

ユビキタス・パワーレーザーによる 安全・安心・長寿社会の実現

開発成果とその後の展開

2020年10月22日

元 ImPACT プログラム・マネージャー
佐野 雄二

自然科学研究機構 分子科学研究所 プログラム・マネージャー
(株) LAcubed (自然科学研究機構 ベンチャー第1号) 代表取締役
大阪大学 産業科学研究所 量子ビーム物理研究分野 招聘教授
(株) 東芝 エネルギーシステム技術開発センター 技術顧問

報告内容

- n ImPACT 研究開発プログラムの構想・目標
- n Pj-1 レーザー電子加速の研究開発成果
- n Pj-2 超小型パワーレーザーの研究開発成果
- n 成果展開への取組（社会実装・ベンチャー）
- n マネージメント / 制度に対する意見など

ユビキタス・パワーレーザーが目指す姿

X線自由電子レーザー (XFEL) と パワーレーザー を 超小型化し
いつでも・どこでも・誰でも使えるようにしたい (ユビキタス化)

XFEL

- n フェムト秒*の時間分解能
- n たんぱく構造解析・創薬
- n 触媒や電池の反応、など

* 10^{-15} 秒

国内に1台 (利用機会が少ない)



X線自由電子レーザー SACLA

Pj-1

レーザー加速
XFEL基盤技術

XFELを超小型化して各機関に配備
研究開発のサイクルを短縮



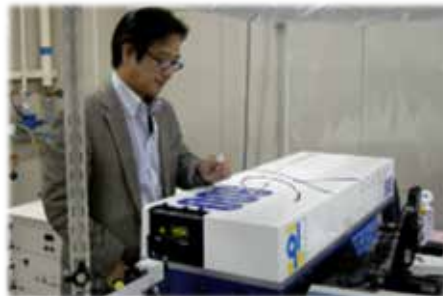
ImPACT終了時:
XFEL実現に必要な
基盤技術の確立:
レーザー電子加速

目指す姿: **10m以下**

パワーレーザー

- n インフラ保守
- n 製造の革新
- n 高感度分析
- n 医療応用、など

高額で、海外勢がシェア独占



数十kg, 1千~2千万円

Pj-2

超小型パワー
レーザー

小型で使い易い国産の高出力パルス
レーザーを開発し、産業を革新



ImPACT終了時:
レーザーの製品化
とユーザー試適用

目指す姿: **1kg以下**

Pj-1：レーザー加速XFEL基盤技術の開発内容

X線自由電子レーザー
SACLA



400mの電子加速器と
200mのアンジュレーター
(磁石の列：X線を発生)で
構成されている

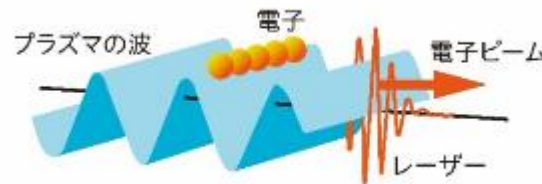
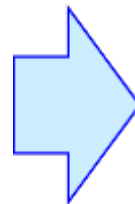
日本のレーザー加速技術で加速器を10m以下とし、1GeVの電子ビームを発生



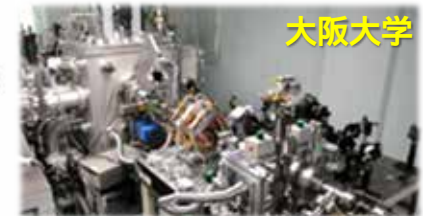
電子加速器 (20MeV/m)



カットモデル



レーザー加速 (100MeV/mm)



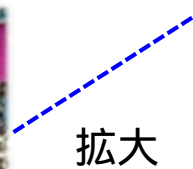
大阪大学

レーザー加速実験装置

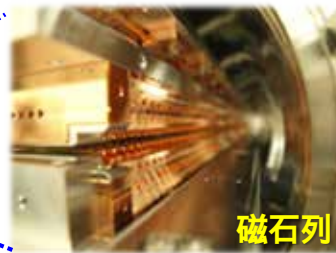
日本の磁石技術でアンジュレーターを10m以下とし、1keVのX線ビームを発生



アンジュレーター

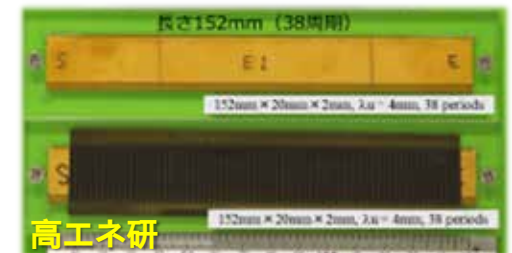
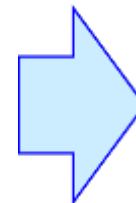


拡大



磁石列

磁石列 (最小周期18mm)

