

高エネルギー加速器研究科・加速器科学専攻

7月2日 のオープンキャンパスの中では、**加速器科学専攻の各専門分野**(下記リスト)に研究室のいずれか(時間の余裕があれば複数訪問可能)を見学していただき、指導教員となる可能性のある研究者の方とお話ししていただけます。また次ページ以降の各専門分野の紹介スライドをご覧ください。

- 高電界加速の研究(恵郷博文)
- 超伝導加速器開発(梅森 健成)
- レーザーを利用した加速器技術(吉田 光宏)
- 次世代放射光源開発(満田 史織)
- 放射線科学(齋藤 究)
- 計算科学センター(中村 智昭)
- 機械工学センター(平木 雅彦)

連絡先

高エネルギー加速器研究機構 大学院教育係 (kyodo2@mail.kek.jp)
加速器科学専攻長: 紙谷 琢哉 (takuya.kamitani@kek.jp)

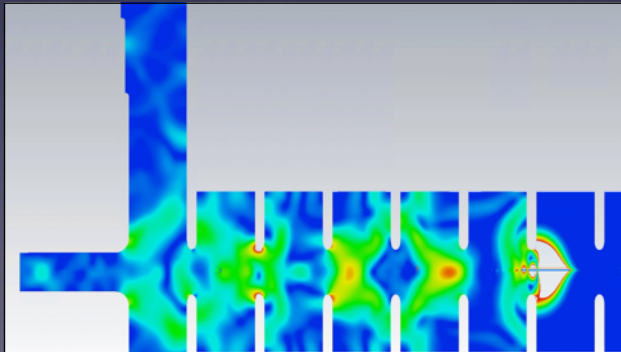
電子・陽電子ビーム高電界加速装置の研究開発



開発中の大電力高周波加速管

良く考えて

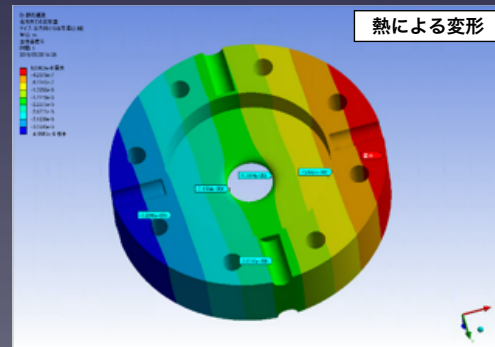
新加速方式研究とビーム物理



高電界加速装置の開発
ビームの自己生成場を抑制した安定加速

しっかり計算して

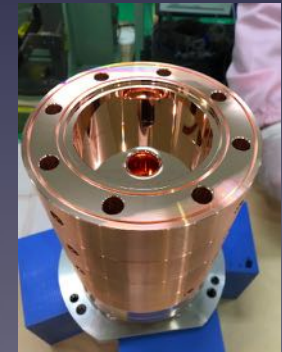
シミュレーション技術



大電力運転へ対応した構造設計
変形の抑制・冷却効率最適化

正確に作り上げる

加工・接合・形成技術



数ミクロンの形状精度
1ミクロン未満の表面凸凹（鏡面）

KEKでの超伝導加速空洞の開発



次世代を担う超伝導加速空洞の開発

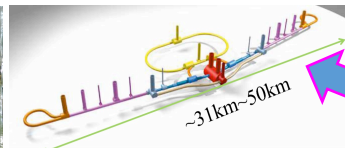
-- 新粒子・新物質探索を可能にする
次世代最先端加速器 --

空洞の表面抵抗を超伝導にすることでほぼ0にすれば空洞内に大きな電場を立てることができる。最終的には、超伝導加速空洞を用いて、**より高加速、より大電流のビームを安定に加速し、前人未到のサイエンス**に向けて、さらに小型汎用加速器などへ応用が可能です？

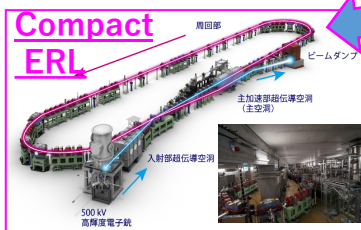
KEKでの超伝導空洞開発拠点

STF
for ILC

ILC (国際リニアコライダ)
(高勾配の次世代加速器)



