一軸拘束二軸伸張試験が優位な理由
ゴムのヤング率、硬度、エネルギー係数の関係

エネルギー表現の一般式として代表的なものは下記のようになります。

Neo−Hookeanモデル

$$W=C_{10}(I_1-3)$$

$I_1=\lambda_1^2+\lambda_2^2+\lambda_3^2$ ［対角線効果］
$I_2=\lambda_1^2\lambda_2^2+\lambda_2^2\lambda_3^2+\lambda_3^2\lambda_1^2$ ［面積効果］
$I_3=\lambda_1^2\lambda_2^2\lambda_3^2=1$ ［体積効果］

λは各主軸方向の伸張比（＝ひずみε＋1）です。

Mooney高次式

$$W=C_{10}(I_1-3)+C_{01}(I_2-3)+C_{11}(I_1-3)(I_2-3)+C_{20}(I_1-3)^2+C_{30}(I_1-3)^3$$

Ogden式

$$W=\sum_{i=1}^{n}\frac{\mu_i}{\alpha_i}(\lambda_1^{\alpha_i}+\lambda_2^{\alpha_i}+\lambda_3^{\alpha_i}-1)$$

一軸拘束二軸伸張試験が優位な理由

1）Neo-Hookeanモデル

$$W=C_{10}(I_1-3)$$

・・・ 最も単純な材料表現

$C_{10}=E/6$ の関係

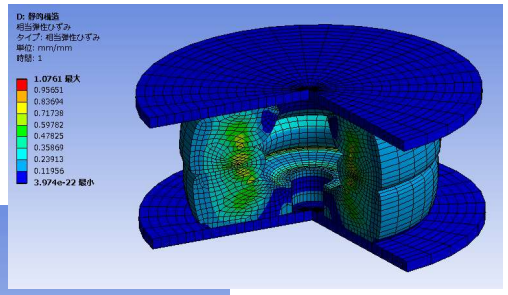
2）Mooney高次モデル

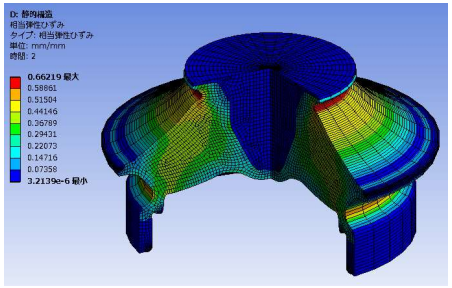
$$W=C_{10}(I_1-3)+C_{01}(I_2-3)+C_{11}(I_1-3)(I_2-3)+C_{20}(I_1-3)^2+C_{30}(I_1-3)^3$$

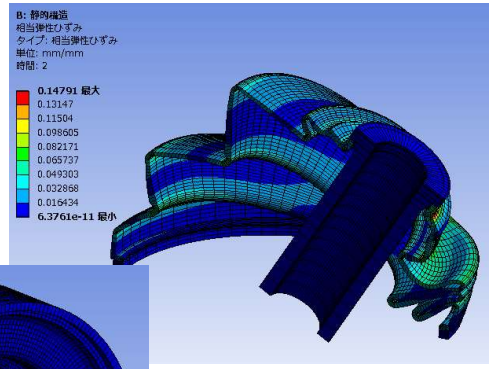
3）Ogdenデル

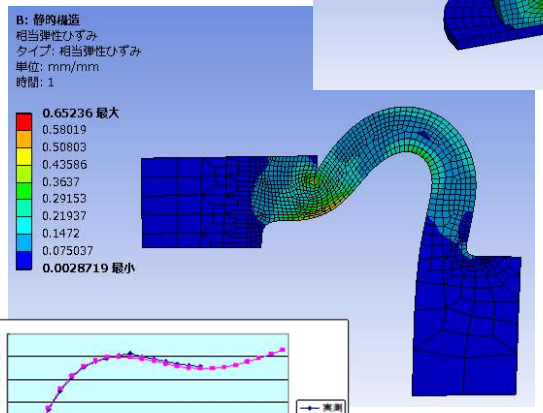
$$W=\sum_{i=1}^{n}\frac{\mu_i}{\alpha_i}(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3-1)$$

