

電気電子工学部門 グループB

パワー半導体デバイス ナノテクノロジー 太陽光発電システム



嘉数 誠 教授

高橋和敏 教授

原重臣 准教授

今村真幸 助教

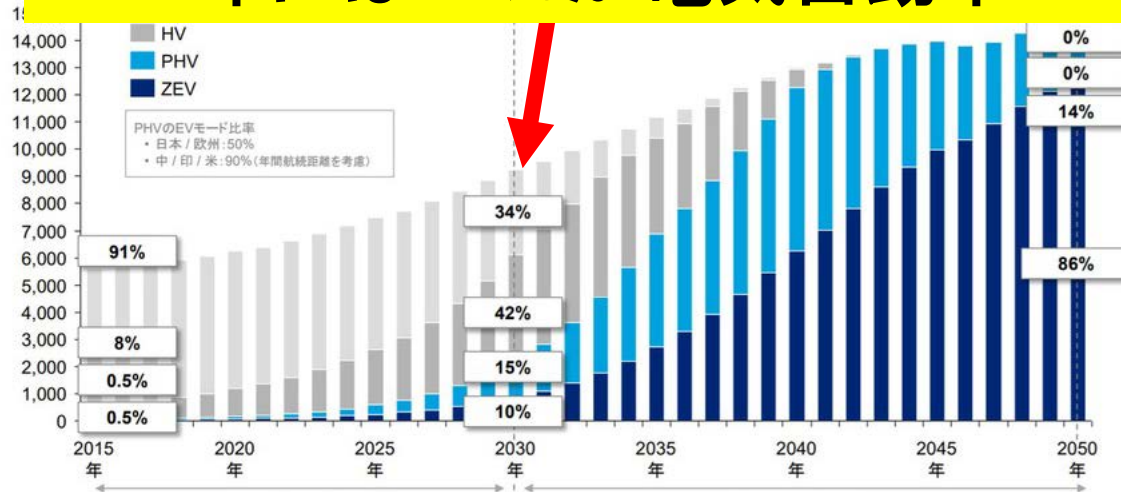


<http://www.ee.saga-u.ac.jp/pelab/index.html>

10年後の未来(電気自動車)



