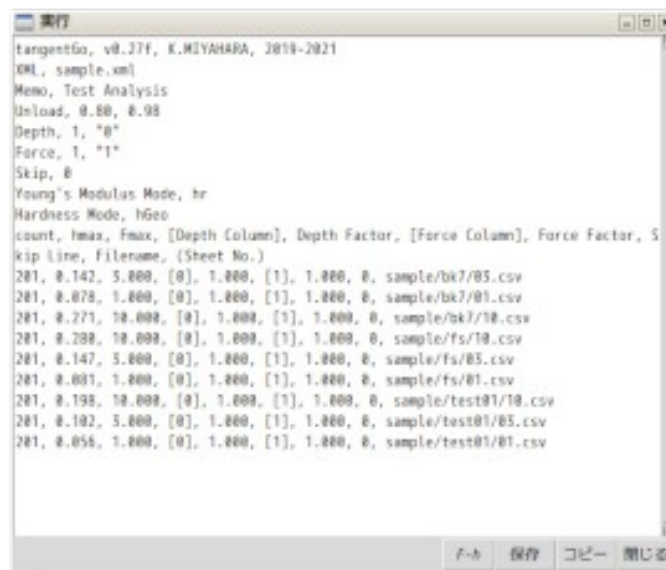
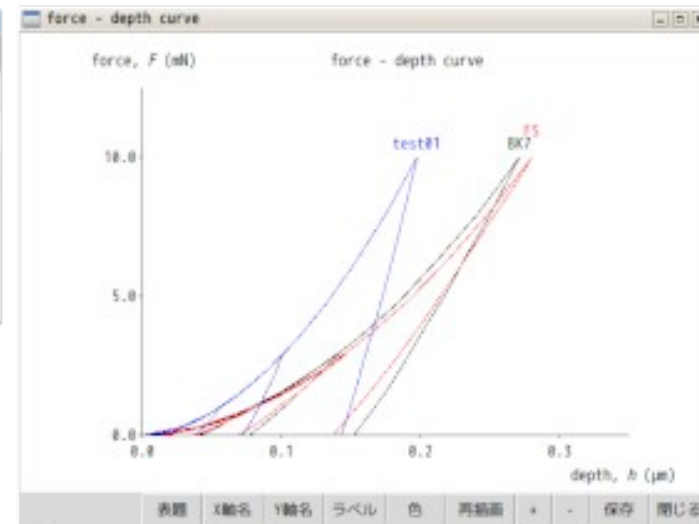
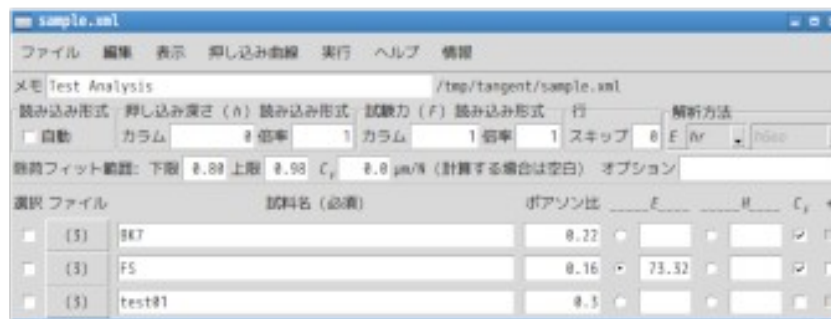