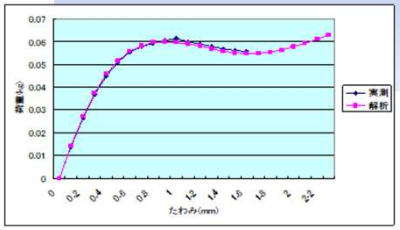
エネルギー関数を表す式は、様々なものがあります。 しかし、表現式よりも重要なのはどの領域のデータを使うかということです。 **上記含めて、万能の式ではありません。**
ｴﾈﾙｷﾞｰを正しくとると、いろいろな製品を正しく評価できる。

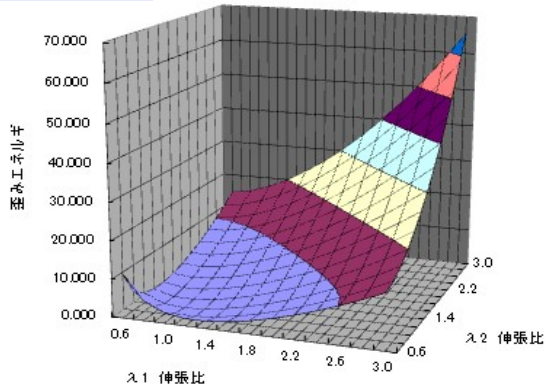




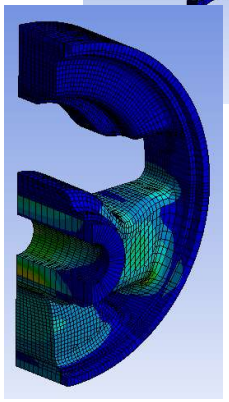


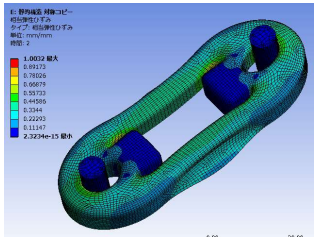






ｴﾈﾙｷﾞｰ密度分布vs2方向伸張比

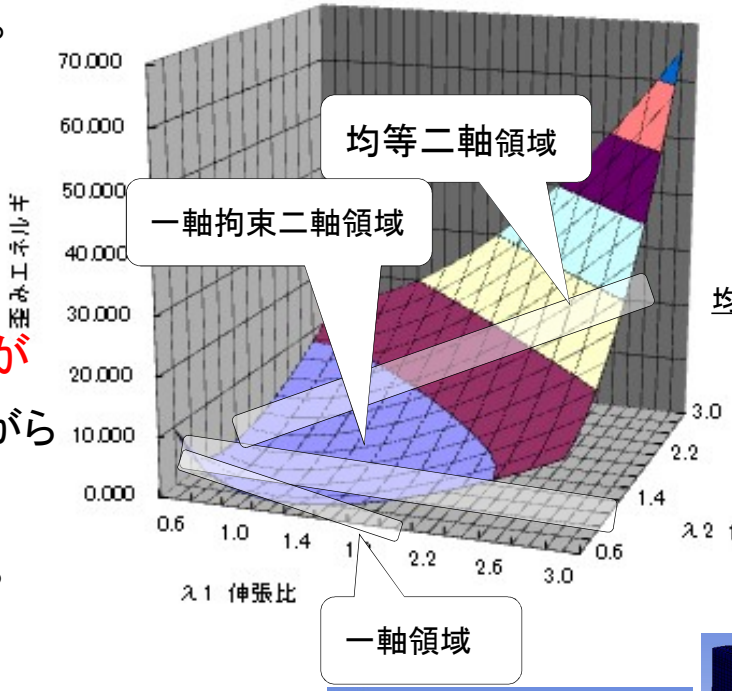


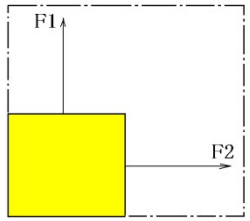


一軸拘束二軸伸張試験が優位な理由

製品に最も優位な領域は、**一軸拘束二軸伸張の領域データを採荷**すること考えます。

良く、エネルギー密度データを構築するには、“短軸、一軸伸張、一軸拘束、二軸、二軸伸張の多くの領域のデータを収集して使うと精度が上がります。“と言われます。残念ながら各表現式はこれらの多くのデータを精度よく表現できるとは思えません。

