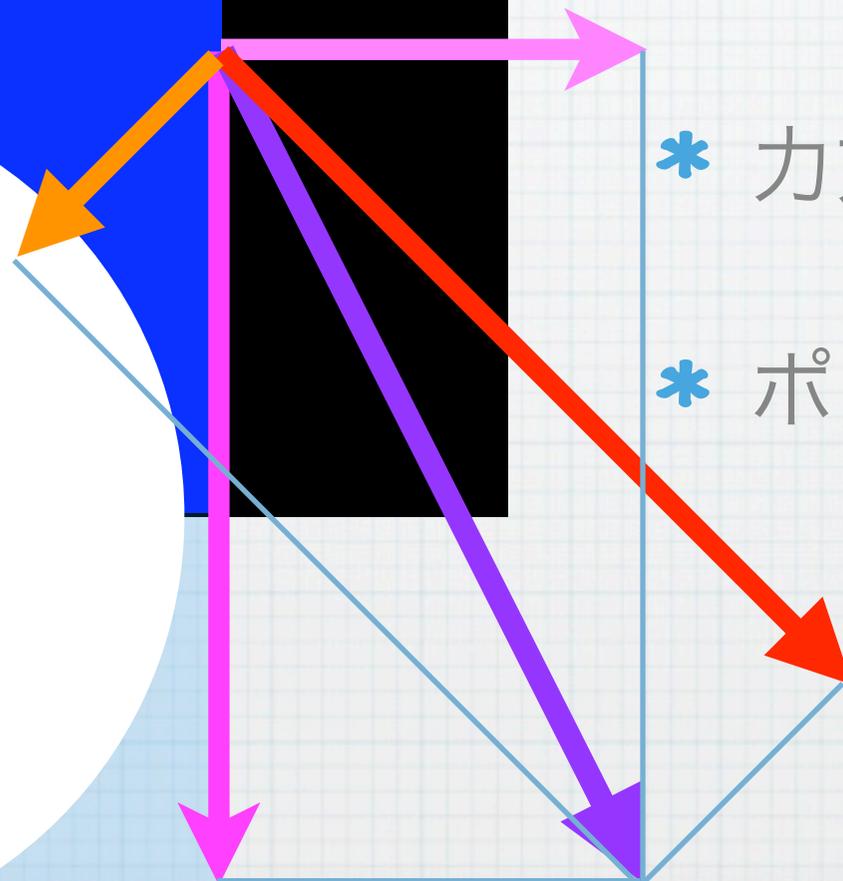
引っ張る

ずらす

縦横の延び



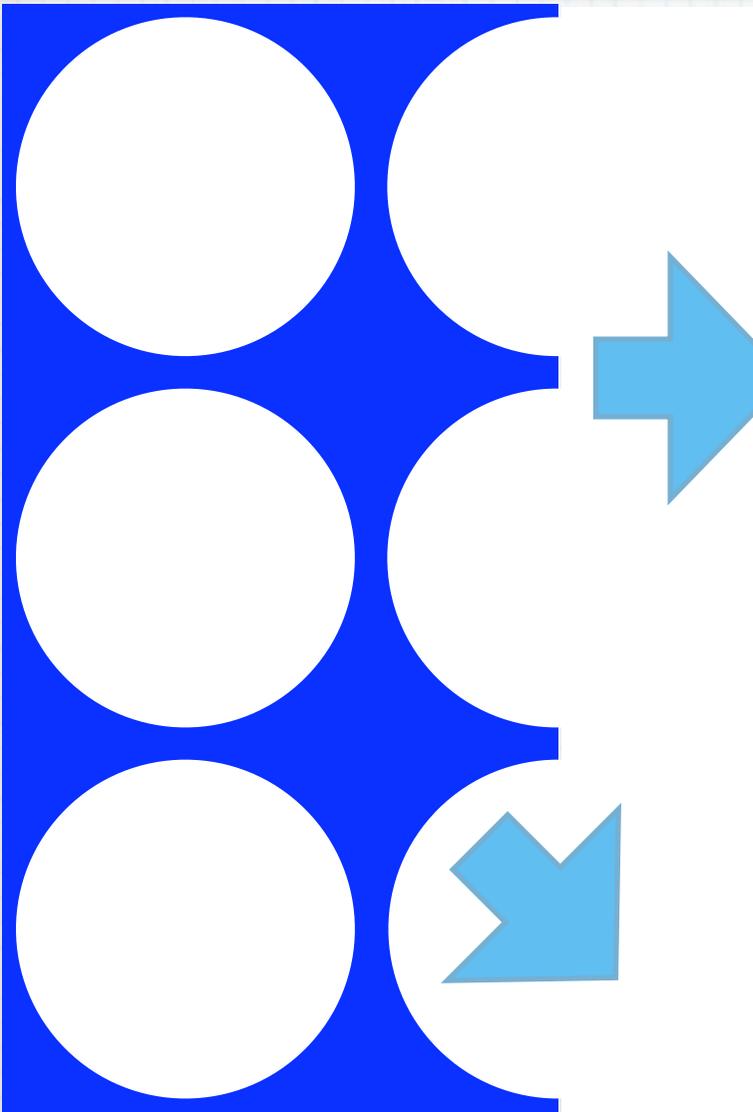
延びの 合成と分解



* カ方向の延び= **29倍**

* ポアッソン比= **0.83**

