

単軸・二軸試験 必要事項について

費用：下記一式 29.4万円[税込み] 複数割あり/2材料目から

1. 二軸伸張試験
一軸拘束二軸伸張（純せん断）試験からひずみエネルギー関数算出
2. 単軸試験から真のヤング率 19.8万円
⇒ エネルギー補正用は無料です。
3. 使用時の注意点[資料]

寺子屋/CAE解援隊

URL <https://terakoya2018.com>

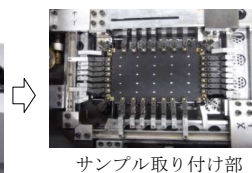
連絡先 hagi@terakoya2018.com
080-2230-8785

二軸伸張試験/富山工業試験場での測定

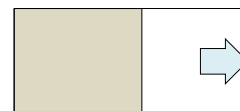
二軸試験機



$$\text{Mooney式: } W = C_{10}(I_1 - 3) + C_{01}(I_2 - 3) + C_{01}(I_1 - 3)(I_2 - 3) + C_{20}(I_1 - 3)^2 + C_{30}(I_1 - 3)^3$$



一軸拘束二軸試験



※この変形状態を推奨しています。

Ogden式: ご希望により対応します。

$$W = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_i}{\alpha_i} (\lambda_1^{\alpha_i} + \lambda_2^{\alpha_i} + \lambda_3^{\alpha_i} - 3)$$

二軸伸張試験からのひずみエネルギー密度関数定義します。
一軸拘束伸張試験が、解析予測精度向上の近道です、説明資料をご用意します。

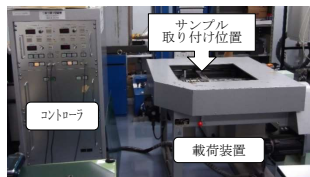
二軸伸張試験/簡易試験機(現状)



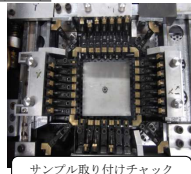
富山の試験機の4分の1費用で作成
販売及びレンタル

富山の試験機の一軸拘束二軸伸張の専用版です。(十分な機能です)
一軸拘束伸張試験が、解析予測精度向上の近道です、説明資料をご用意します。

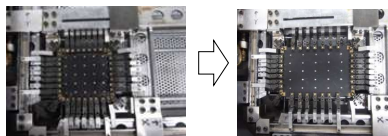
二軸伸張試験機Bistraon



試験機外観



サンプル取り付け部



伸張試験概要

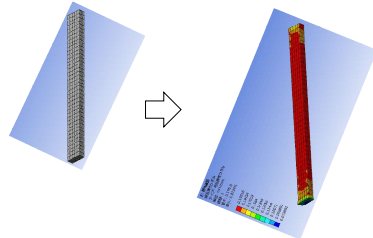
富山呼応業試験場

現地での二軸伸張試験から
回帰分析を体験しませんか。
(随時開催予定)



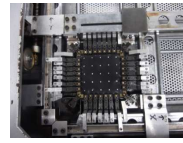
富山県 産業技術開発センター
生活工学研究所 二軸伸張試験機
<http://www.itc.pref.toyama.jp/summary/section020.html>