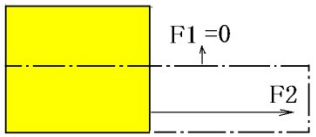




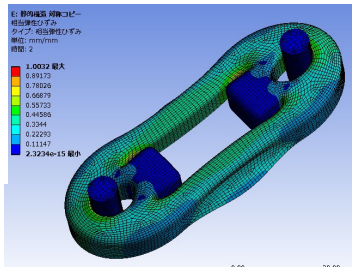
均等二軸伸張

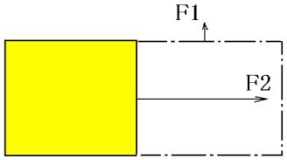
相当する製品は少ない

単軸から採荷したデータは同様の変形のものにしか合いません。

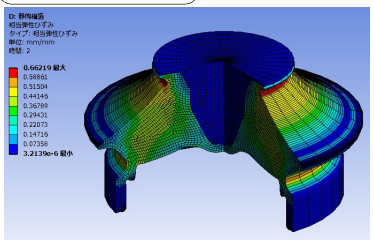


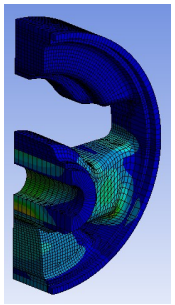
一軸伸張

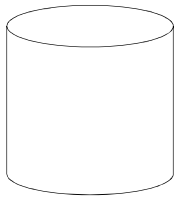




一軸拘束二軸伸張



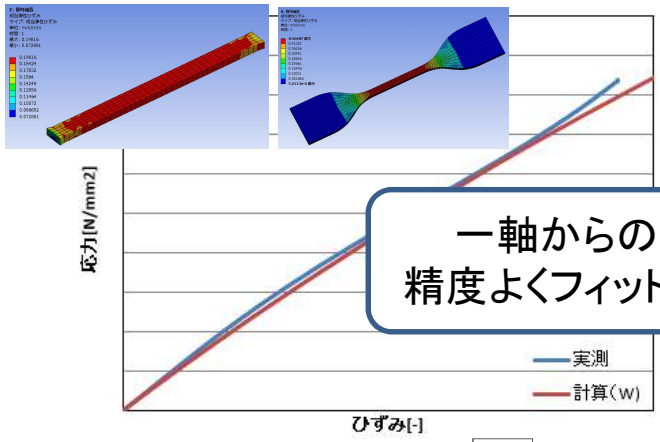