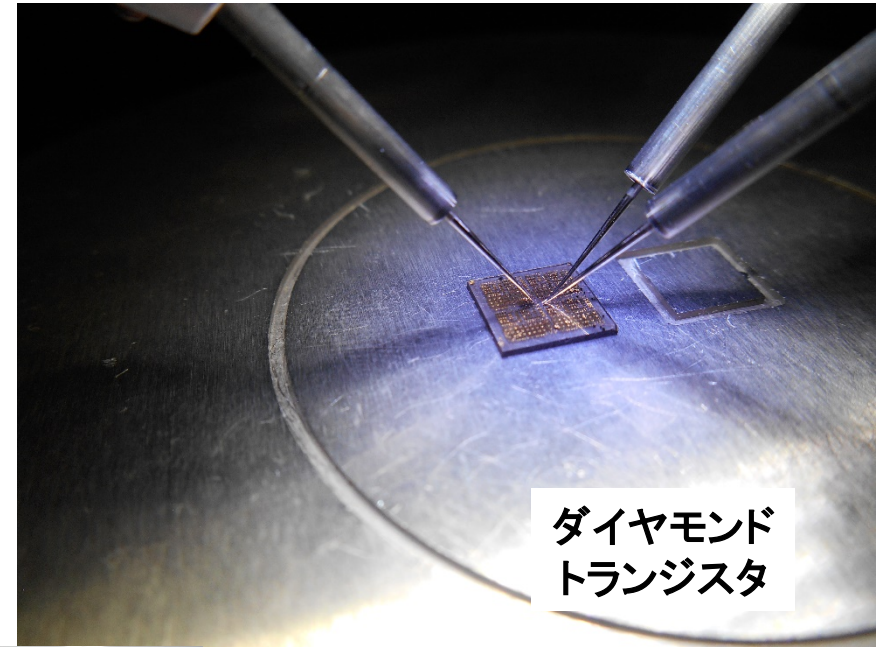
2030年には66%が電気自動車



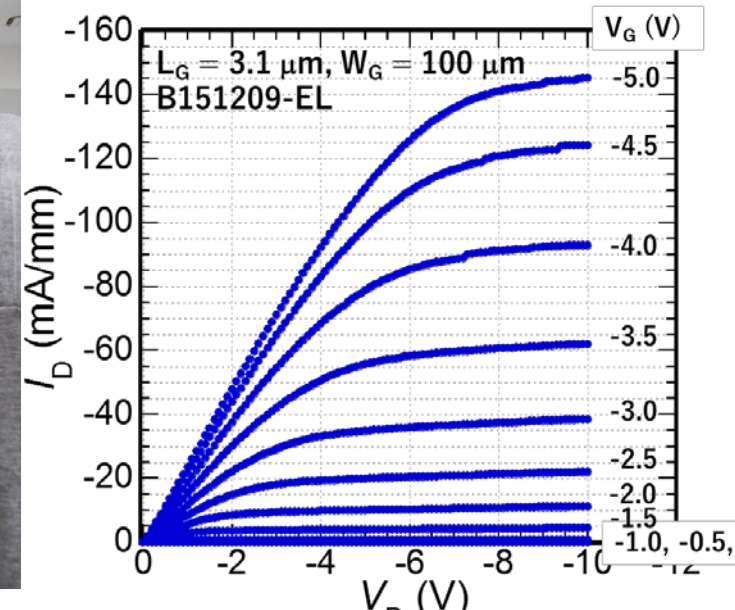
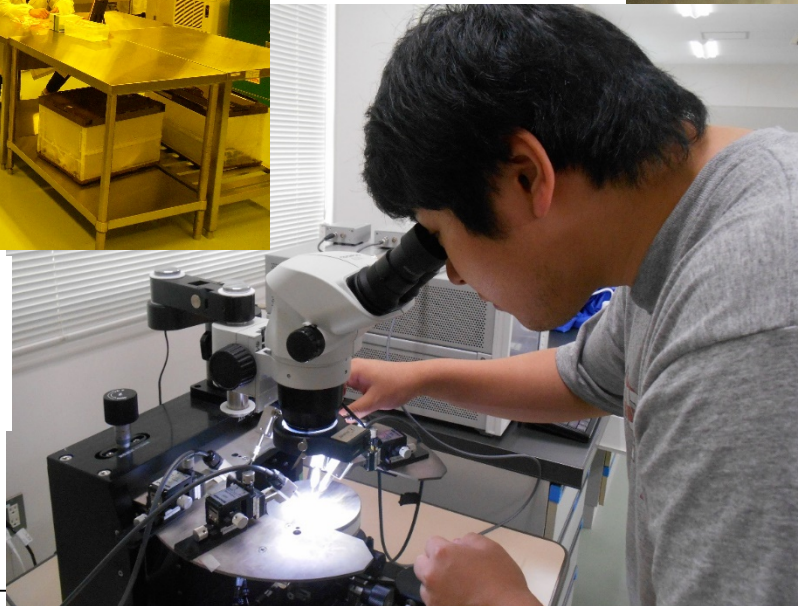
✓ パワー半導体
✓ 燃料電池
の研究開発が鍵

①ダイヤモンド・パワー半導体デバイスの作製(嘉数)

パワー半導体として世界から注目される
ダイヤモンド電界効果トランジスタ(FET)を
フォトリソグラフィー装置や蒸着装置を用い
て作製し、半導体パラメーターアナライザ
装置でFET特性を測定します。



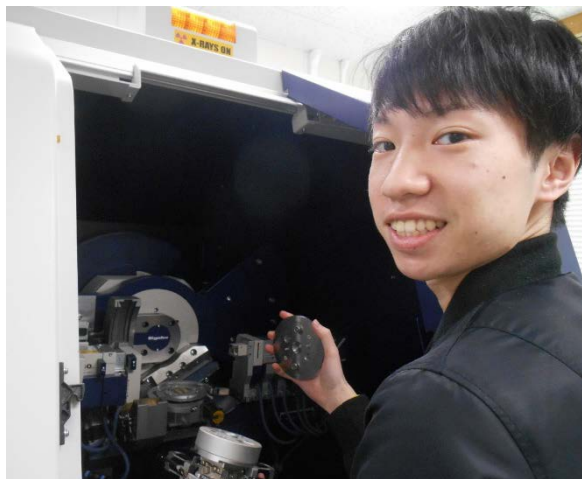
クリーンルームで
フォトリソグラフィで
トランジスタを作製



ダイヤモンドFET特性

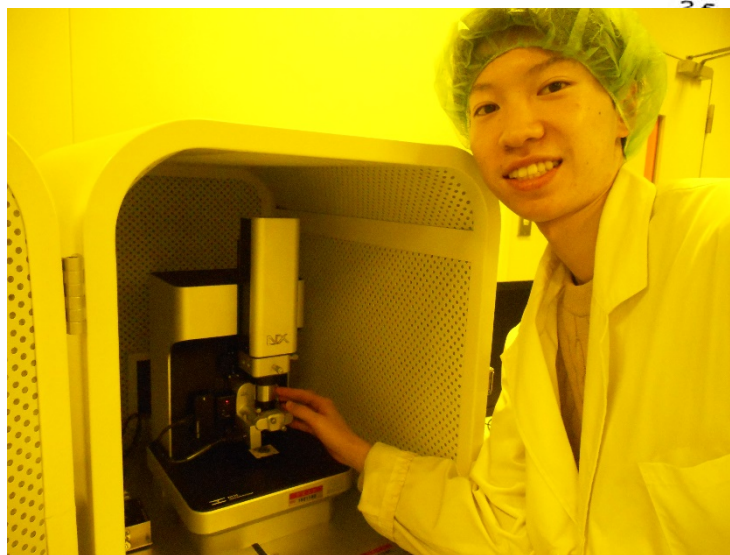
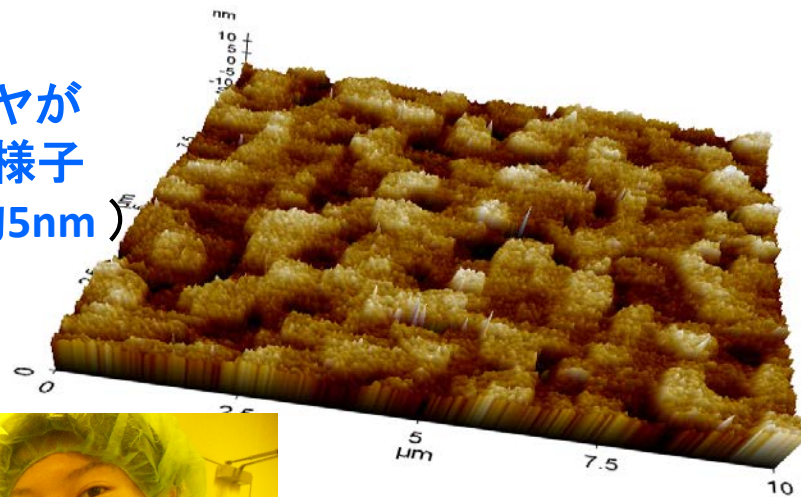
②パワー半導体を目指したダイヤモンド・ヘテロエピタキシャル結晶成長機構の解明(嘉数)

