

SC

名古屋大学 大学院工学研究科  
電気工学専攻先端エネルギー講座

吉田研究室

～超伝導技術の更なる発展のために～



Member

# 現所属メンバー



## STAFF

教授 吉田 隆  
助教 土屋 雄司

## STUDENT

D3 伊東 智寛  
M2 水野 彰人  
山田 寛之  
山村 太貴

M1 長田智樹  
坂井 巖  
美和 虎之介  
山本 拓実

B4 江原 大貴  
加藤 大雅  
山本 健太郎



# 超伝導は魔法の石(材料)

## ご挨拶

電気工学専攻 吉田 隆 教授

エネルギー・環境産業への大規模投資によって、新しいエネルギーネットワーク社会が構築されつつあります。最近では太陽光・風力などの再生可能エネルギー源、IT技術を用いたスマートグリッド技術、高性能バッテリーを搭載したプラグインハイブリッド車など、環境に優しい高効率なエネルギー材料が求められています。このような環境エネルギー技術開発の中で我々は高効率エネルギー利用技術である「超伝導材料技術」を中心とし、これらの技術融合などによる「最先端環境・エネルギー材料技術の構築」を図っています。我々の研究室は、上記の研究を通してエネルギーの有効利用、希少金属代替技術や低炭素社会の構築を目指し、地球環境保護という大きな問題に取り組んでいます。

「超伝導技術」は高効率大電流送電および高性能電力貯蔵にむけたエネルギー技術と期待されています。さらに、実用化が見えてきた磁気浮上鉄道などに応用される超伝導マグネット技術も着実に推進していく必要があります。その一例を下記に紹介します。

### **[超伝導技術]**

○ 超伝導システム応用に向けた超伝導線材・マグネットの開発

高性能超伝導体をエネルギー分野に応用するためには、超伝導体を用いた超伝導線材が必須です。そのため、エピタキシャル薄膜成長技術を拡張した新しい長尺薄膜作製技術の開発を行っています。

### **[最先端エネルギー環境材料工学への展開]**

○ ナノ構造制御・薄膜成長制御による機能性薄膜の性能向上

超伝導体や熱電変換材料などの最先端エネルギー環境材料に、ある不純物を添加すると、不純物がナノサイズで自己組織化し、思わぬ機能を発現します。これを積極的に制御・利用し、世界最高性能を持つ材料開発をめざしています。

## 客員教授

電気工学専攻 一野 祐亮



テレビなどで、液体窒素で冷却された超伝導体が磁石の上に浮かんでいる映像を目にすることがあると思います。高校生の頃にこれを目の前で見ました私は、超伝導に眠る無限の可能性に感動を覚えました。環境に関する様々な問題が浮き彫りになってきた昨今、超伝導はこれらを解決する救世主として、大きな注目を集めています。例えば、大電流低損失輸送ケーブルや電力貯蔵装置などへの応用が期待され、一部実証実験も行われています。また、ITERなどで一躍注目を貯めた核融合炉も超伝導が無ければ実現できません。まさに超伝導はエネルギー問題の「救世主」といっても過言ではありません。皆さんも、吉田研究室で我々と一緒にこの「救世主」の研究をしましょう



## 助教

電気工学専攻 土屋 雄司

大学生の時に将来のエネルギーとして核融合炉の説明を受け、その周辺技術として、とても不思議な現象を示す超伝導に惹かれました。約100年前に発見された超伝導は、非常に小さい病巣を発見できる医療用MRIやヒッグス粒子を見つけたCERNの大型ハドロン衝突型加速器(LHC)など様々な分野で活躍しています。2027年には名古屋に世界初の超電導リニアが開通することが決定しており、だんだん超伝導が身近な技術になりつつあります。私の生まれと同じくらいの30年前頃に発見された高温超伝導体は、さらに省エネルギーかつ高機能の機器開発ができます。世界中の大学・企業で研究されており、実用の目が出始めている所です。吉田研究室で超伝導をもっと身近な技術にしていきたいと思います。