tangentGo関連の話題について

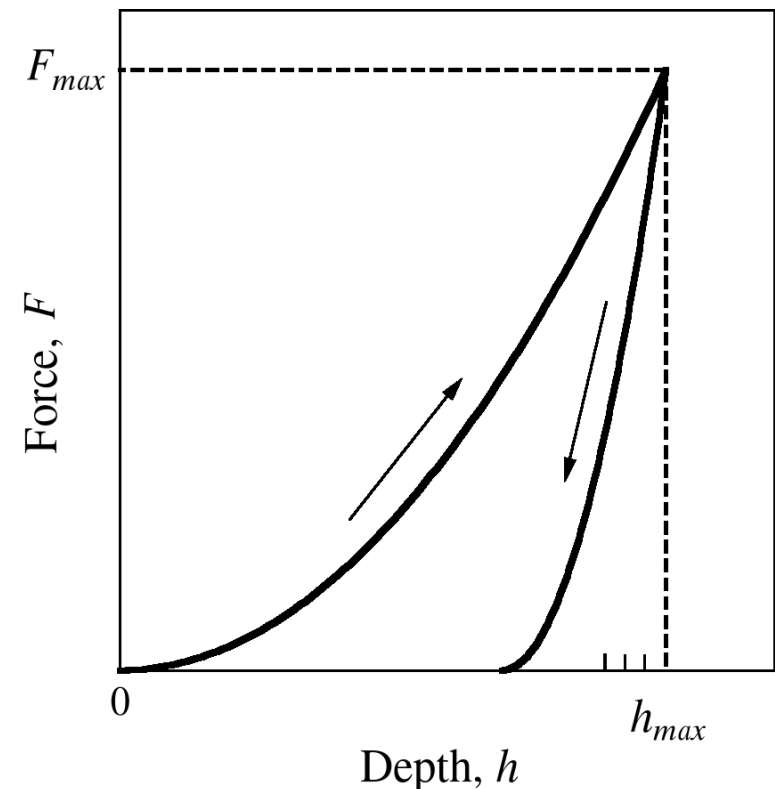
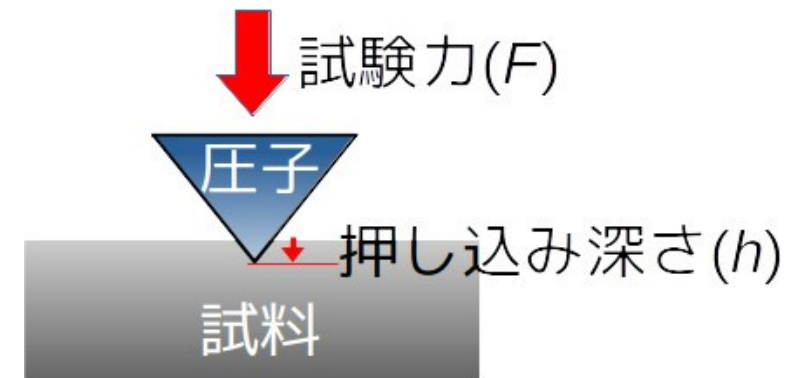


宮原 健介 (物質・材料研究機構)

背景(1/4) – 計装化押し込み試験とは

- ・ 圧子を試料に押し込み、その際の力と押し込み深さの関係(押し込み曲線)を解析することで、ヤング率や硬さを求める(ISO14577)。
- ・ 押し込み曲線は、圧子の実際の形状や試験機の剛性に影響されるため、値の算出には補正が必要。

押し込み曲線 + 補正



背景(2/4) – 計装化押し込み試験の課題

一部ユーザーから測定値の信頼性に対する懸念が示される。

→ 現状を定量的に把握し，共有化するために巡回測定を実施(14試験機, 2014-2016)。

その結果，特にヤング率や低試験力でばらつきが大きかった。

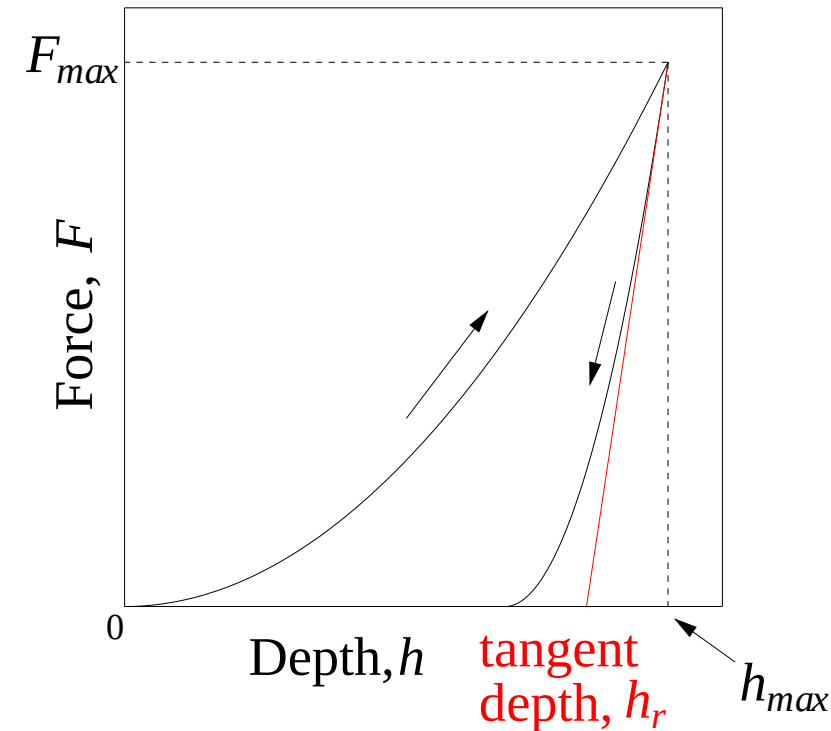
(表) 各測定値のCV:変動係数(%) = (標準偏差) / (平均値) × 100 (%)を
タングステン単結晶, UMV900, BK7, Fused silicaについて平均