エネルギー回収型ライナック (大電流ビームの次世代加速器)



高加速・大電流ビーム加速の実現

この中でビームが加速

どういふ次世代
加速器に使う？



1.3 GHzニオブ(Nb)製超伝導空洞

超伝導加速空洞

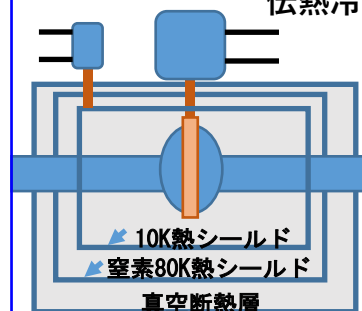
さらに
将来は？

汎用性 (新たな材料で次世代加速器)

伝熱冷却による超伝導空洞

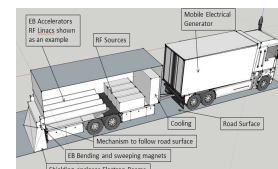
4. 2K小型冷凍機

Nb₃Snなどの
新たな材料での
小型加速器



総研大学生
が開発中。

車載可能な加速器 (アスファルト硬化などに利用可能)
小型化→汎用化での産業応用



我々の施設では超伝導を使ったロスの無い加速器の開発を行っている。

- Nbを用いたSTFでの国際リニアコライダー用の超伝導加速器開発、
- エネルギー回収型加速器という次世代加速器での産業応用利用実験
- Nb以外の材料(Nb₃Snなど)を用いた新たな汎用的小型加速器の開発

我々が培ってきた超伝導加速空洞加速器(技術)が次世代加速器として世界中で活躍します。

「レーザーを利用した加速器の高度化/新しい加速技術」

➡ 高強度レーザーの加速器における応用

粒子ビーム源、ビーム診断

➡ 超高電界加速(レーザー・プラズマ/THz加速)

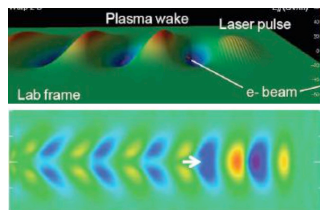
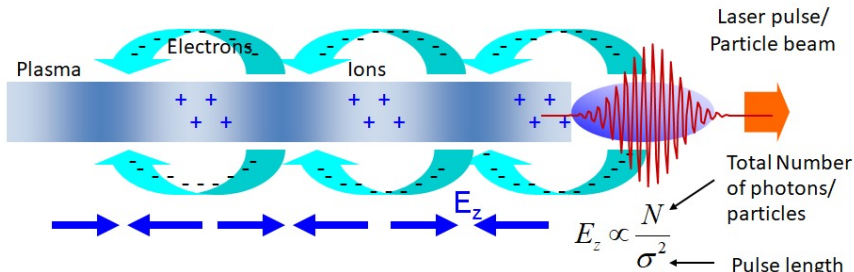
超高強度レーザー場による高エネルギー加速器創出
新しい小型放射光源の開発を目指す世界的な動き。

➡ 幅広い科学への応用

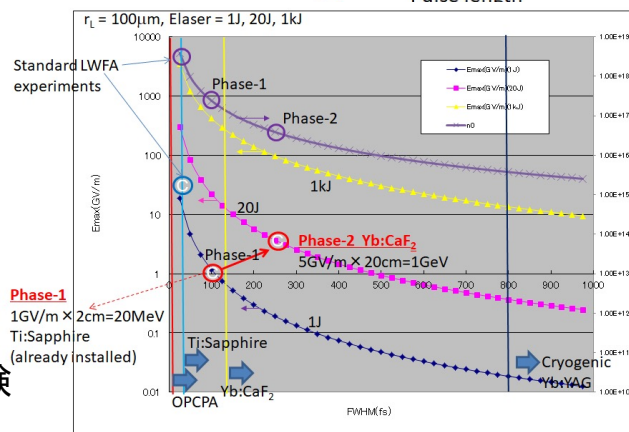
超高エネルギー加速器への挑戦

テーブルトップのビッグサイエンスへの道のり

レーザープラズマ加速 (~ 100 GV/m)