## D3 伊東智寛

超伝導に魅了され、ドクターまで進んだ吉田研の兄貴。机の上で常にリニアモーターカーが浮いている。また、僕らが苦悩する課題を秒で解決してくれる。後輩の面倒見も良く、完璧に思えるが体がやや弱く、頑張った分だけ後日ダウンする。愛車は日産JUKE NISMOで、国道1号を夜な夜な爆走している。

## M2 水野彰人

吉田研の中で最も怒らせてはいけない男。普段は優しく穏やかだが冗談を言うタイミングを外すと冷たい視線を浴びる(筆者体験談)。また、誰かが研究室にお土産を持参するとマッハでたかるのはこの男の習性。実はフィギュアスケート経験者で、今や有名になったU選手と一緒に滑ったこともあるらしい。



## M2 山田寛之

装置関係のプロフェッショナル。どんな装置の故障にも対応できる完璧な先輩。後輩の面倒見も良い。唯一の弱点はキャッチボール。何度もキャッチングをミスるのでグローブに穴空いてるんかと思ったら、本当に空いていた。





## M2 山村太貴

奈良県出身なまりと関西弁の融合に成功した男。持ち前のツッコミ力でどんなボケにも対応してくれるため、ボケのクオリティを考えなくていいのが最高。口癖は「水野ー！飯ー！」。これが吉田研のお昼の合図。また、お菓子をとても好んでおり、常時デスク周りにストックしている。特に歌舞伎揚の居座り率高め。遅い時間まで残っているとよく分け与えてくれる。

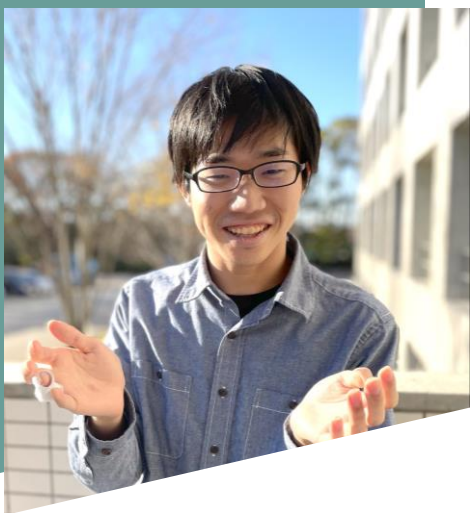
## M1 長田智樹

おっとりした性格と癒しボイスで女性人気急上昇中。すべてを許してくれそうな包容力とあどけない笑顔には、あなたもきっと惚れてしまうでしょう。エナジードリンクのモンスターをこよなく愛しており、常に机の上に一本は置いてある。飲みすぎてカフェイン中毒になることもしばしば、、、

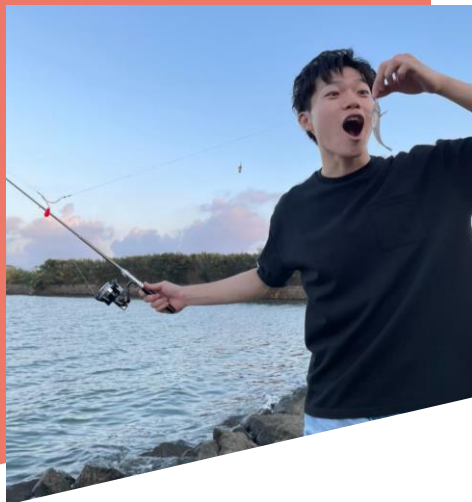


## M1 坂井 巖

俺の名前は巖、ポケモンマスターを目指してるんだ。相棒はI-Vプローブ。ポケモンに例えるとガブリアスってところかな。研究は10万ボルトを100万ボルトにする研究をしてる。最強のポケモン(プローブ)を作るべく、個体値巖選の毎日を送っているんだ。