一軸拘束二軸伸張試験からのデータは、**金具接着タイプ、ディスクの圧縮と伸張まで良く合う**データになります。

その理由は

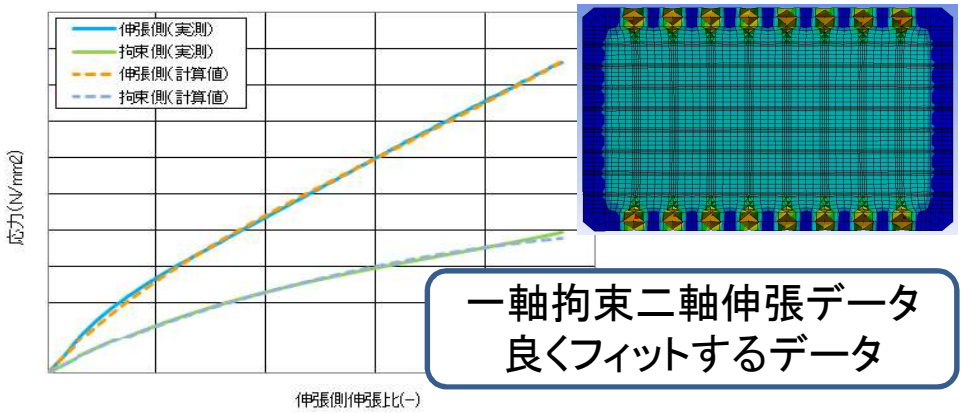
一軸データからのエネルギー表現



一軸からのデータで
精度よくフィットするデータ

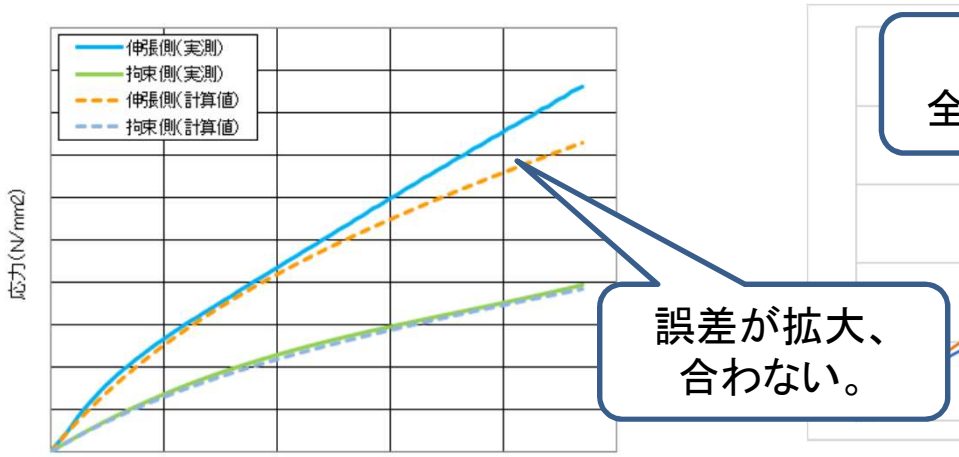
これで2軸データを
表現すると

一軸拘束二軸伸張からのエネルギー表現

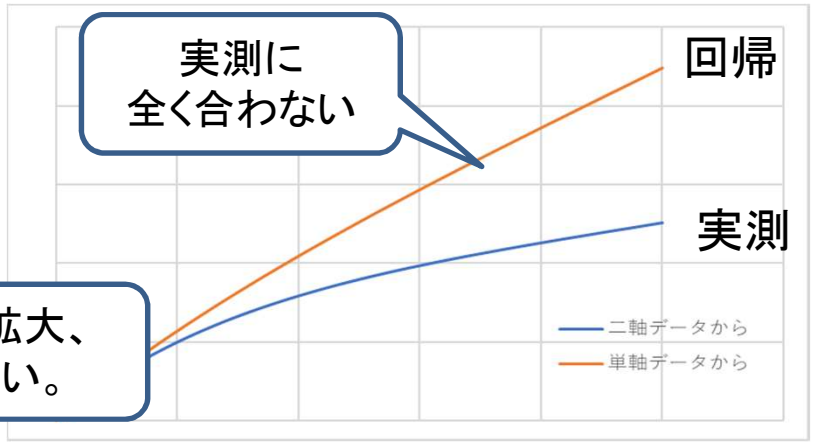


一軸拘束二軸伸張データ
良くフィットするデータ

これで短軸データを
表現すると

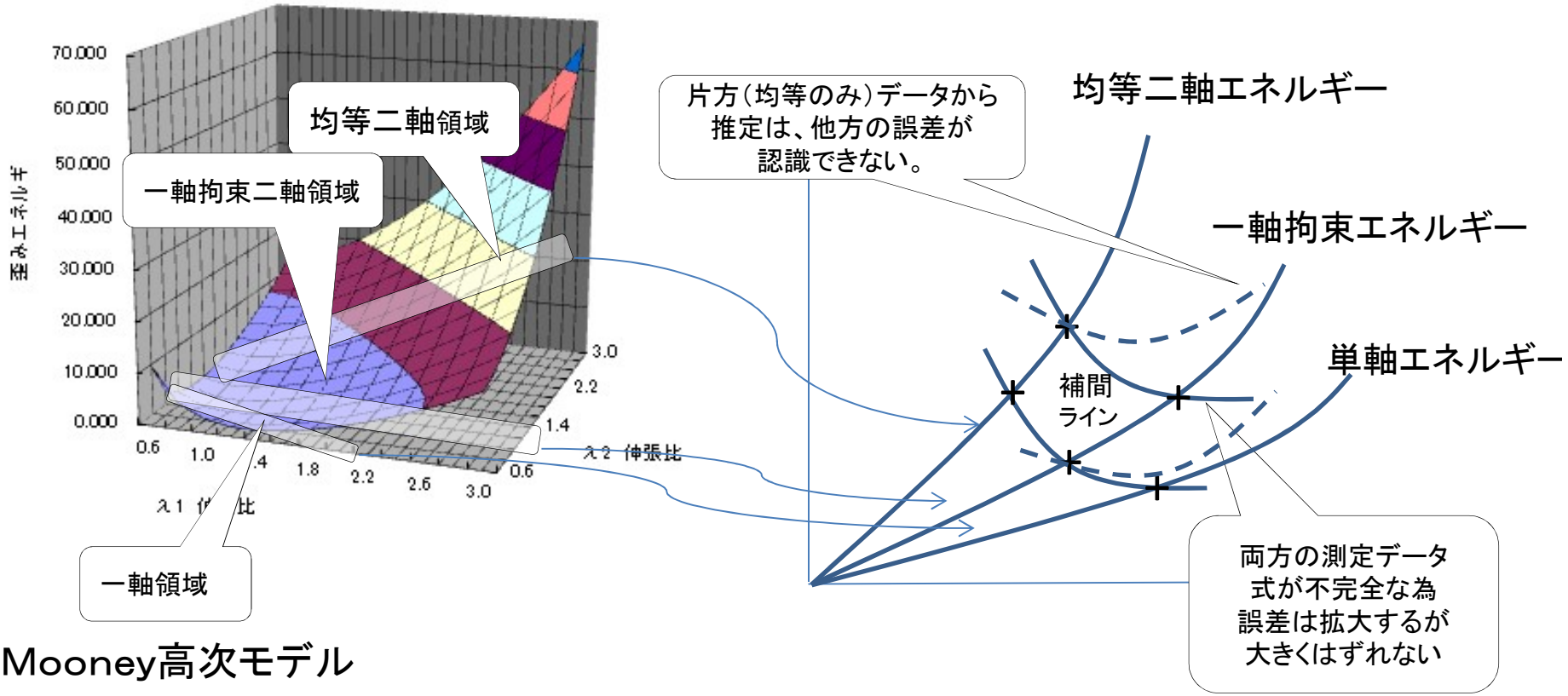