		試験力		
CV		10mN	1mN	0.1mN
硬さ {	HM	5.7	7.1	22.7
	H_{IT}	14.6	10.2	30.9
	E_{IT}	28.1	27.6	23.3

ヤング率は特にばらつき(%)大

背景(3/4) tangent depth法

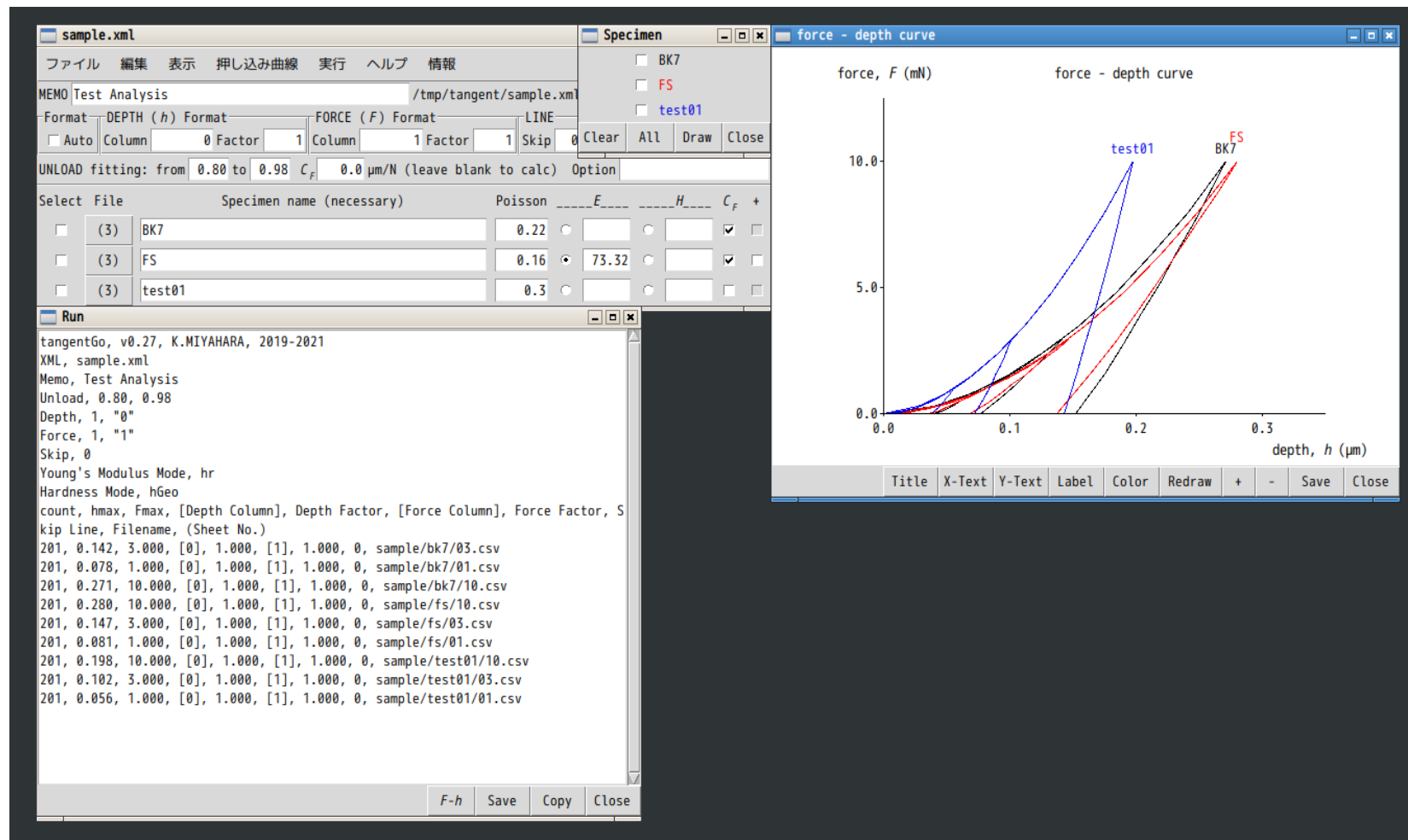
- 計装化押し込み試験の解析方法で、石橋らにより提案された。
- tangent depth**に基づいてヤング率や硬さを求める(ISO14577では contact depthを用いる)。
- 多数の試料で適切なヤング率や硬さが求まることが検証されている。
- 現在のところ、tangent depth法に対応する市販の試験機はない。