ダイヤモンド・パワー半導体の実用化に不可欠な大口径ウエファを作製していますが、そこでダイヤモンド結晶が成長するメカニズムを最新のX線回折装置や原子力顕微鏡(AFM)などを用いて調べます。



X線回折装置
ダイヤ結晶の格子定数や
歪を測定します

AFMで観察したダイヤが
核になって成長する様子
(10 μ m x 10 μ m、高さ約5nm)

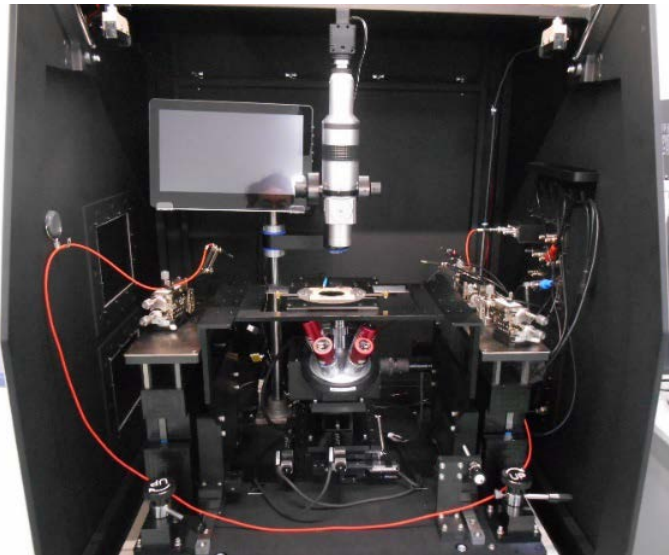


原子間力顕微鏡(AFM)
ダイヤ表面の原子レベルの形状を観察します

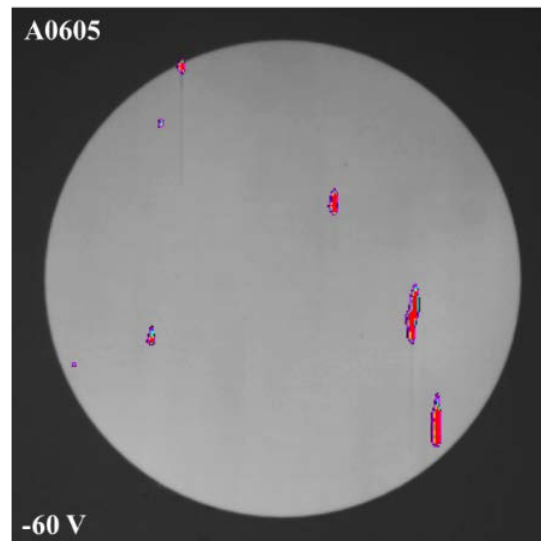
③酸化ガリウム・パワー半導体デバイスの特性に結晶欠陥が与える影響の解明(嘉数)

酸化ガリウム・パワー半導体デバイスでは、結晶欠陥による漏れ電流が大きな問題となっています。オリジナルの超高感度エミッション顕微鏡で動作時のデバイスの漏れ電流箇所を特定し、シンクロtronX線トポグラフィーでその欠陥構造を調べます。