誤差が拡大、
合わない。



全ての領域を網羅出来る関数ではなく、ターゲットを絞ったデータ採取と解析が必要。

エネルギー関数導出の落とし穴



2）Mooney高次モデル

$$W=C_{10}(I_1-3)+C_{01}(I_2-3)+C_{11}(I_1-3)(I_2-3)+C_{20}(I_1-3)^2+C_{30}(I_1-3)^3$$

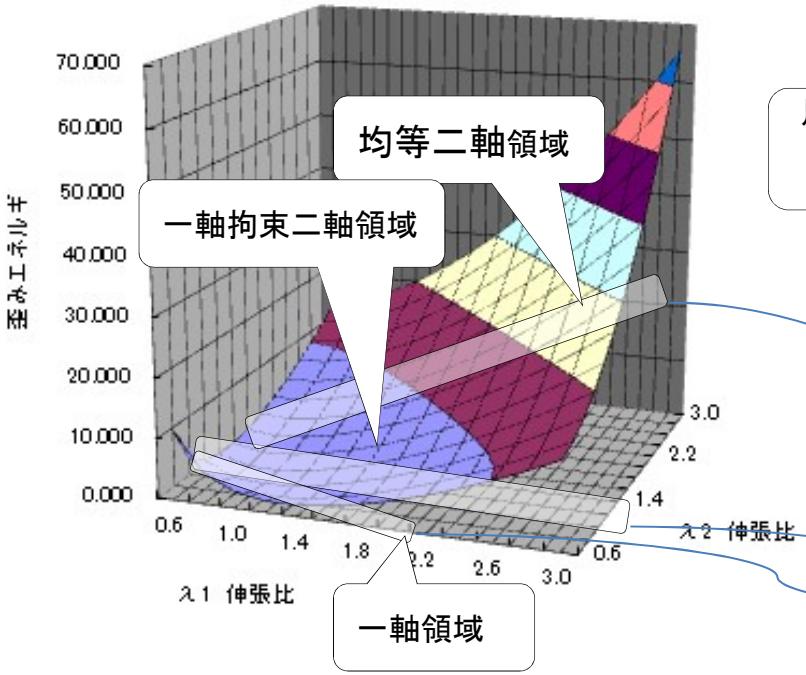
3）Ogdenデル

$$W=\sum_{i=1}^{n}\frac{\mu_i}{\alpha_i}(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3-1)$$