Summary so far



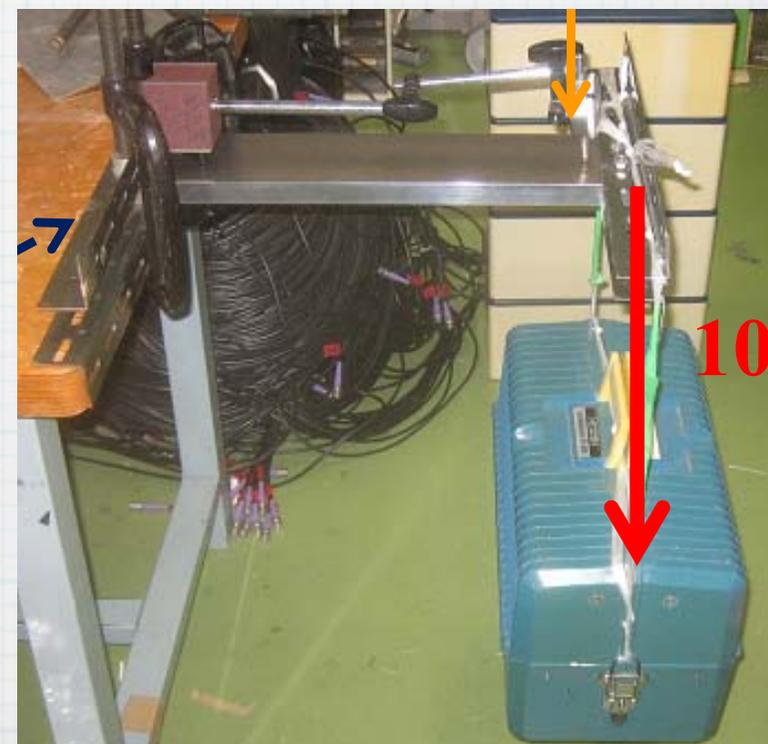
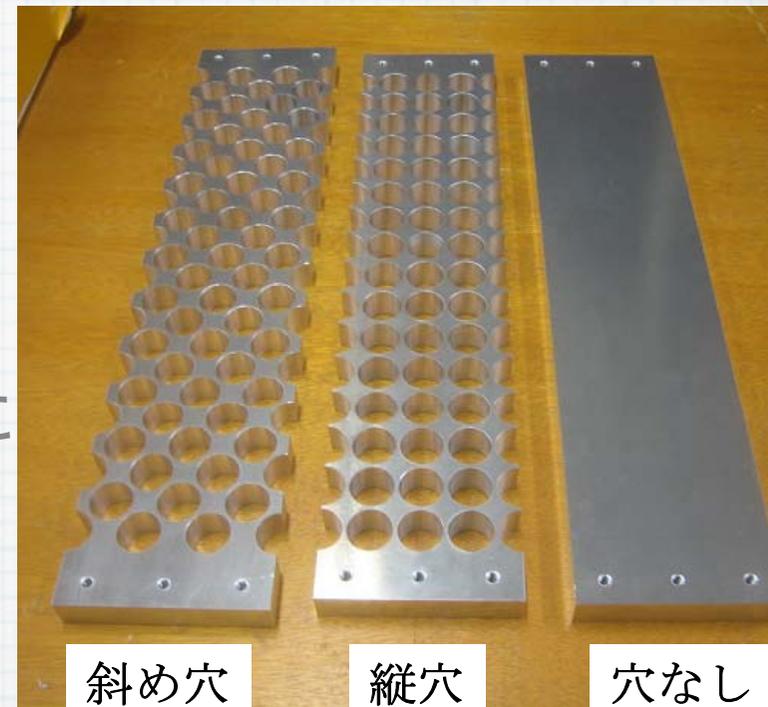
$$E_0 = \frac{E}{5.5}$$
$$\nu_0 = 0$$