酸化ガリウムパワー半導体デバイス



超高感度エミッション顕微鏡



パワー半導体デバイスの微弱な発光。エミッション顕微鏡像



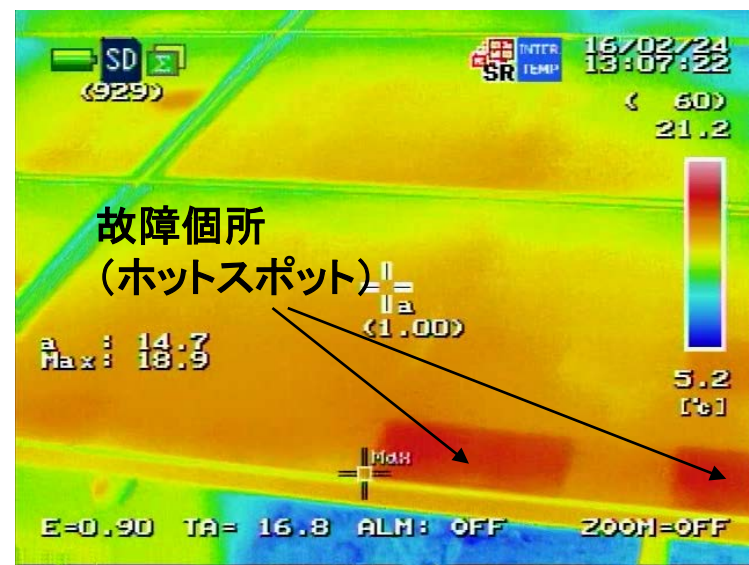
シンクロtronX線トポグラフィーにより捉えた結晶欠陥

④太陽光発電モジュールの故障原因の解明と特性に与える影響(嘉数)

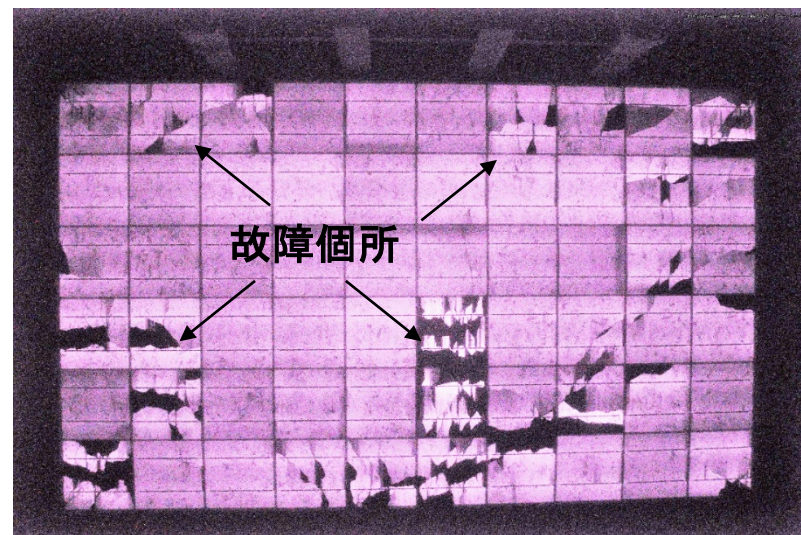
稼働中の吉野ヶ里メガソーラー(太陽光発電所)では、太陽光モジュールで様々な故障、劣化が起こります。その原因解明と太陽電池特性に与える影響を調べます。



- ✓ 吉野ヶ里太陽光発電所では、わたしたちが構築した発電量、気象値の高速測定システムを運用しています。
- ✓ 高速測定システムの発電量や気象データを解析し、故障や劣化原因を究明します。

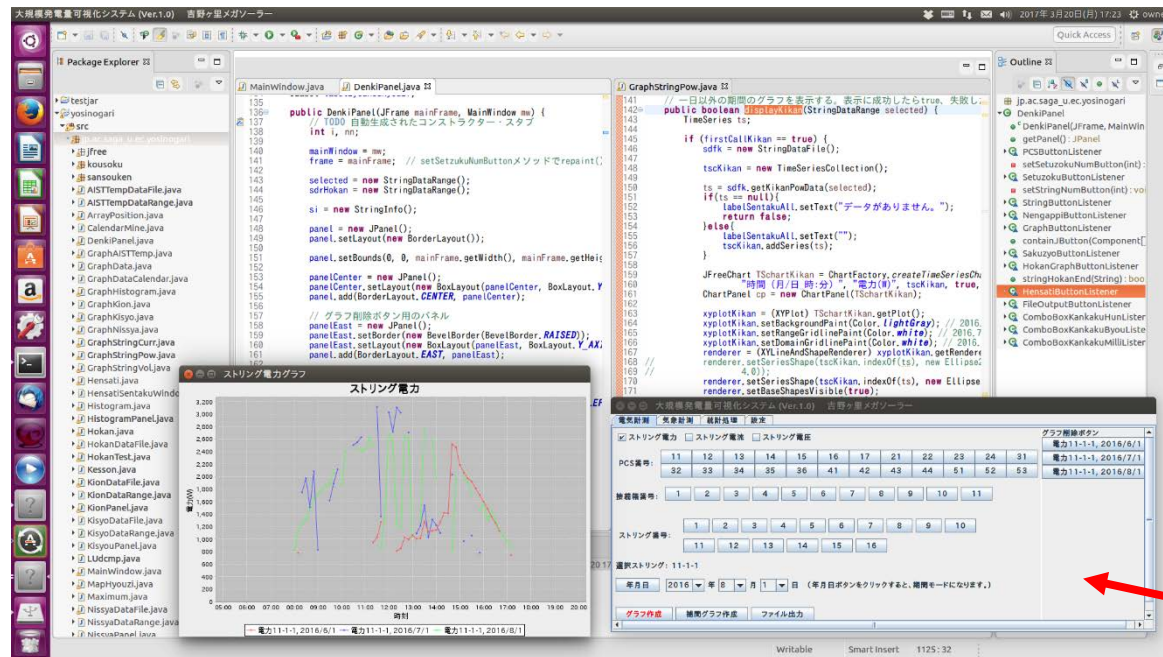


赤外線カメラによる温度分布



エレクトロルミネッセンス像

⑦太陽光発電所の発電量などの測定とその解析ソフトウェアの開発（原）



Java言語を用いて開発
(オブジェクト指向開発)