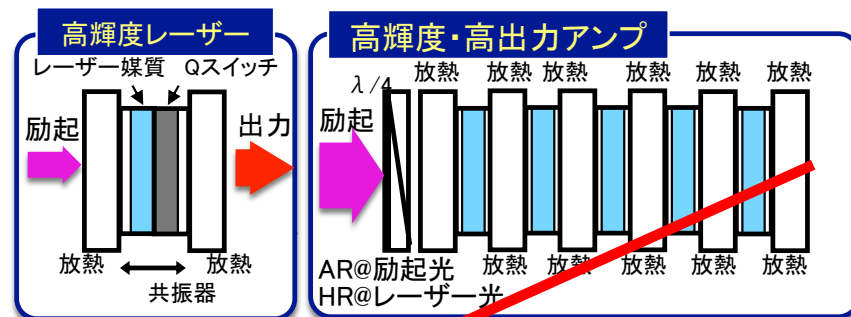


KEKにおいて アフターバーナー (追加速)の実証実験

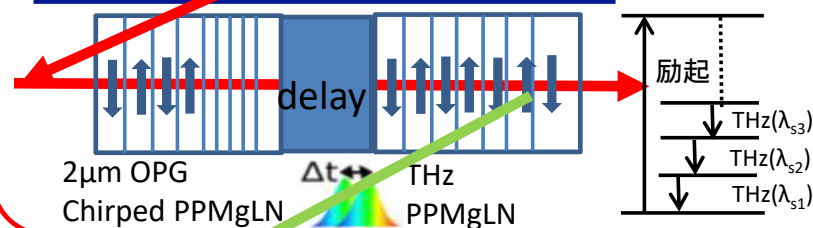
THz加速 ($\sim 1\text{GV/m}$)

安定な真空中での追加加速が可能

KEKにおいてレーザー駆動とビーム駆動の
双方の実証試験を行っています



~~PPMgLNを用いた多波長励起光発生
(マンリー・ロー限界以上の変換効率)~~

TH7

XFEL 用 Deflector

アト秒 XFEL用圧縮器

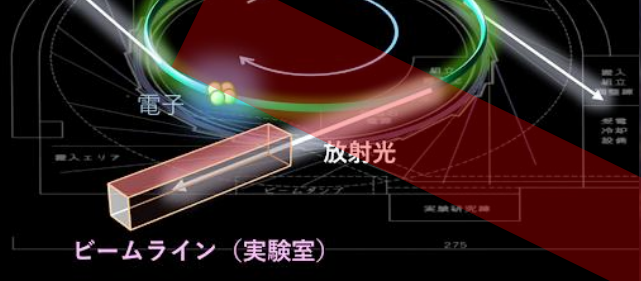
↓
THz 加速器へ

THz誘電体加速器/Deflector
(1 GV/m)

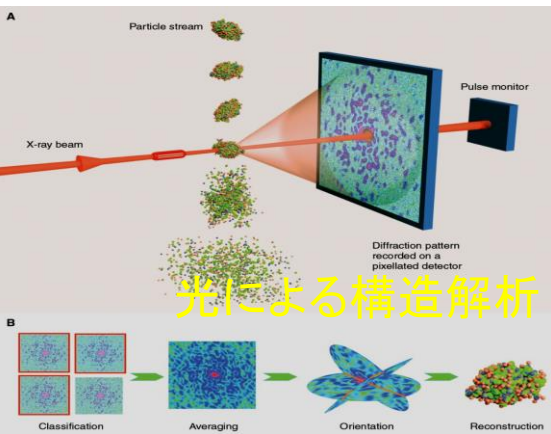
Photon Factory (PF) 次世代放射光源建設と現リング高度化を目指す光源開発

放射光原理

電子ビームから光を生成



世界初の放射光



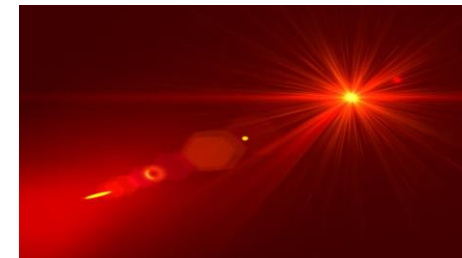
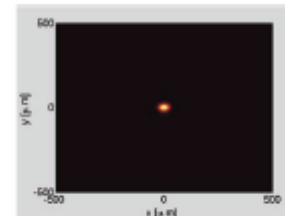
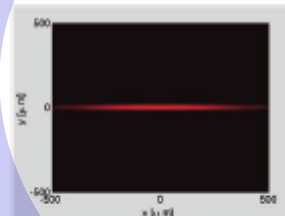
世界初の放射光専用
加速器SOR-ring (日本)