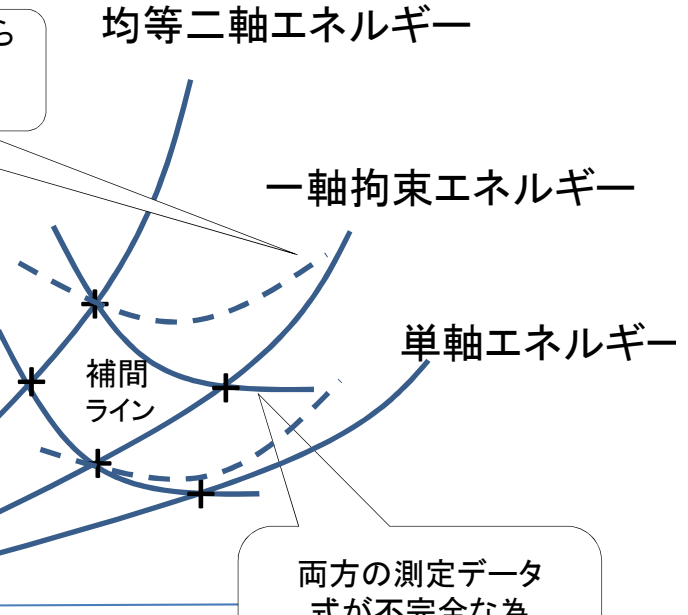
一つの領域から求めたエネルギーは、
他方の誤差核拡大の可能性あり。
双方の領域から得られたデータは、
式が不完全なため双方の誤差拡大。

⇒ **製品のターゲットに合せたエネルギーデータ収集**

エネルギー関数導出の落とし穴

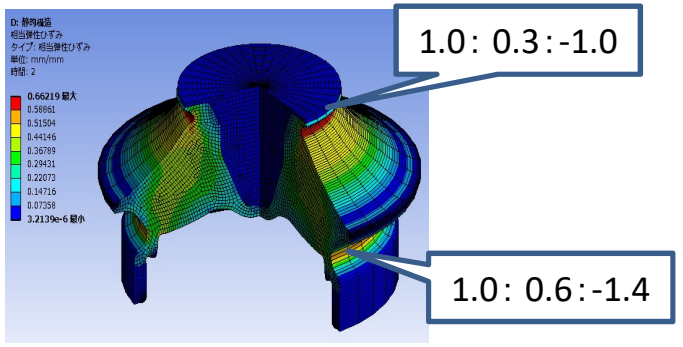


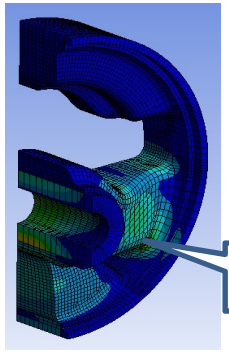
片方（均等のみ）データから推定は、他方の誤差が認識できない。

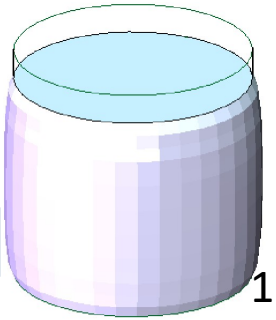


両方の測定データ式が不完全な為誤差は拡大するが大きくはずれない

その理由は、変形時の最大-中間-最小主ひずみ成分を見ると分かります。







1.0：0.3：-0.7

いずれも均等二軸と一軸拘束二軸伸張の中間、また、一軸拘束に近い。
単軸でのひずみは2方向が圧縮、これとは離れている。 これも一軸拘束二軸伸張DBの理由の一つ。