研究室が持つすべての
データ形式に対応

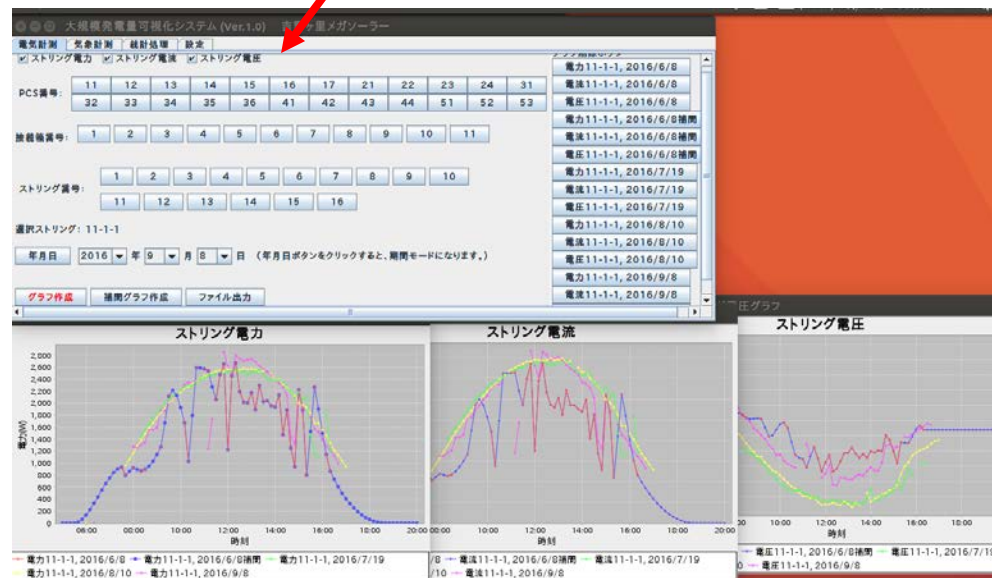
開発プログラムはすでに
2万行超

グラフィカルユーザー
インターフェース (GUI)

稼働中の太陽光発電所の発電量や
気象データは膨大なデータ(ビッグ
データ)なので、ほとんど活用されて
きませんでした。

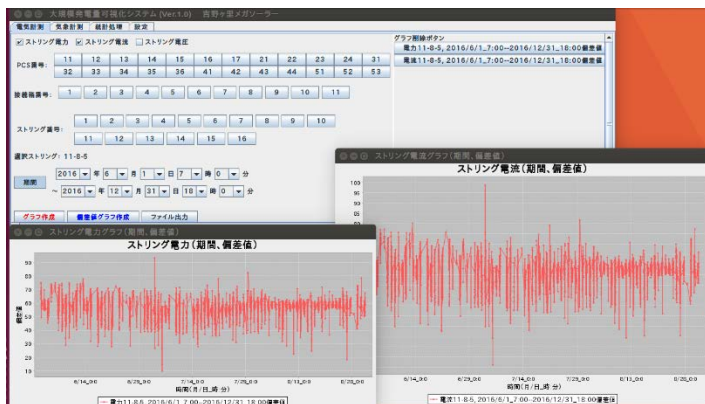
Java言語でビッグデータを可視化する
GUI(ソフトウェア)を作成します。

グループB(嘉数、高橋・今村、原)紹介

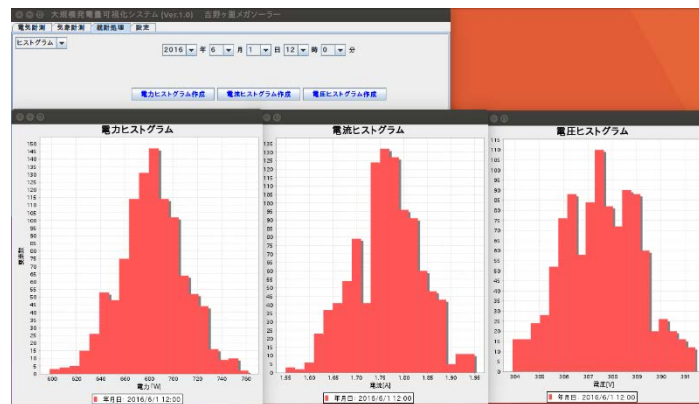


⑧⑨太陽光発電所の発電量などの測定とその解析ソフトウェアの開発(2名)(原)