押し込み曲線とtangent depth

背景(4/4) tangentGo (<https://3zip.net/t/>)

- ・ 宮原が作成，公開しているtangent depth法の実装プログラム
- ・ 市販の試験機の押し込み曲線をtangent depth法で解析できる
- ・ 新しい硬さ試験研究部会でも最新の状況について報告予定

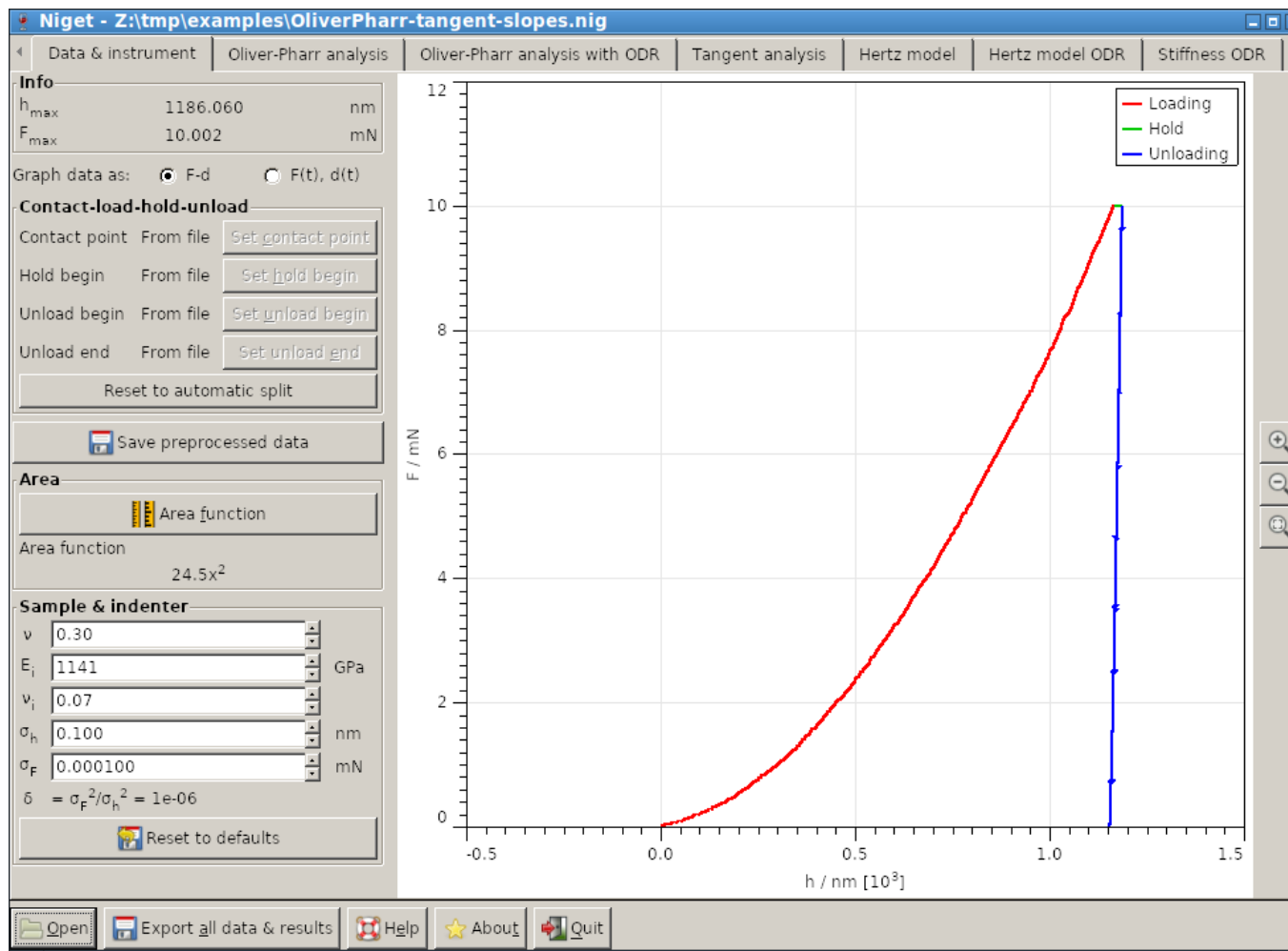


tangentGoの類似ツール

1. Niget: NanoIndentation General Evaluation Tool (チェコ)

Linux/Windows用, オープンソース, 押し込み曲線を一本ずつ解析する,