①短冊による単軸伸張試験

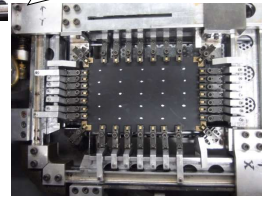


注) ダンベルによる試験は実施しません。
ダンベル打ち抜き型の用意がないことと、
試験自体の音大店を把握しているため。

②一軸拘束二軸伸張試験

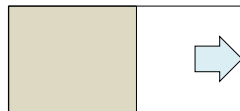


注) 製品予測のため、
この変形を推奨して
います。

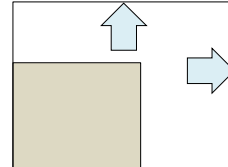


二軸試験概要

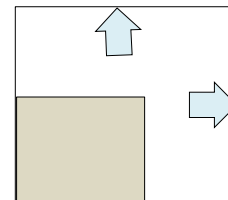
一軸拘束二軸試験



二軸試験

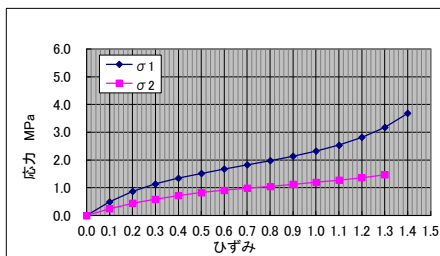


均等二軸試験



荷重、変位からの回帰手順

荷重vs変位 ⇒ 応力vs ひずみ換算



※有効断面がポイント

$$\sigma_1 = \frac{2}{\lambda_1} \left(\lambda_1^2 - \frac{1}{\lambda_1^2 \lambda_2^2} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial I_1} + \lambda_2^2 \frac{\partial W}{\partial I_2} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{2}{\lambda_2} \left(\lambda_2^2 - \frac{1}{\lambda_1^2 \lambda_2^2} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial I_1} + \lambda_1^2 \frac{\partial W}{\partial I_2} \right)$$

$$\sigma_3 = 0$$

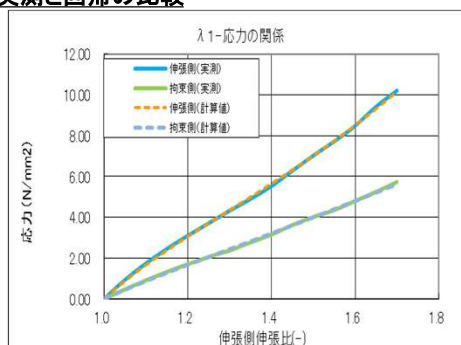


$$\frac{\partial W(I_1, I_2)}{\partial I_1} = \frac{1}{2(\lambda_1^2 - \lambda_2^2)} \left[\frac{\lambda_1^3 \sigma_1}{\lambda_1^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} - \frac{\lambda_2^3 \sigma_2}{\lambda_2^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} \right]$$

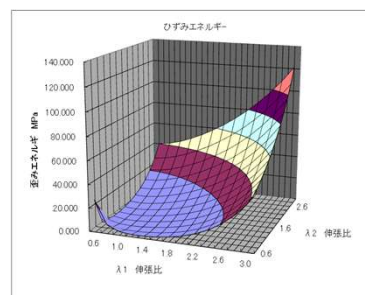
$$\frac{\partial W(I_1, I_2)}{\partial I_2} = \frac{1}{2(\lambda_2^2 - \lambda_1^2)} \left[\frac{\lambda_1 \sigma_1}{\lambda_1^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} - \frac{\lambda_2 \sigma_2}{\lambda_2^2 - (\lambda_1 \lambda_2)^{-2}} \right]$$

回帰結果概要

実測と回帰の比較



単位: N/mm ²				
C10	C01	C11	C20	C30
2.5499E+00	9.3342E-01	-1.8289E-01	7.3983E-01	3.4255E-02