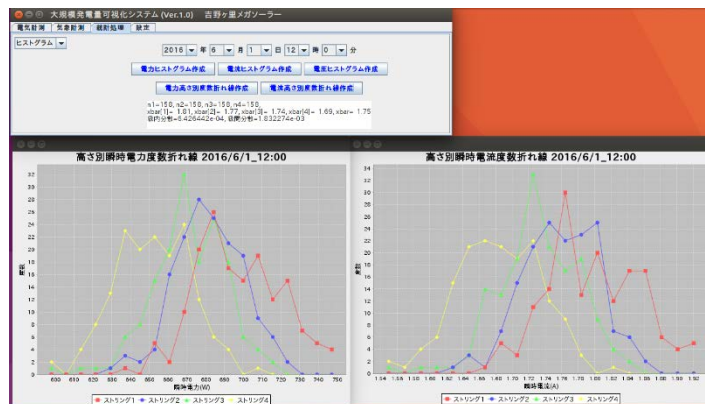
再生可能エネルギーとして期待される太陽光発電所ですが、**発電量の予測や故障のメカニズム**はほとんどわかっていませんでした。



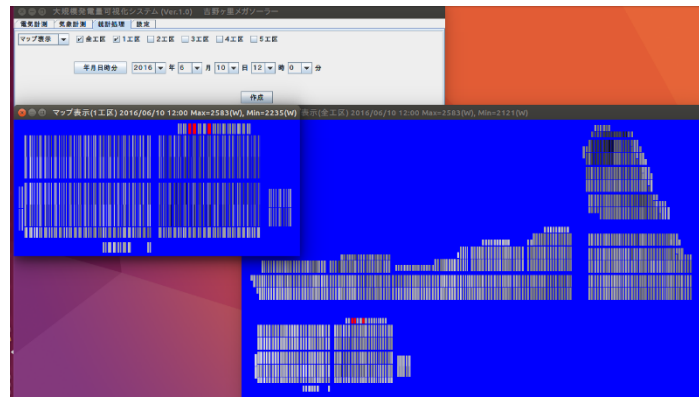
偏差値表示



ヒストグラム表示



高さ別ヒストグラム表示

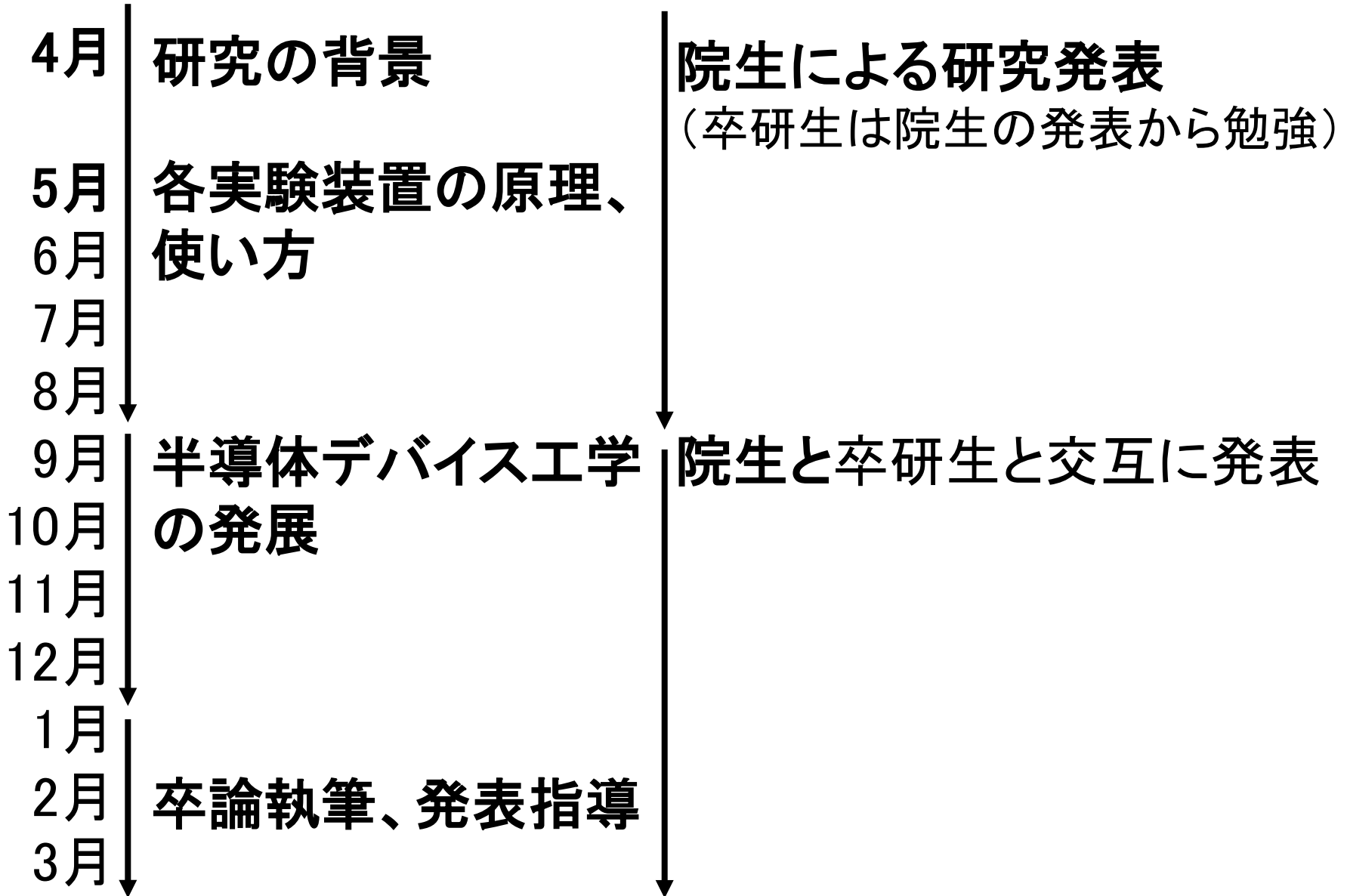


マップ表示

Java言語などを使ってメガソーラーでの発電量の測定や解析、故障検知のソフトウェアの開発を行います。

グループB(嘉数、高橋・今村、原)紹介

勉強会(ゼミ)・研究会スケジュール



卒研究生の一年の流れ

4月 卒業テーマ仮決定、新卒研究生歓迎BBQ、
就職希望生は就活説明会参加、ES添削、

5月 面接リハーサル

6月 就職先決定、徐々に卒研を開始

7月 進学希望生は院試の勉強に専念
8月 BBQ
大学院入試

9月 本格的に卒研開始



BBQ



M1学生がスペインでの国際会議発表

1月 卒論執筆開始

院進学者は学会にエントリー

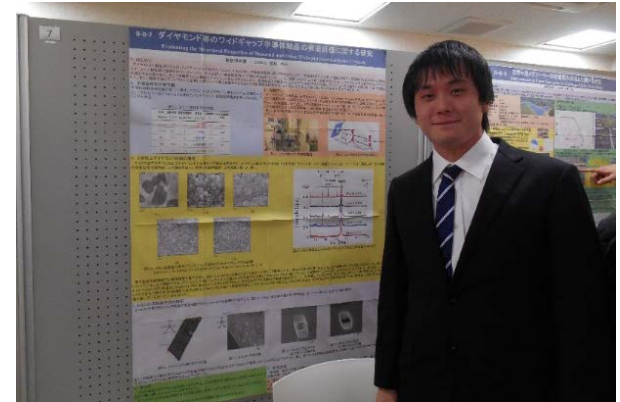
2月 卒研発表会、祝賀会

3月 卒業

院進学者は学会発表(東京)

卒研究生の一日の流れ

- 10時 先輩と実験の準備をします。
(授業優先です)
- 11時 机で結果を整理する学生もいます。
- 正午 昼休み
- 1時 勉強会(実験装置の原理や使用法を学びます、週1回)
- 2時 研究会(発表とディスカッション、週1回、前期は院生)
- 3時 ティータイム(差し入れのお菓子や豆から挽いたコーヒー)
(わからないことは先輩や先生に気軽に聞いてください)
- 4時 (宿題を研究室でする学生もいる)