$$E_{45} = \frac{E}{28.8}$$
$$\nu_{45} = 0.826$$

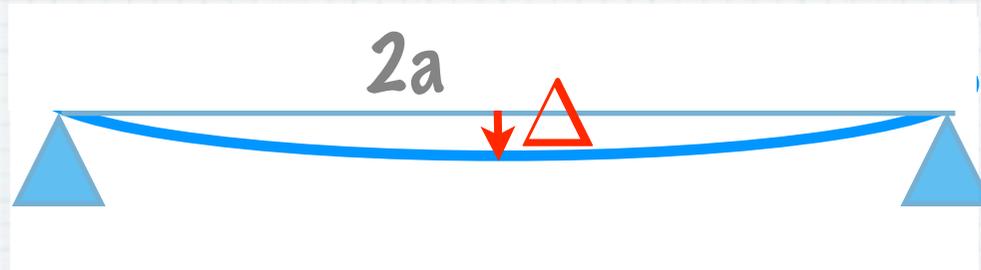
実験 by 外川

* 普通の板と比べた
たわみの倍数

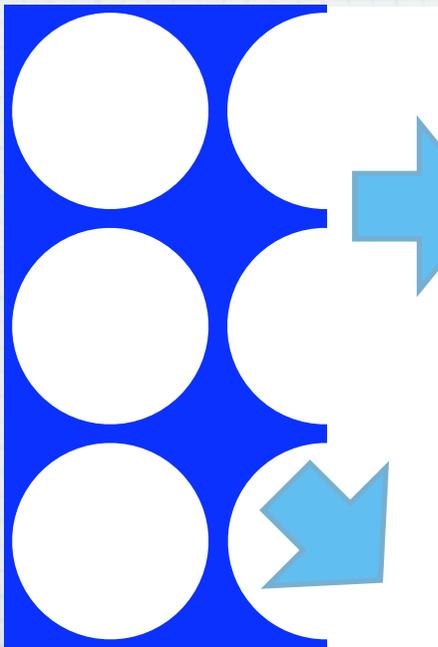
	計算	実験