次世代光源で利用の現リング装置の高度化開発始動！

- 高度な加速器リング設計によるビームサイズ最小化
- ハイパワー・高安定エネルギー供給システムの開発
- 高精度・分解能ビーム位置モニターシステムの開発
- 高真空維持ポンプ系真空ダクトの開発
- 高精度・高安定ビーム制御電磁石システムの開発

KEK-PFは近未来実現の第？世代となる加速器の検討を開始！

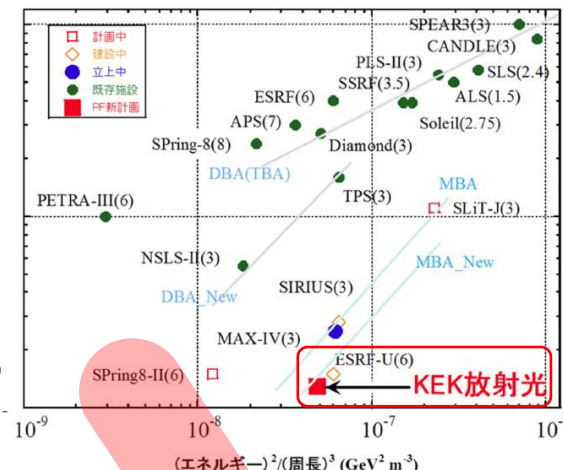
- 電子ビームを究極まで絞り究極の輝きの光を得る
- 様々な特徴の光を同時に提供する



日本初第2世代放射光加速器
(KEK-PF)

活発な加速器研究開発拠点

水平ビームサイズ



第3世代
世界最高品質放射光(SP8)

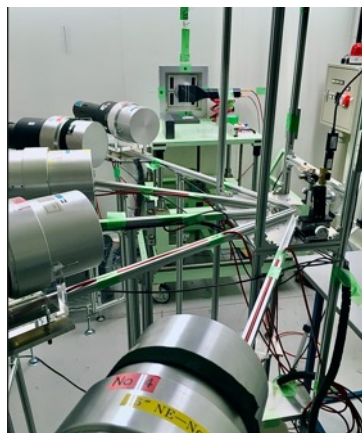
放射線の科学

放射線と物質の相互作用とその検出・応用に関する研究

- 放射線と物質との相互作用には、**電離・励起・核反応**など多様なものがあります。
- これらの相互作用を表す基礎データの取得を目的に、**検出器の開発**を行い測定をしています。
- 放射線検出器と測定手法は、その目的に応じ、多様なものが必要とされます。
- 加速器・宇宙などの高エネルギー放射線場**において有用な**線量測定器などの研究開発**を行っています。

単色ガンマ線による核反応からの中性子生成の研究

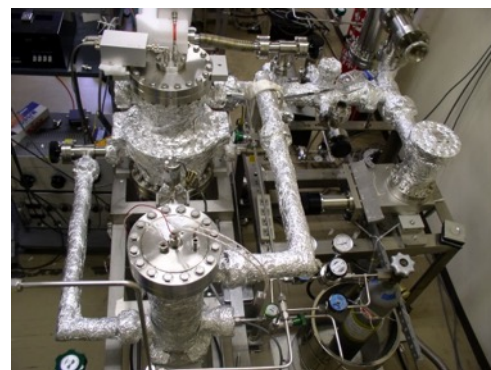
- 電子加速器の遮蔽設計に必要な光子による中性子生成の**核反応データを取得する実験**を電子加速器と大強度レーザー装置を用いて行っています。
- 得られたデータと核反応シミュレーションの結果を比較し、**核反応機構の推定と、遮へい設計への影響**を評価しています。
- 光子の偏光と中性子放出方向の関係性を求めました