- 5時 帰宅時間



共同研究先の企業（過去も含む）

三菱電機

住友電工

TDK

AGC

NTT

ノベルクリスタルテクノロジー

NTTファシリティーズ

アダマンド並木宝石精密

セントラル硝子

フロスフィア

企業との共同研究を積極的に行っています。
企業との打ち合わせにも参加し、インターンシップ
体験をすることができます。
気に入られた学生が、共同研究先の会社に就
職する例もあります。
共同研究先の企業から学生に、アルバイト料が出
ることもあります。



グループB(嘉数、高橋・今村、原)紹介

合格するエントリーシート(当研究室の卒研生)の例

- 10年後の2030年には自動車の約3分の2は電気自動車になるため、貴社は電気自動車で使われる次世代のパワー半導体デバイスに多くのリソースをかけて開発を進めておられます。

(さりげなく企業研究の結果を意欲としてアピール)

- 私は、嘉数研究室で、次世代のパワー半導体デバイスに使われるダイヤモンド半導体デバイスの実験的な研究を行いました。同級生が成長装置で成長したダイヤモンド結晶を、私自身でデバイスにし、測定を行いました。得られた特性からダイヤモンド半導体中の電子物性を調べました。またその成果を学会や国際会議で発表しました。

(さりげなく卒業研究の成果、実績、リーダーシップをアピール)

- 私は、嘉数研究室でのパワー半導体デバイスを作製する大変貴重な経験や研究で学んだ知識を用いて、貴社での研究開発に携わりたいと願い、応募させていただきました。

(卒業研究での経験や知識はオンリーワンだと再度アピール)

内定

卒業生の就職先

○大学院生

NTTファシリティーズ(2名)、NTTファシリティーズ九州、三菱電機、ノベルクリスタルテクノロジー、フロスフィア、日本触媒、九電工、富士通九州ネットワークテクノロジー、NOK