縦	5.5	7-8
斜め	29	30



Uniform pressure on a plate with circular holes



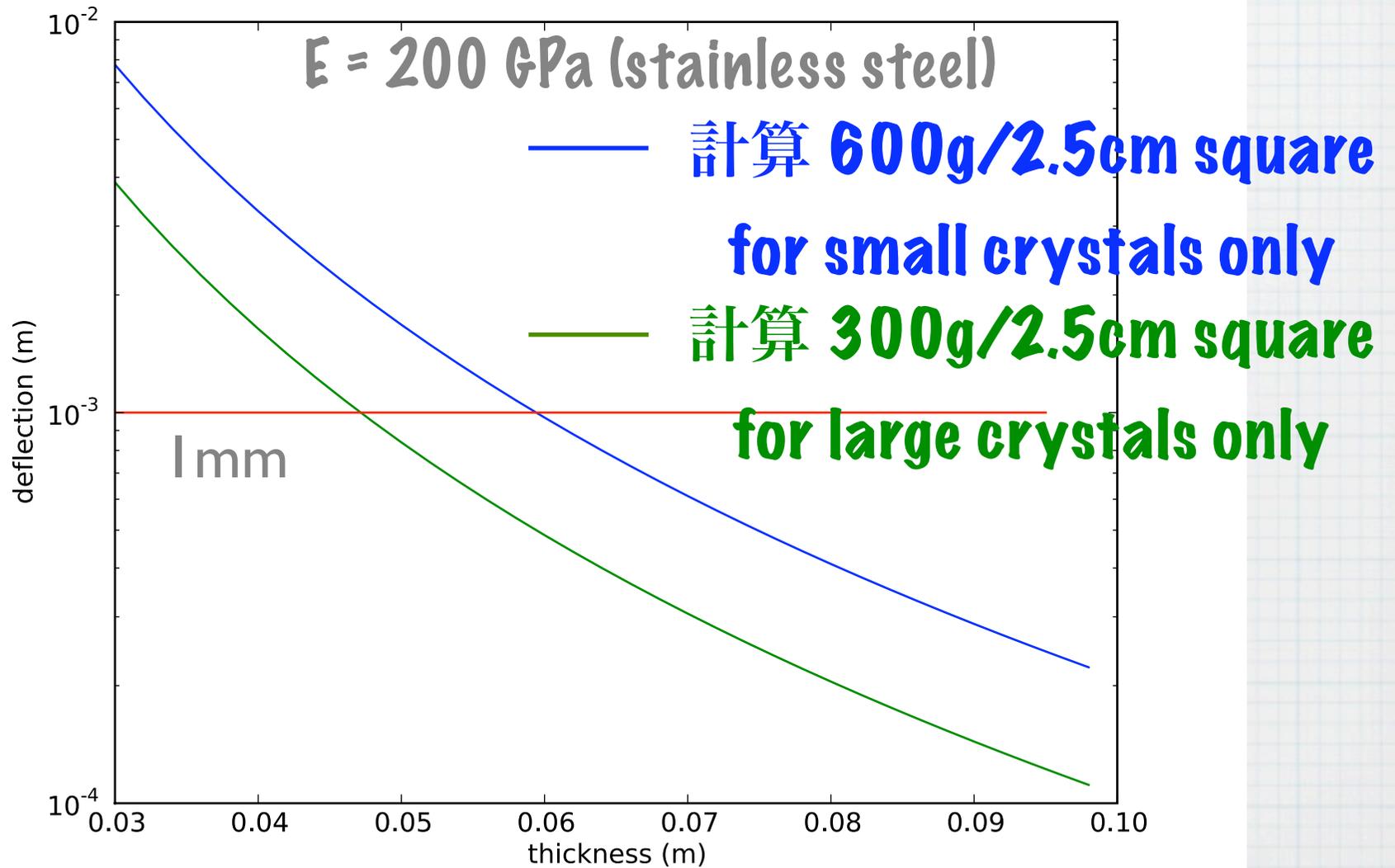
$$\Delta = \frac{3qa^4}{16Eh^3} (1 - \nu)(5 + \nu)$$