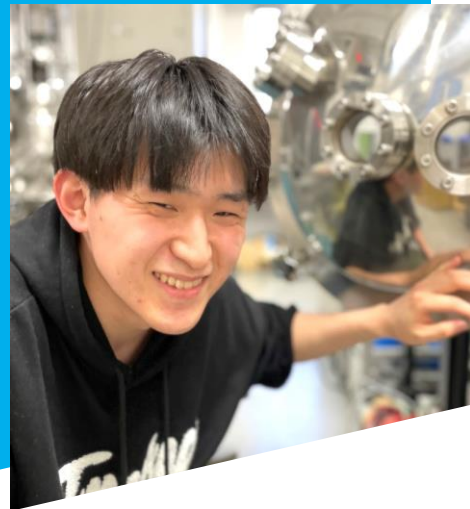
## M1 美和虎之介



吉田研のムードメーカー。ラコステと筋肉をこよなく愛している。みんなが嫌がることも進んで引き受ける人格者。研究室に残ってよく深夜にパスタを食べている。信じられない量のパスタを蓄えているため、勝手に食べても気づかない。ただし、研究室に残ったお土産を盗むと発狂する。この人情報量多いからこんなもんで。

## M1 山本拓実

見た目のクールな印象からは想像できないニコニコ笑顔と無限の優しさのギャップに堕ちるのは誰もが通る道である。実験はもちろん、輪講などの資料も熱心に取り組んでいる。というのもこの男、早く帰ってゲームがしたいのである。少しでも長い時間ゲームをするために今日もまた彼は爆速でタスクをこなすのだ。



## B4 江原大貴

江原財閥の息子。跡取りにはならないと知っているが、実は反抗期なだけ。プレッシャーに弱く、人生の5分の1はトイレで過ごしている。吉田研No.2の遊び人といえばこの人。

院の研究室は変えたのではなく、強制的に変えられた。つまり、そういうこと。



## B4 加藤大雅

吉田研の遊び人と聞かれたら、まず間違いなく名前が挙がるのがこの男。持ち前のトークスキルと人当たりの良さで、人をすぐに懐柔してしまうのが玉に瑕。彼のコミュ力はきっと世界に平和をもたらすでしょう。現在、研究生活で荒んだ心と体を癒してくれるロングヘアの伴侶を見つけるべく、婚活中である。



## B4 山本健太郎

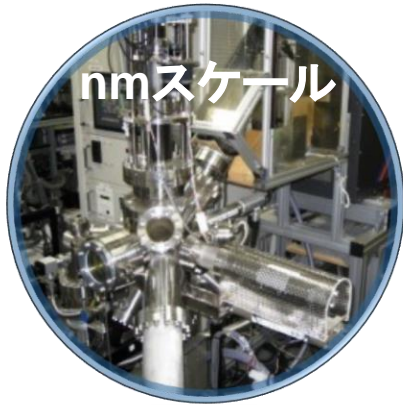
頭脳明晰、文武両道、彼にやらせて出来ないことはないパーフェクトヒューマン。ただそのあまりの完璧さが故に、出来ない人の気持ち分からない。そんな彼から繰り出される言葉は時に鋭利な刃物をも凌駕する殺傷力となる。しかし、吉田研に入り彼女ができてからは言葉に温もりを帯び始めている。