必ず、
回帰結果と実測との比較、エネルギー勾配を確認してご報告。

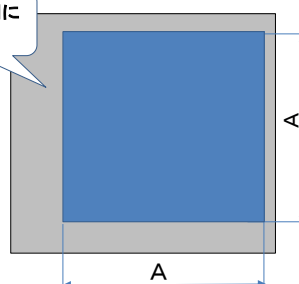
二軸伸張試験

寸法	A	厚み
富山試験場	120mm	0.8~2.2mm
簡易試験機	75mm	↑

厚みは1.0mm前後が良好です。

必要枚数 上記寸法以上で**4枚ご用意**ください。
但し、単軸用試験片(下記)が採取できる場合、
(A+10mm以上のとき) 3枚で十分です。

単軸測定用に
利用



単軸伸張試験

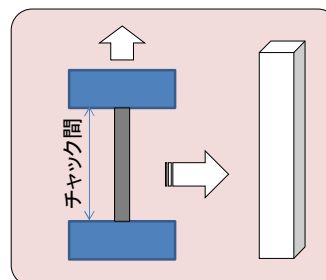
二軸測定でのへたり補正は難しいため、
単軸での剛性確認とさせていただきます。

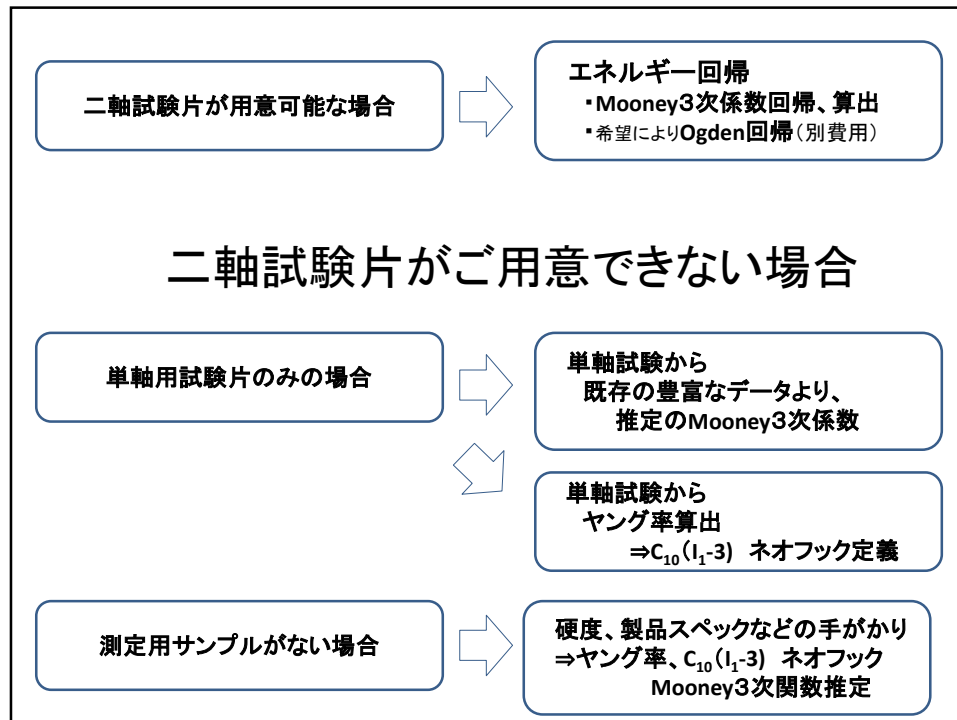
チャック間距離は50mmを標準とします。

寸法	標準	備考
幅	10mm	5~20mm可
長さ	90mm以上	最低50mm

それ以下でもお相談下さい。

厚み 1~2mm程度(0.8~2.3mm可)





解析材料提供から解析見直しまで

1) 二軸試験からひずみエネルギー密度関数 導出

2) 単軸試験からデータベース検索、ひずみエネルギー密度関数 推定

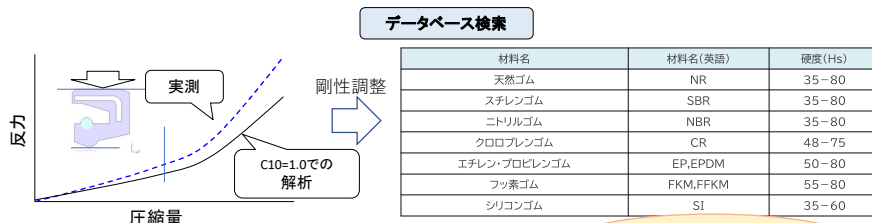
$$\text{Mooney式: } W = C_{10}(I_1-3) + C_{01}(I_2-3) + C_{01}(I_1-3)(I_2-3) + C_{20}(I_1-3)^2 + C_{30}(I_1-3)^3$$

せん断弾性率	C10	C01	C11	C20	C30
9.500	4.27702E+00	6.56858E-01	-1.39251E-01	-2.14736E-02	1.15420E+00