$$\frac{\Delta_0}{\Delta} = 7.41$$

$$\frac{\Delta_{45}}{\Delta} = 7.87$$

結果



有限要素法 by

コミヤマエレクトロニクス

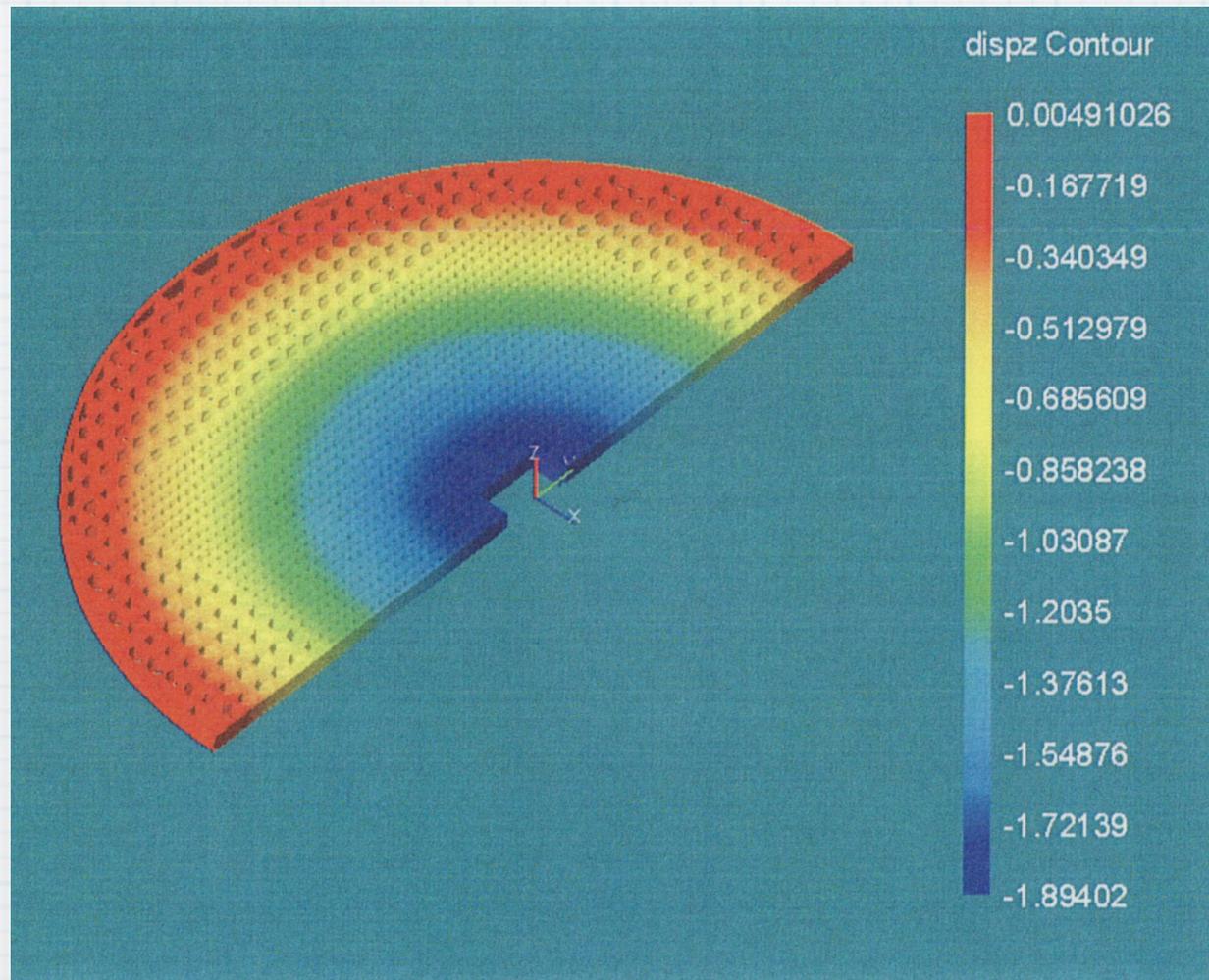
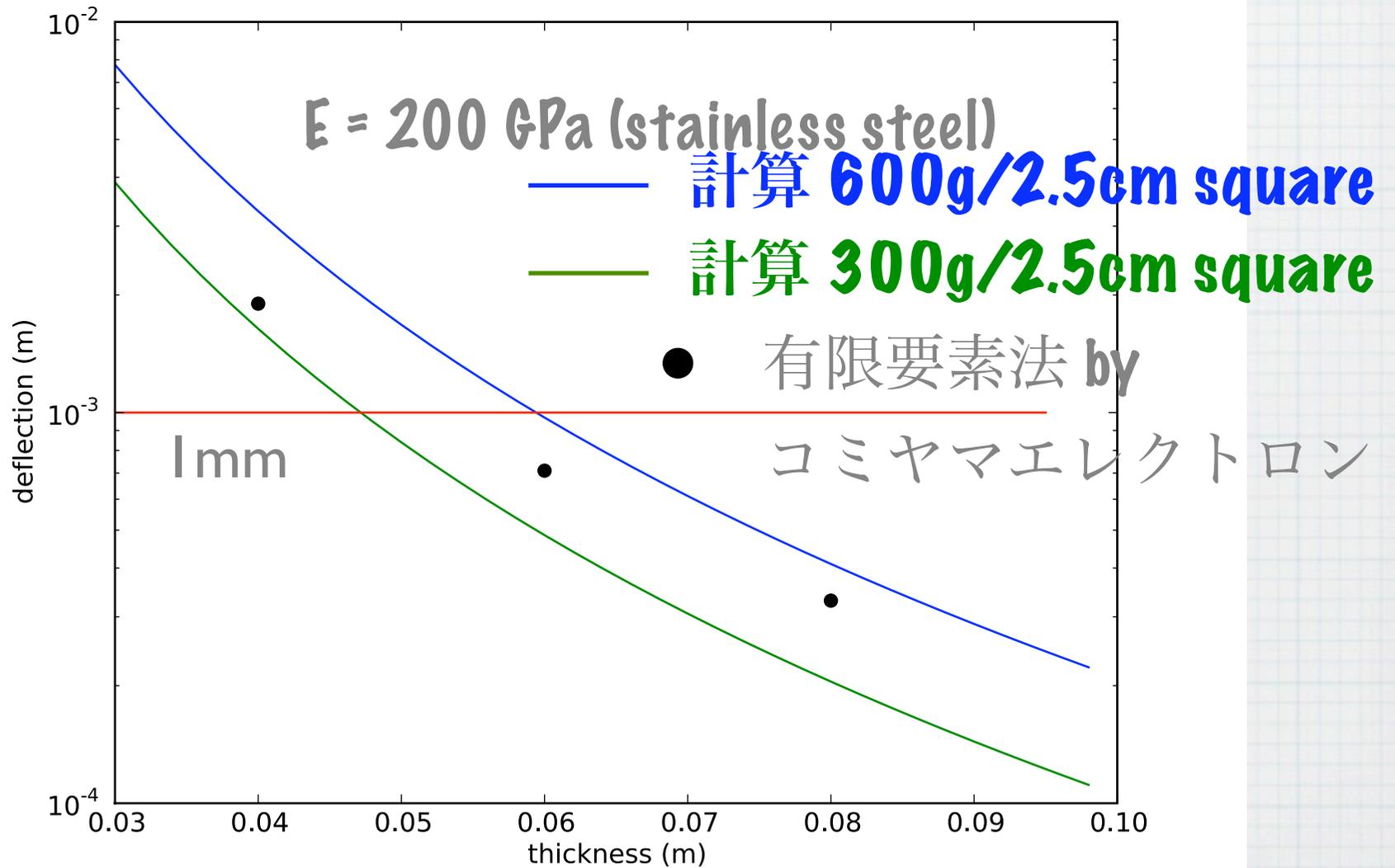


図9 Z方向変位 (mm)

結果



まとめ

- * 解析的な計算でも、結構いける。
- * パラメータ依存性や、何が起きているのかは、解析的な計算の方がわかる。
- * 物理屋なら、大体のback of envelope calculationもできなくてはね。
- * 勝った？

提供：日経BP社

- * 考え方や式の導出がていねい
- * 「再」でなくても入門可