Oliver&PharrやHertzなど複数の解析可

URL: <http://nanometrologie.cz/niget/>



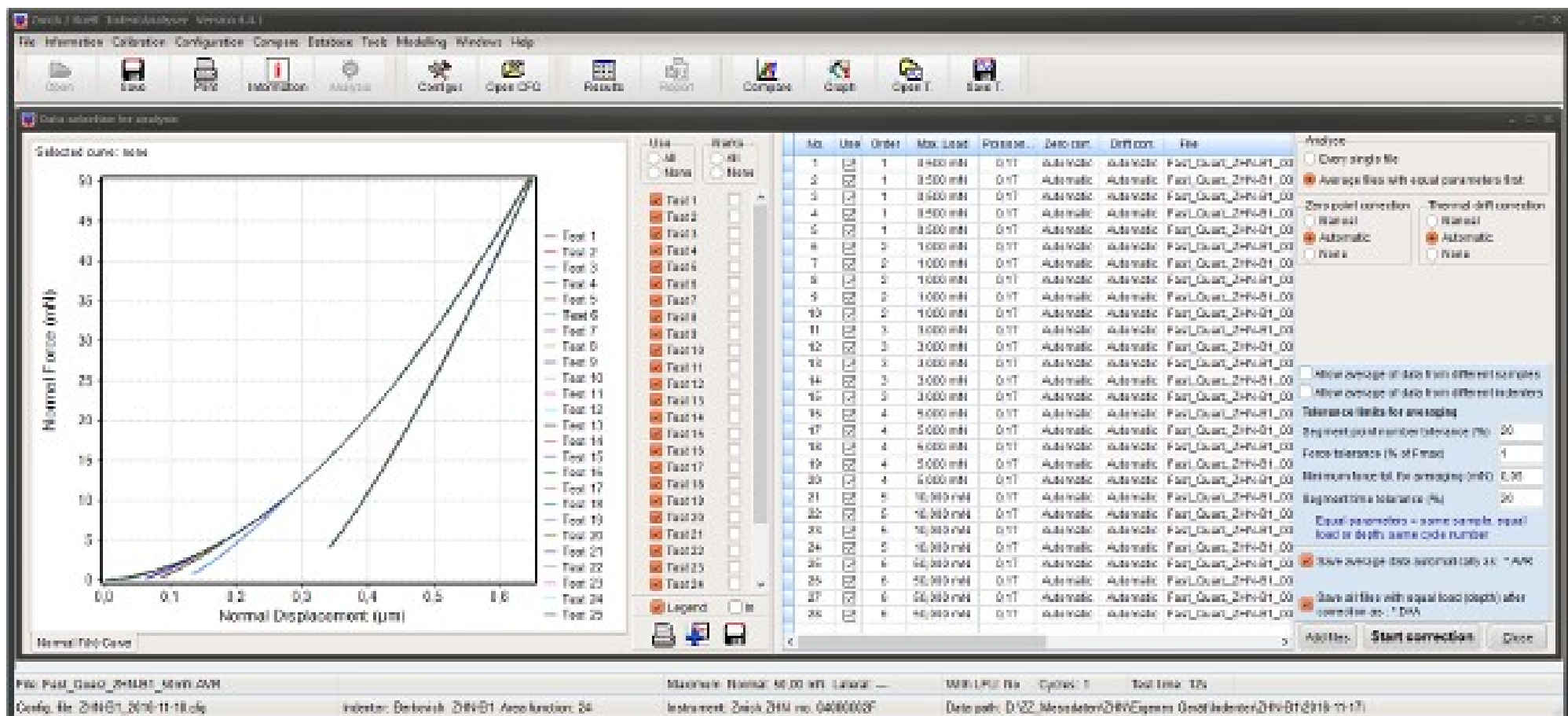
tangentGoの類似ツール

2. IndentAnalyzer (ドイツ)

Windows用, ASMEC社の商用ソフト, 30日間無料, 価格不明

Anton Paar, Elionix, Fischer, Hysitron, Shimadzu, UMISなどに対応

URL: <https://www.asmec.de/en/product.php?seite=2>



(公式HPより)