中性子エネルギーを飛行時間法で測定します。複数の検出器を同時に用い角度分布も測定しています

希ガスにおける電離・蛍光効率の系統的研究

- 希ガス・希ガス混合体**において、**電離効率、ファノ因子、絶対蛍光効率、エネルギー分解能**など、放射線検出器媒体として重要な基礎データを系統的に測定しています。
- 上記は検出器開発に重要であり、**電離・蛍光過程の知見**を与えてくれます。



希ガスの電離・蛍光効率を測定するために設計・製作された装置。必要な装置は自分で設計します。

複数線質混合場用線量計の開発

- 様々な放射線が飛び交う宇宙や加速器周辺環境の線量を精度よく測定できる線量計として**位置有感生体等価比例計数箱(PS-TEPC)**の開発を行っています。
- KEKやHIMACで照射試験を行っています。
- 開発した線量計を宇宙軌道上の**国際宇宙ステーション**で試験しています。



2016年12月9日に国際宇宙ステーションへ打ち上げられ、その後4ヶ月間、宇宙軌道上で試験を行いました

計算科学センターで行われている研究活動

KEKの実験を支える計算機

高エネルギー物理学実験を支える3つのキーテクノロジー

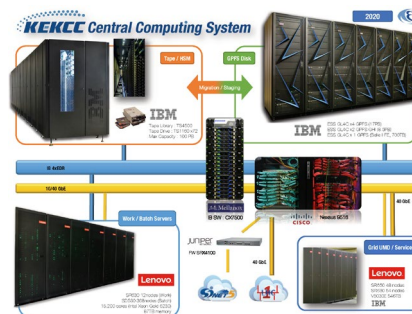


Belle II実験やJ-PARCでの実験では、年間数十PB（ペタバイト: 10^{15} バイト）を超える実験データを取得します。これら大量の実験データを安全に保存し、高速に処理するためには、高性能な計算機設備が必要になります。現代の大規模物理実験では、加速器・検出器と並んで、計算機設備を有効に使いこなすことがプロジェクト成否の鍵を握っていると言えます。

KEK計算科学センターでは、データ処理と物理解析、検出器シミュレーションを行うための、高速なストレージシステムと多数のCPUを搭載した計算機クラスターを配備する中央計算機（KEKCC）を運用し、性能改善に関する研究開発を行っています。

中央計算機システム（KEKCC）

- CPUサーバ: 15,200コア
- 磁気ディスク装置: 25.5 PB
- 磁気テープ装置: 最大 100 PB



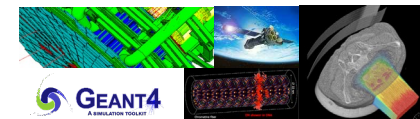
グリッド・コンピューティング技術の応用研究

- 国際共同研究で行われる大規模プロジェクトでは、世界各地の研究所と大学に配備する計算機設備を国際ネットワークで接続することにより、実験データの分散処理を行います。
- グリッド・コンピューティング技術は、世界各地の計算機設備を接続するための認証基盤です。
- KEKCCも世界150以上のグリッド・サイトと接続しており、計算科学センターではグリッド利用の効率化に関する研究開発を行っています。



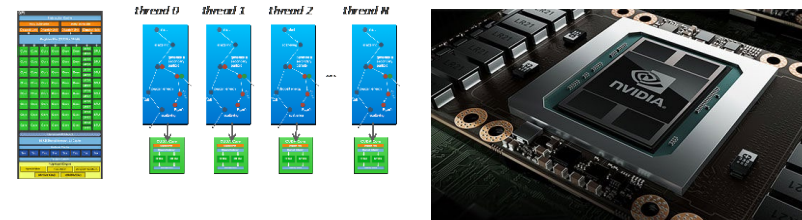
放射線シミュレータGeant4の開発と学際分野への応用研究

- KEK, CERNなどが中心となり、国際協力のもと開発が行われています。
- 素粒子実験における検出器・物理シミュレーションで利用します。
- 他分野（特に医学・生物学分野）への技術移転も行っています。

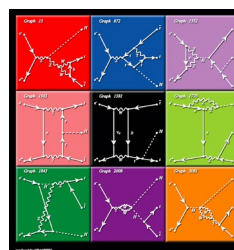


GPGPUによる放射線シミュレーションの高速化

- GPUを利用したシミュレーションの高速化に取り組んでいます。
 - GPUで数十万以上の粒子の並列処理が可能となります。
 - CPUを使ったシミュレーションと比較して数百倍以上の高速化を実現。
 - 検出器・物理シミュレーションの高速化やモンテカルロ法による放射線治療計画装置への応用などが期待されます。