## 次世代電力機器に向けた 高温超伝導線材の開発

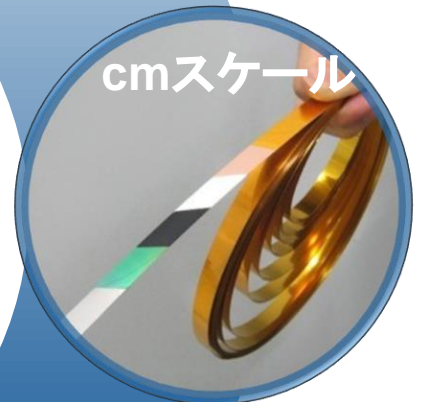


nmスケール

真空チャンバーを用いて  
nmスケールの超伝導薄膜を作製

nm級のミクロの世界から  
m級のマクロの世界まで

長尺作製チャンバーを用いて  
cmスケールの超伝導線材を作製



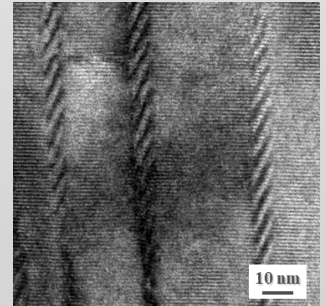
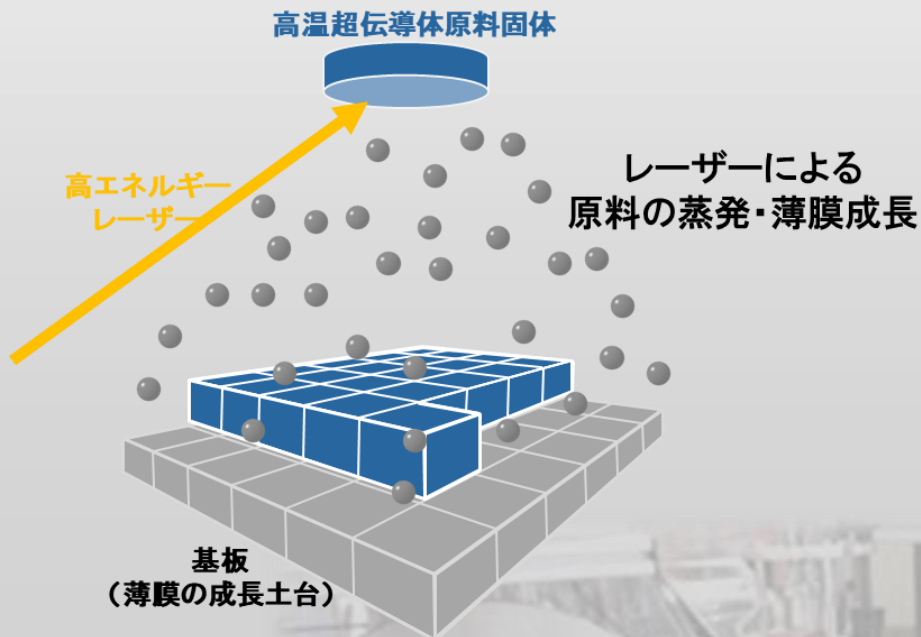
cmスケール