tangentGoの類似ツール

3. その他 (tangentGoのホームページからリンクあり)

- Nanoindentation (NanoAnalysis) - Nanoindentation experiments data analysis
- dent - processing data from nanoindentation experiments
- PUNIAS - Protein Unfolding and Nano-indentation Analysis Software
- NIMS Matlab toolbox - to plot and to analyze (nano)indentation data, for MATLAB

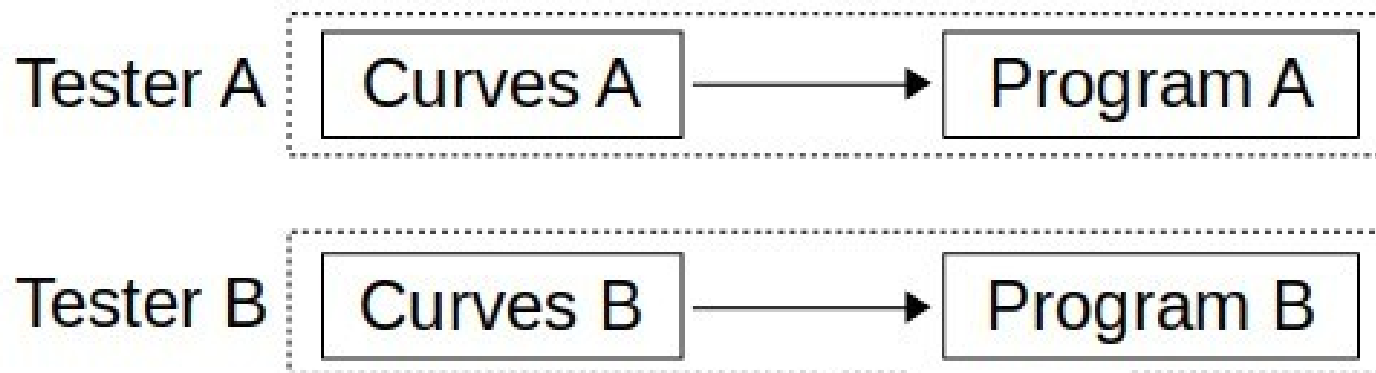
以上のように少数の計装化押し込み試験用の解析プログラムが公開されているが、一般的に普及しているとは言い難い。