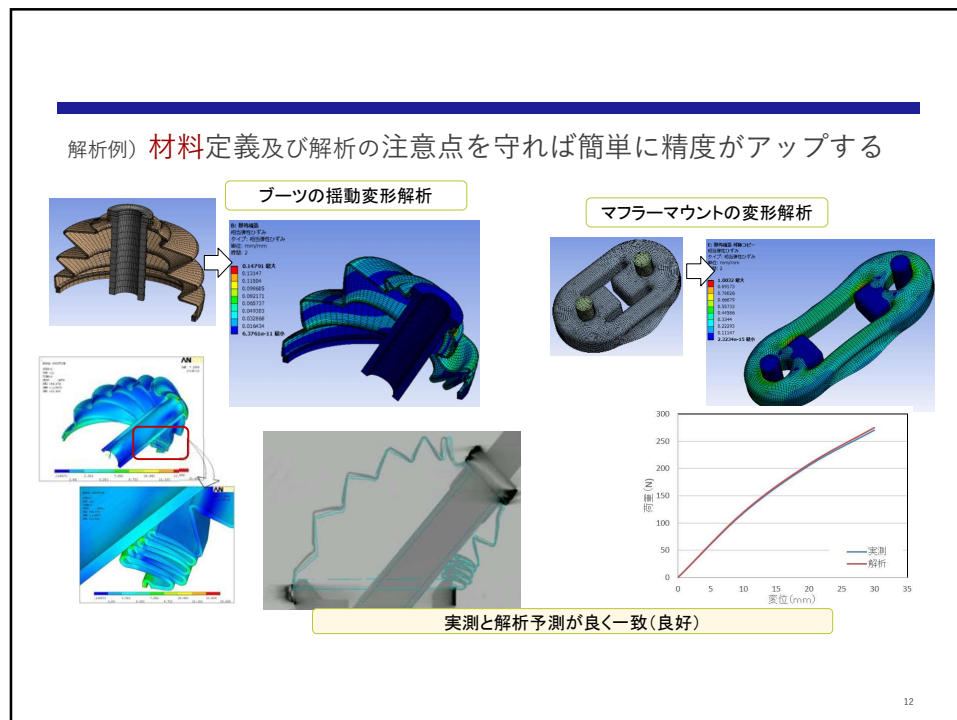
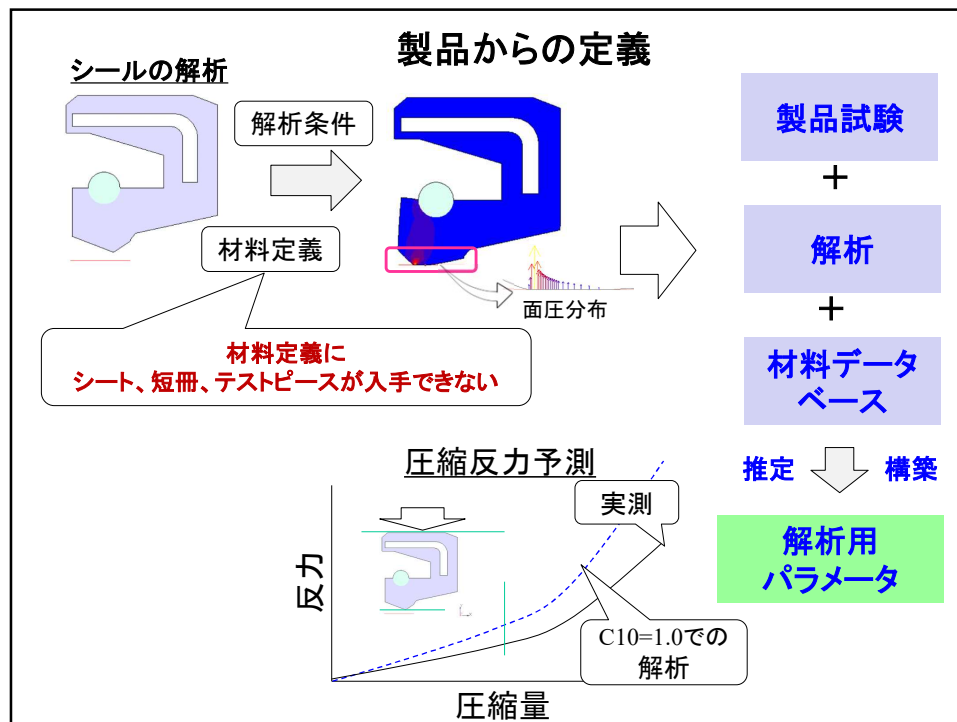
N/mm²