mスケール

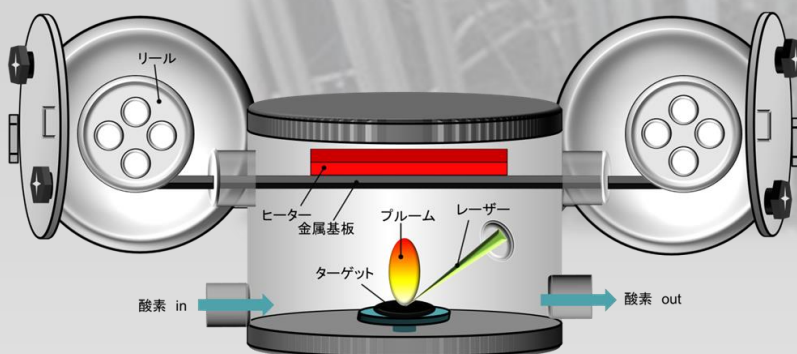
超強磁場マグネット作製のため  
mスケールの超伝導線材を作製

## 薄膜化技術による nmスケールでの構造制御



高温超伝導薄膜を  
nmスケールで構造制御

## 長尺化技術による mスケールでの線材作製



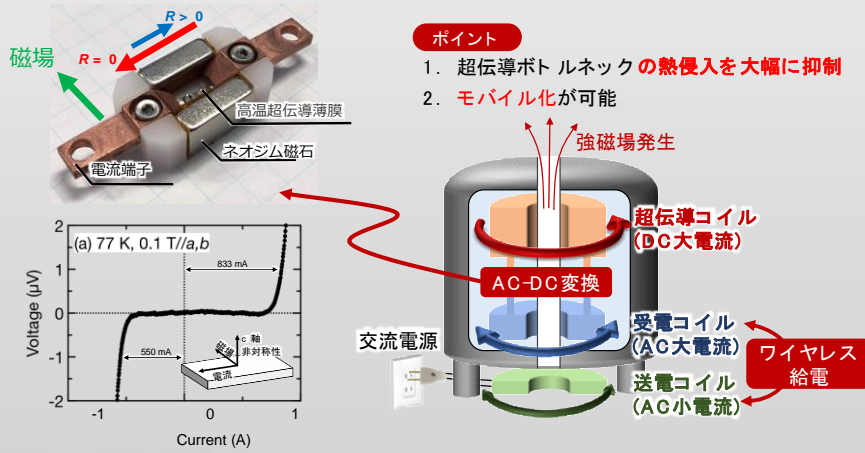
線材を常に移動させ薄膜成長

数十cm～数mに渡り均一な  
薄膜作製が可能



# 研究内容

## ワイヤレス給電に向けたデバイス開発 ~超低損失超伝導ダイオード~

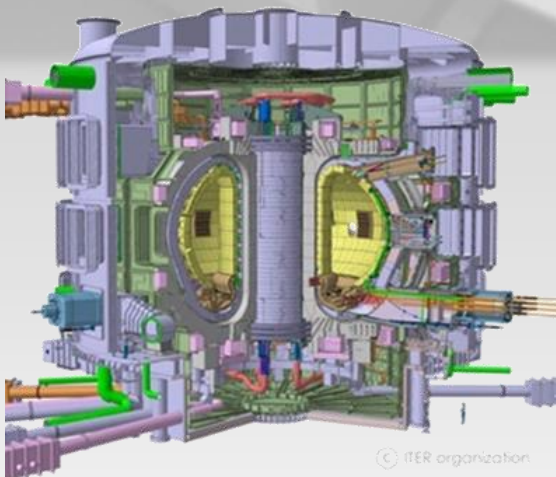


NEDO未踏チャレンジ2050 採択課題  
『ワイヤレス電力伝送システムに資する新たな超伝導デバイスの創製』



## 素敵な応用たち

未来のフリーエネルギー核融合



EVに続き飛行機も電動化！



## 高エネルギーレーザー

吉田研究室で主に扱っている超伝導体は酸化物であり、融点が非常に高い。これらの材料を薄膜にするために、高エネルギーのレーザーを用いて材料を蒸発させている。

吉田研究室には、エキシマレーザーと呼ばれる気体レーザーが2台、Nd:YAGレーザーと呼ばれる固体レーザーが2台ある。高エネルギーレーザー設備に関しては、日本でも有数の研究室である。

ナノメートルレベルで構造を制御した超伝導体などの薄膜を成長させるために、高真空チャンバーを用いている。これらのチャンバーは用途によって使い分けられている。吉田研究室では、6台の高真空チャンバーが稼働し、様々な薄膜を作製している。



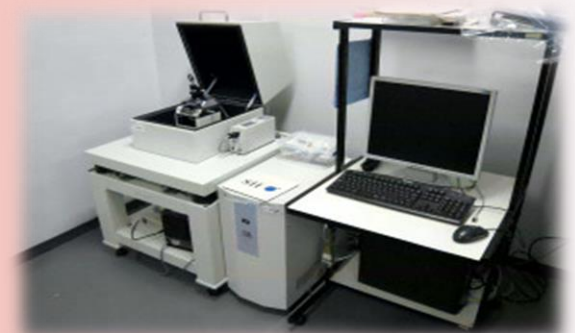
## 高真空チャンバー



## X線回折装置(XRD)

薄膜の結晶構造解析に特化したX線回折装置。X線回折装置としては最高峰の性能を持ち、ほぼすべてのX線回折測定を行うことができる。これを用いて、作製した薄膜の成長方位、生成相や逆格子マッピングなどを測定している。

非常に細い針を用いて薄膜表面をなぞることで、原子レベルで薄膜表面の凹凸を測定し、二次元画像化することができる。薄膜の表面形状からは、薄膜の成長環境や結晶欠陥など様々な情報を得ることができる。



## 原子間力顕微鏡(AFM)



## 走査型電子顕微鏡(SEM)

電子線を細く絞って試料表面を走査させ、試料表面から生じる二次電子を観察・画像化することで、試料表面の形状を数万倍まで拡大して観察することができる。また、エネルギー散逸型X線分光装置によって試料の化学組成を知ることができる。