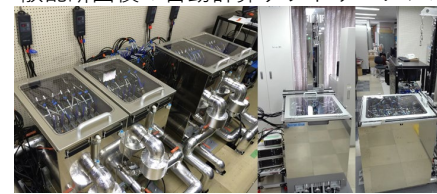


スーパーコンピュータを利用した大型シミュレーション研究



GRACE:

散乱断面積の自動計算ソフトウェアシステムの開発



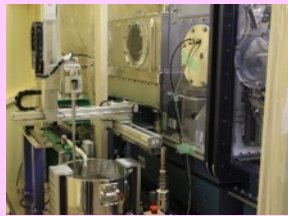
スパコンを利用した素粒子・原子核・宇宙物理学分野における大規模実験と関連するシミュレーション研究を進めています。



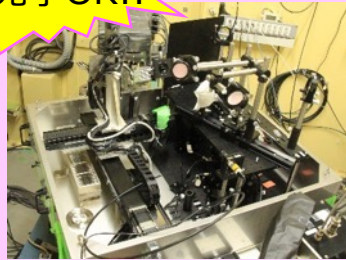


ロボティクス

タンパク質結晶交換ロボットの開発・高度化



Heチャンバーに対応した
試料交換システムの開発



DXAFS実験用
試料交換システムの開発



RFIDタグを用いた試料の識別

物質構造科学研究所と協力して、放射光実験施設における実験の効率化・自動化を目指してロボットを用いた実験装置の開発を行っています。新型コロナ禍において、**持続的**に研究を行うにはロボット技術が不可欠です。ロボット開発だけでなく液体窒素中の試料の識別などの周辺技術開発も行っています。

また、加速器研究施設と協力して、加速空洞の組立の自動化にも取り組んでいます。高性能な加速空洞を実現するためにはクリーンな環境で組立を行う必要があるため、ILCの実現のためにも期待されています。

担当：平木雅彦 (masahiko.hiraki@kek.jp)

新しい加工法に関する研究

超音波切削などの機械加工によって幾何学模様を創成することで、表面に撥水性や耐摩耗性といった機能を付加することができます。KEKでの研究を立ち上げている段階ですが、加速器科学に応用することで、従来とは異なった発想で問題の解決に当たることが期待されます。またウルトラファインバブル援用加工についても、研究を始めたところで、これからの応用が期待されています。

担当：嶋田慶太 (kshimada@post.kek.jp)

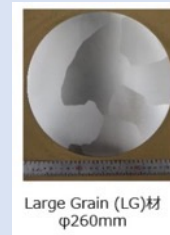
見学OK!!

超伝導加速空洞製造技術開発研究

ILCに向けた開発研究



低コストLGニオブによる超伝導加速空洞の開発



Large Grain (LG)材
φ260mm



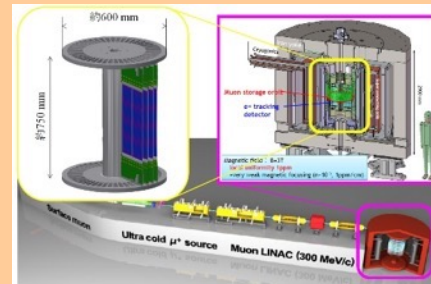
極低温引張試験機
の開発



加速器研究施設の応用超伝導加速器センターと協力して、国際リニアコライダー（ILC）に向けた空洞製造技術に関する様々な開発研究を行っています。

担当：山中将 (masashi.yamanaka@kek.jp)

精密計測/組立技術



素粒子原子核研究所のミュオン精密測定研究グループと協力して、g-2/EDM実験用陽電子飛跡検出器のアライメントモニターの開発を行っています。また、シリコン飛跡検出器の精密位置決め組立装置の開発も行っています。

担当：久米達也 (tatsuya.kume@kek.jp)

最先端の加速器科学に機械工学の立場から挑戦しよう
最先端の研究成果は、最先端の実験装置から