○学部生

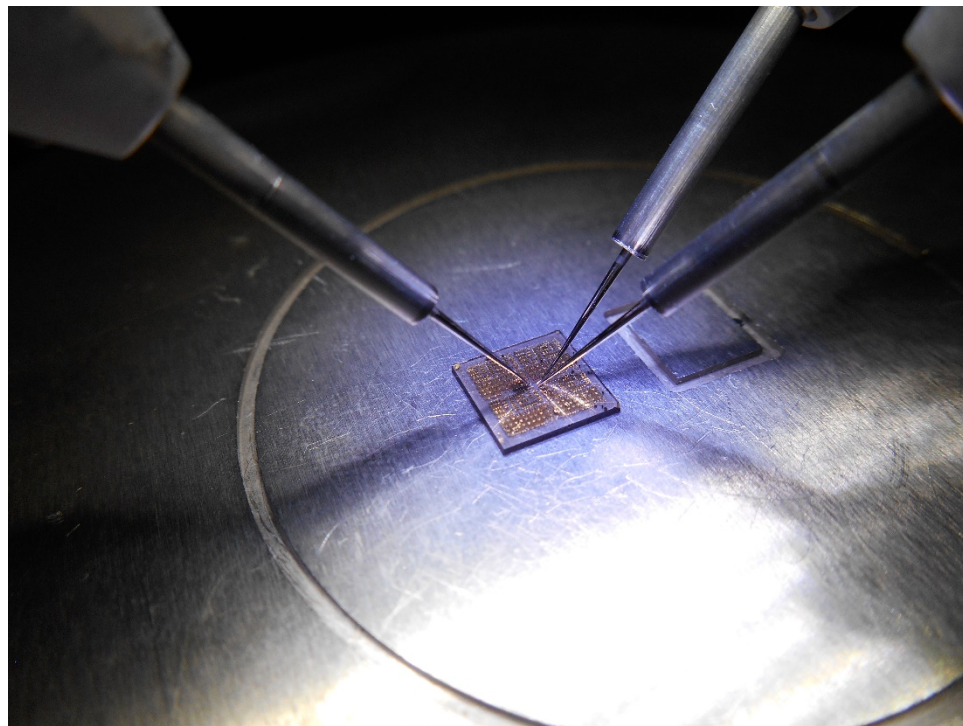
九州大学進学、三菱電機、日本電産、きんでん、西日本プラント、三井三池製作所、三菱電機ビルテクノサービス、アサヒコーポレーション、橋本商会、九州防衛局、九電工(2名)、DKSHジャパン

グループB(嘉数、高橋・今村、原)紹介



ダイヤモンド パワー半導体デバイス

皆さんの力が必要です！



待っているよ！



グループBの特徴

- 博士課程3人(内、留学生1人、女性1人)、企業からの常駐する若手研究員、修士の大学院生と**チームで研究に取り組んでいきます**。先輩が実験方法を指導してくれます。
- 毎週一回の**勉強会(半導体デバイス工学の続き)**や**研究会(研究結果の発表)**で知識を深めていきます。他の日は、実験をします。
- 研究室で**企業体験(インターンシップ)**をすることができ、一部上場企業にも、すぐに就職が決まります。
- 四人の留学生がおり、自然に**国際感覚**が養えます。
- 大学や研究所での実験、学会参加(海外も)、打ち合わせでは、**旅費、宿泊費は原則全額サポート**しています。旅行が好きな人歓迎。
(9月は名古屋、3月は横浜)
- 時間管理は任せており、**講義や就活を優先**してください。バイトやサークルとの両立可能。

グループB あっ&ほーむに楽しくやりましょう



よくある質問

- ・ 就職活動、バイト、サークルと両立できますか。
学生の自主性を尊重しています。就活を優先してください。
(時間管理は任せます)授業があるときは、優先してください。
- ・ 就職活動のサポートはありますか
採用側だった経験を生かし、学生が希望すれば
ESを添削したり、面接の練習をしたりします。
- ・ 学会出張や学外での実験がありますが、交通費は大丈夫ですか
交通費、宿泊費は全額サポートしています

Physical Properties and Device Figures of Merit -diamond vs. other semiconductors-

Material	E_G (eV)	E_{BR} (MV/cm)	v_{sat} ($\times 10^7$ cm/s)	μ (cm^2/Vs)	ϵ_r	λ (W/cmK)
Diamond	5.47	>10	1.5 (e) 1.05 (h)	~ 4500 (e) ~ 3800 (h)	5.7	22
Ga ₂ O ₃	4.8	8	1.1 (e)	~ 300 (e)	10	0.14
SiC	3.27	3.0	2 (e)	~ 900 (e) ~ 120 (h)	9.7	4.9
GaN	3.4	2.5	1–2.5 (e)	~ 2000 (e)	8.9	1.5
GaAs	1.4	0.4	1–2 (e)	~ 8500 (e) ~ 400 (h)	12.9	0.55
Si	1.1	0.3	1 (e)	~ 1400 (e) ~ 450 (h)	11.7	1.3

Baliga Figure of Merit
(Power device capability)

$$BFOM = \epsilon \cdot \mu \cdot E_{BR}^3$$

$$\frac{Diamond}{SiC} \approx 100$$

Johnson Figure of Merit
(RF power device capability)

$$JFOM = \left(\frac{E_{BR} \cdot v_{sat}}{2 \pi} \right)^2$$

$$\frac{Diamond}{SiC} = 2.8$$

半導体の電力と損失の関係