9 Tの強磁場を発生できる超伝導マグネットと、1.9 Kまで冷却できる冷却機構を備えており、電気抵抗率の温度依存性など様々な電気特性を様々な条件下で測定可能。

新築マンション一部屋分くらいのお値段。



## 物理物性測定装置



## ICP発光分光分析装置

ICPとは誘導結合プラズマのことで、この装置ではArガスに高周波電圧をかけプラズマを生成する。分析試料にプラズマのエネルギーを与えて成分元素を励起させ、基底状態に戻るときに発する発光スペクトルから、成分元素の種類や含有量を求めることができる。

未知材料や新規材料を薄膜にするためには、原料の作製が必要である。吉田研究室では、数台の電気炉を用いて、自分たちで材料を作製し、研究の高速化を行っている。



## 各種電気炉

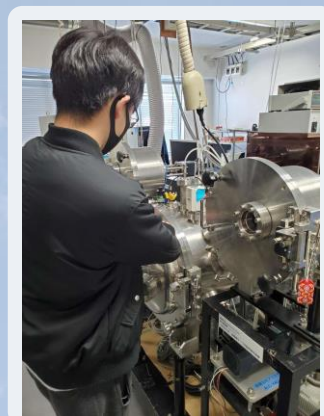
# 吉田研の一日

M君の一例



## 9:30 登校・実験準備

多くの学生は9:00~10:00に登校します。吉田研では10:00までには実験を開始する様指導をしています。



## 10:00 実験開始

実験開始です。本日は超伝導の薄膜を作製するため、高出力レーザーと真空チャンバーを用いて実験を行います。



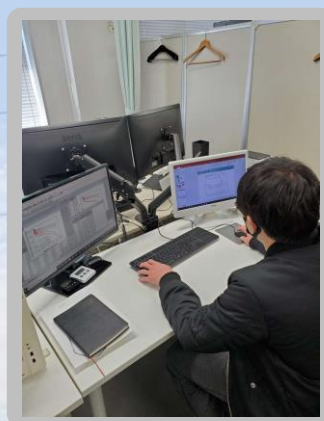
## 12:00 昼食

学生同士集まって食べたり、個人で食べたり様々です。この時間に昼寝をする人もいます。



## 13:00 実験の続き

特性評価のために、作製した薄膜の加工を行います。数多くの加工器具を用いて加工作業です。



## 16:00 データの整理など

吉田研では個人それぞれにデスクトップPCが与えられています。このPCを用いて実験データの解析や進捗報告用のスライド作成等を行っています。



## 18:00 帰宅

今日の作業は終了です。下校後はアルバイトに励む学生もいます。

# 吉田研B4の一年

4月

- ・花見 新歓
  - ・予備実験 B4輪講スタート
- 吉田研へ  
ようこそ

5月

6月

- ・院試勉強スタート
- 院試までは  
勉強に専念

7月

ラストスパート

8月

院試お疲れ様

9月

- ・大学院入試
  - ・卒業研究スタート
- 温泉でゆっくり

10月

11月

装置の使い方を  
マスター

12月

- ・M1中間発表
  - ・忘年会 大掃除
- 忘年会でパーっと

1月

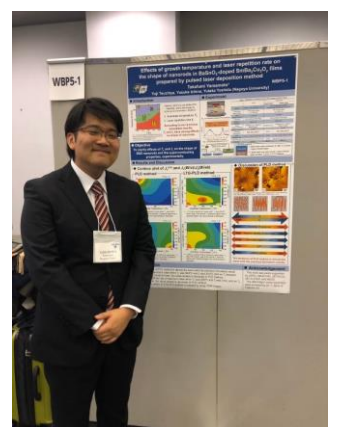
- ・B3向け研究室紹介
  - ・卒論執筆開始
- 早めに書き始めよう

2月

- ・M2修論発表会
- 卒論追い込み！

3月

- ・卒論発表会
  - ・追いコン
- サヨナラ先輩(涙)



## 問い合わせ先



052-789-5417 (吉田教授)



yoshida@nuee.nagoya-u.ac.jp



<http://www.nuee.nagoya-u.ac.jp/labs/yoshidalab/>



ADDRESS

〒464-8603

愛知県名古屋市千種区不老町

名古屋大学大学院工学研究科3号館南棟563号室



MAIL



HP



MAP

研究室の**新たな仲間**をお待ちしております!!