現状として、ほとんどのユーザーは試験機に付属の解析機能のみを利用していると推測される。

計装化押し込み試験への提案

計装化押し込み試験の信頼性向上のために，様々な立場で協会に集まる我々が協力してできること

現状 各試験機が押し込み曲線を取得し，解析も行っている。

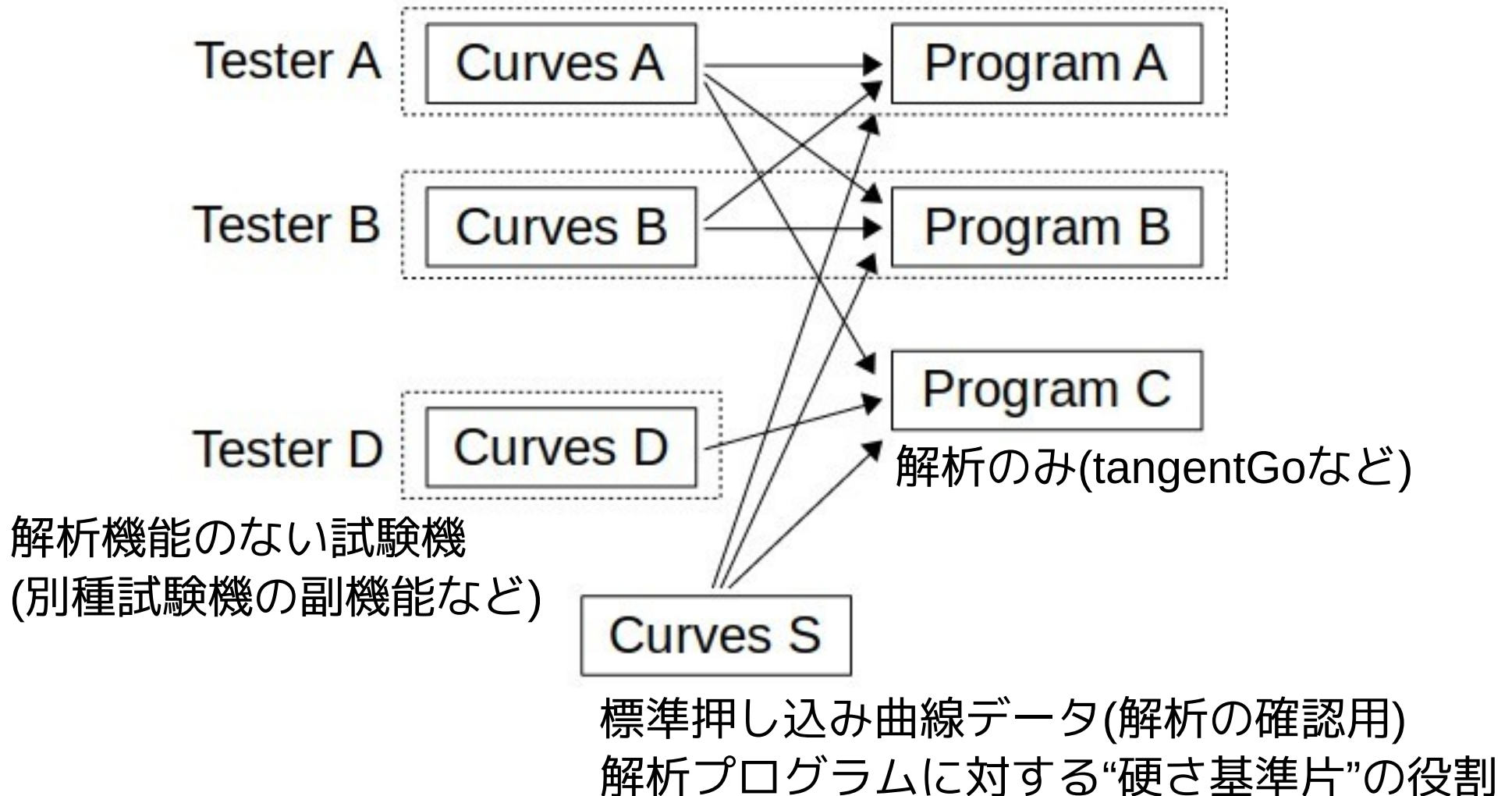


- ・ 押し込み曲線はexport可能でも，各試験機は押し込み曲線をimportして解析できないので，別の試験機の解析機能を試せない。
- ・ 試験機の測定結果に問題がある場合でも，その原因が押し込み曲線か解析プロセスか不明。

計装化押し込み試験への提案

理想 得られた押し込み曲線を任意の解析プログラムで解析できる

押し込み曲線データを自由に持ち運び可能 → 問題の原因もすぐ判明



計装化押し込み試験への提案

実際に 押し込み曲線を自由に持ち運べるようにするには？

短期的には

各試験機が押し込み曲線をテキストデータ(CSV)で読み込み，解析できるようにする(解析機能の独立化)

長期的には

共通データフォーマット(CDF)の仕様を定めて，各試験機が

(1) CDFで出力する

(2) CDFの押し込み曲線データを解析する

CSV形式 (固定的)

⋮

0.001, -0.002

0.003, 0.010

0.004, 0.021

⋮

XML形式 (自由度が高く CDFに適する)

⋮

<depth>0.001</depth><force>-0.002</force>

<depth>0.003</depth><force>0.010</force>

<depth>0.004</depth><force>0.021</force>

⋮

まとめ

計装化押し込み試験用の独立な解析プログラムである tangentGo に関連して、類似ツールの紹介と、計装化押し込み試験の信頼性向上のため、押し込み曲線データの持ち運びに関する提案を行った。

率直なご意見や疑問点、感想などお聞かせいただければ幸いです。どうぞよろしくお願いいたします。

tangentGo ホームページ
<https://3zip.net/t/>