豊富なデータベースから適切なデータを推定。Ogdenも提供可。

3) 材料試験ができない場合、製品の測定と解析から特定

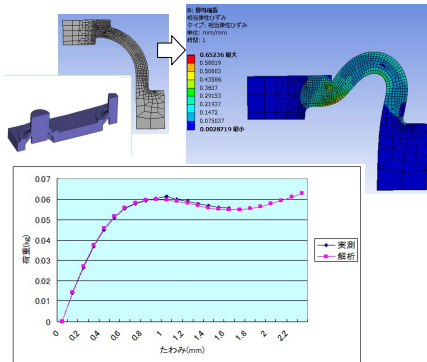
試験なしで硬度から・・・
ただし注意が必要

経験を生かしたいろいろな方法で定義可能です。

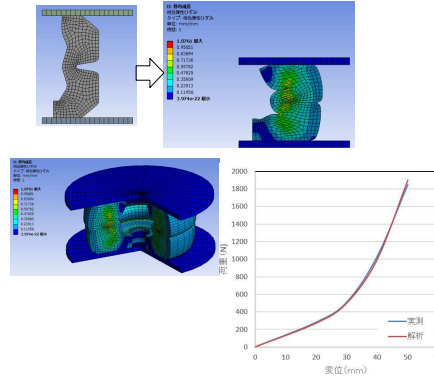


解析例) **材料**定義及び解析の注意点を守れば簡単に精度がアップする

ラバーコンタクト変形解析



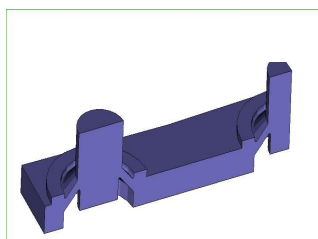
ラバースプリングの変形解析



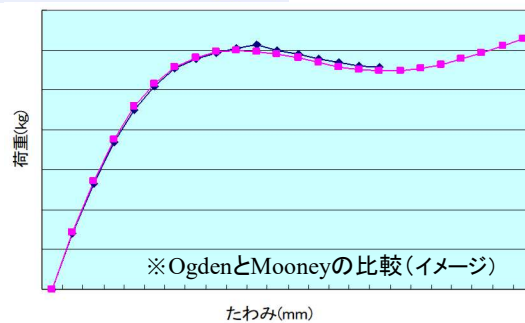
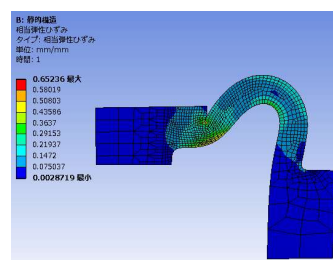
実測と解析予測が良く一致（良好）

13

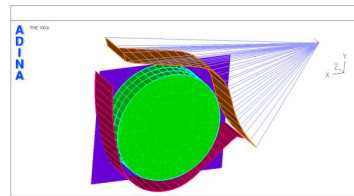
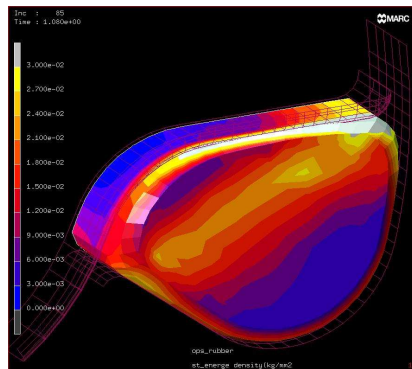
ゴムのクリック特性の解析 (PC用ラバーコンタクト)



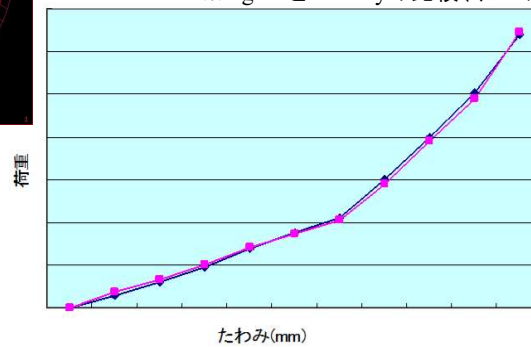
ラバーコンタクト製品概要



建機用カップリングの変形解析



※OgdenとMooneyの比較(イメージ)



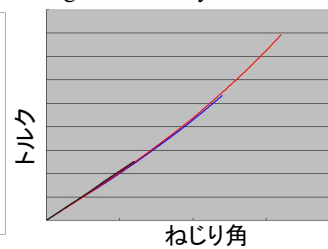
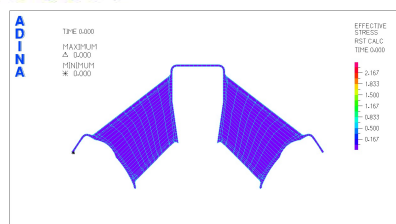
CFカップリング



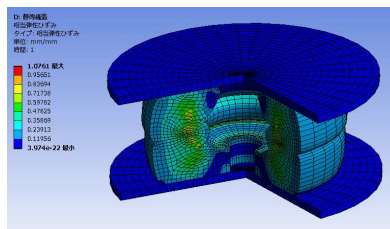
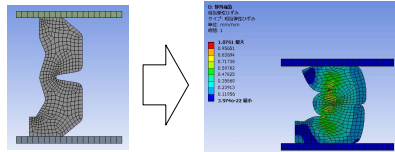
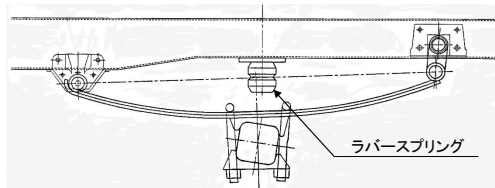
センタフレックス



