

## 背景と課題：ラボオートメーションとは？

### 従来の実験スタイル

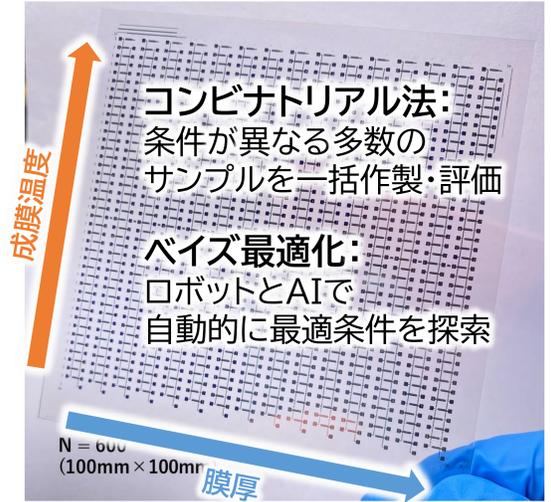


### ラボオートメーション



ラボオートメーション導入の課題：  
プログラミングのスキル・作業時間が大きなハードルに

## 当研究室での実施例： 有機トランジスタの作製条件の最適化



## 解決策：生成AI ChatGPT の活用

### ■ 今回の実験目的

計測器をリモート制御して、電子部品の電気特性を自動で測定するプログラムを作成したい。



### ■ ChatGPTへの指示 (日本語で)

Keithley 2600 シリーズのソースメータをリモート制御して、FET を測定する Python プログラムを作って下さい。ドレイン電圧を固定し、ゲート電圧を変化させて、各ゲート電圧でのドレイン電流とゲート電流を計測して下さい。測定条件は GUI で設定できるようにして下さい。測定開始ボタンと中断ボタンを用意して下さい。測定結果はリアルタイムでグラフおよび表として表示して下さい。測定結果はファイル保存できるようにして下さい。



Keithley 2600シリーズのソースメータをリモート制御して、FETの測定を行うPythonプログラムを作成します。

```
import tkinter as tk
...
class KeithleyControlApp:
    def __init__(self, root):
        self.root = root
        self.root.title("Keithley 2600 FET Measurement")
...

```

(約200行のプログラム)

GUIのフォントサイズを1.5倍くらいに大きくしてください。ウィンドウサイズの変更に応じて、グラフと表のサイズが変更されるようにして下さい。グラフを画像データとして保存するボタンを追加して下さい。



以下にフォントサイズを1.5倍に大きくし、ウィンドウサイズの変更に応じてグラフと表のサイズが変更されるようにし、グラフを画像データとして保存するボタンを追加したプログラムを示します。

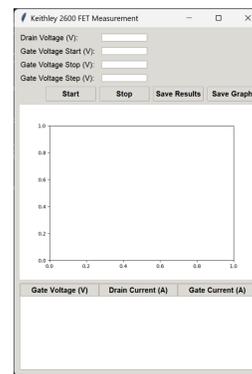
```
import tkinter as tk
...
class KeithleyControlApp:
    def __init__(self, root):
        self.root = root
        self.root.title("Keithley 2600 FET Measurement")
...

```

(約200行のプログラム)

## ■ ChatGPT が作ったプログラムを実行してみると...

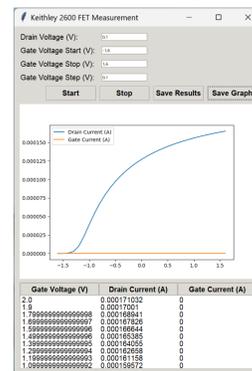
プログラム実行時の画面



測定用のウィンドウが表示される。

- ただし、いくつかの不具合が発覚
- 装置のアドレス指定が必要 (コメント指示あり)
  - 片方の電圧が出力されない (書き忘れ)
  - 測定結果待ちの際、通信タイムアウトが発生 (測定に掛かる時間が考慮されていない)
  - 通信のバッファクリアが必要 (古いデータを読んでしまう)

微修正

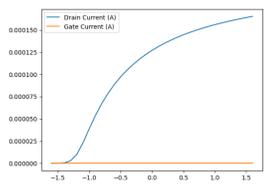


その後、コードを8行くらい(全体の数%)だけ手動で修正すると、使用可能なプログラムに！

「Save Results」ボタンで保存されたCSVファイル

	A	B	C
1	Gate Voltage (V)	Drain Current (A)	Gate Current (A)
2	-1.6	7.41E-11	0
3	-1.5	8.73E-08	0
4	-1.4	5.34E-07	0

「Save Graph」ボタンで保存されたPNGファイル



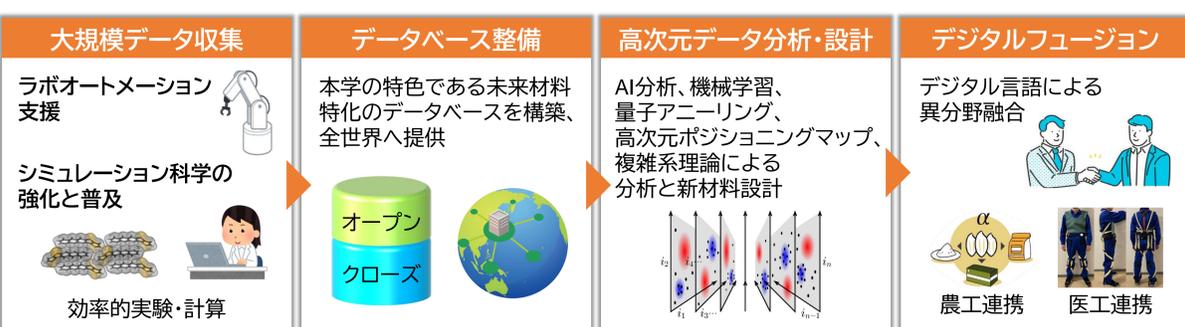
約1時間で自動測定プログラムが完成！

## ■ ChatGPT の可能性と注意点

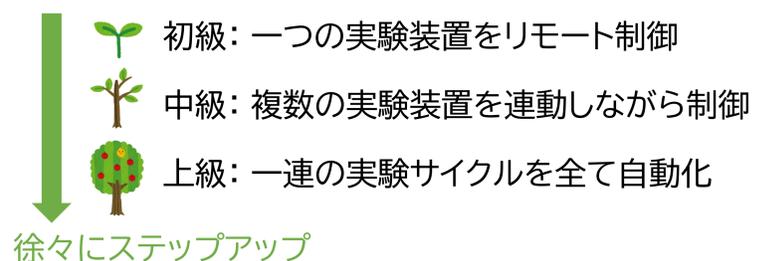
- ChatGPT を利用したリモート制御用プログラム生成はラボオートメーションのハードルをかなり軽減できる可能性がある。
- ChatGPT が生成するプログラムは完璧ではないため、専門家による若干の修正、あるいは追加指示が必要。
- ChatGPT が学習したことのない装置の場合、装置固有のコマンドは使われず、仮のコマンドで生成される。
- 研究者はプログラミングよりも装置に関する理解度が重要。(ハードウェアの準備、プログラムの検証、エラー原因特定、など)

## 全学のデジタルトランスフォーメーション(DX)に向けて

概算要求(組織整備)にて、新センター「未来材料DXセンター」を申請中  
有機材料などの未来材料研究を起点に、DXを全学へ波及



## 新センターの役割の一つ：ラボオートメーション支援



実験装置の裏側にこんな端子を見つけたらレッツトライ！