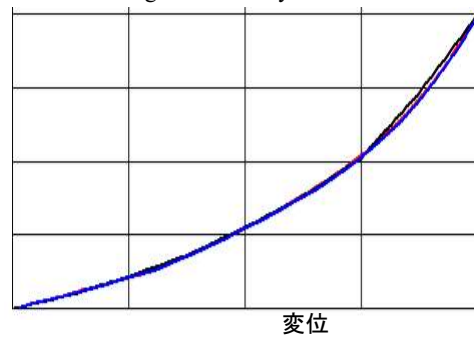
※OgdenとMooneyの比較(イメージ)



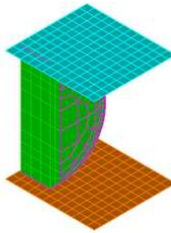
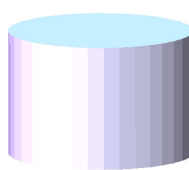
ラバースプリング



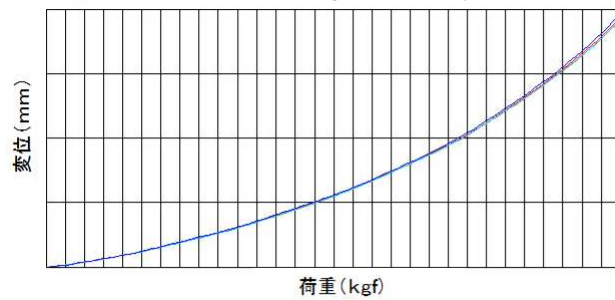
※OgdenとMooneyの比較(イメージ)



Diskゴムの半径方向圧縮

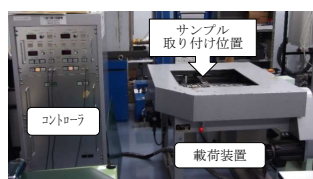


※OgdenとMooneyの比較(イメージ)

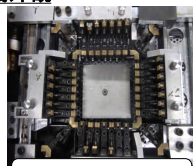


Mooney-Ogden係数共に、元のデータで解析精度が決まります。

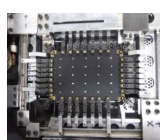
二軸伸張試験機Bistraon



試験機外観



サンプル取り付け部



伸張試験概要

富山呼応業試験場

現地での二軸伸張試験から
回帰分析を体験しませんか。
(随時開催予定)



富山県 産業技術開発センター
生活工学研究所 二軸伸張試験機
<http://www.itc.pref.toyama.jp/summary/section020.html>

書籍のご紹介

初心者のための ゴムの有限要素法解析

Finite element analysis of rubber
for beginners

一事例から学ぶFEM解析の基礎

萩本光広 著

ゴムタイムス社

アマゾンで ￥5,280-(税込)
送料無料

[初心者のためのゴムの有限要素法解析\(技術シリーズ\) | 萩本光広, ゴムタイムス社 | 本 | 通販 | Amazon](#)

第2弾 ゴムタイムス社様より22年7月販売

【社告】『初心者のためのゴムの有限要素法解析』7月発売 (gomutimes.co.jp)

ゴム設計開発のお手伝い

構造解析から流体解析までソフトを問わず、**解析のお困りごと**をお手伝いします。

解析の基本座学・ご相談
web招待いただければ**1時間程度**の説明可

※無償対応/日程調整

解析に使用する材料データの定義方法

結果の見方

モデル化の方法

解析予測精度の向上

解析の効率化方法

● ノウハウをまとめた書籍を出版しています

※MARC、ABQUS、ADINA、ANSYSなど
どんなソフトでも解析立ち上げ、サポート致します。

工業試験場 兵庫・秋田での
MARC解析 修得しませんか-

公共の試験場なので安価に使用できます。

第1弾 超弾性に加えて、熱、粘弾性、耐久まで

第2弾 '22年7月発売


アマゾン・ゴムタイムス社様



- メールでの対応はどんなことでも**無償対応**です
- web会議招待いただければお困りごとに対応します

寺子屋/CAE解援隊

連絡先: temokoya@caesupport.com



21