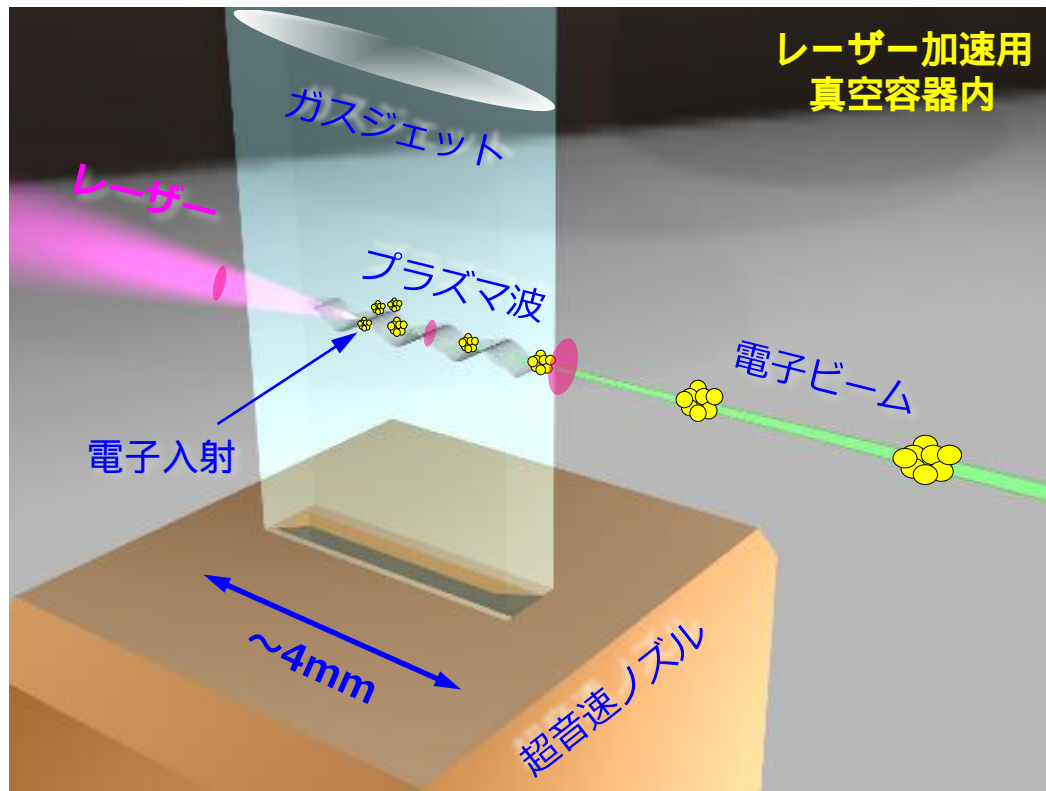


76個の磁石を一体化 (周期4mm)

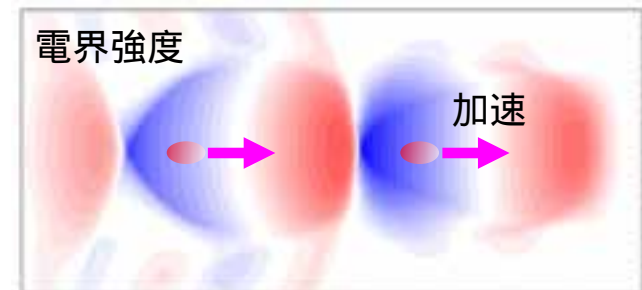
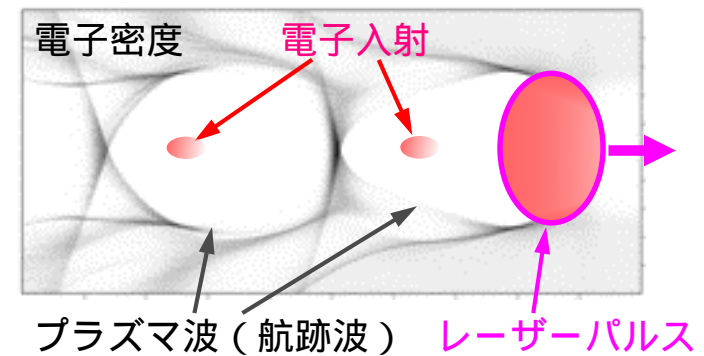
播磨にプラットフォームを設置、技術と人を結集してシステム検証を行う

レーザーによる電子発生・加速の原理

- n 真空中のガスジェットに高強度レーザーを集光
- n 強い電場で電子が押し退けられ、プラズマ波が発生
- n 平衡状態に戻ろうとする電子の衝突で、種電子発生
- n プラズマ波の電場で種電子が加速（電子入射）



船による波（航跡波）



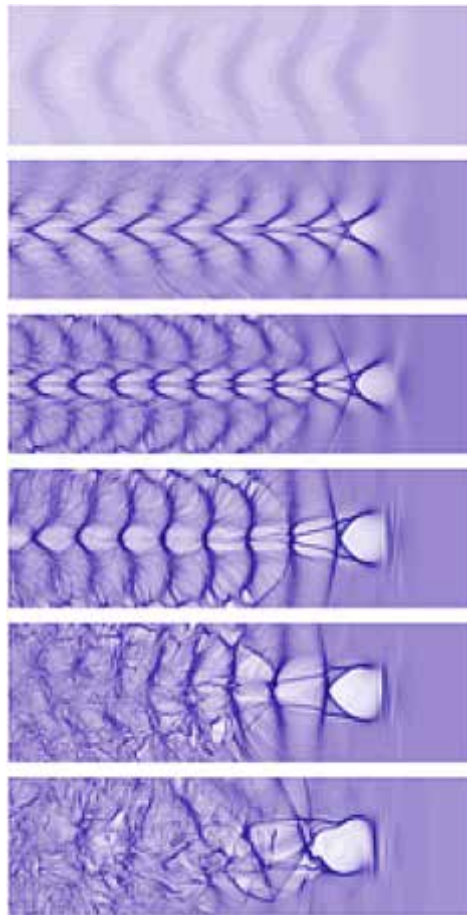
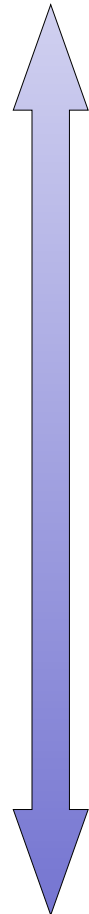
種電子発生（電子入射）のイメージ



日本独自のレーザー加速スキーム

レーザー出力：小
ガス密度：小

電場：弱



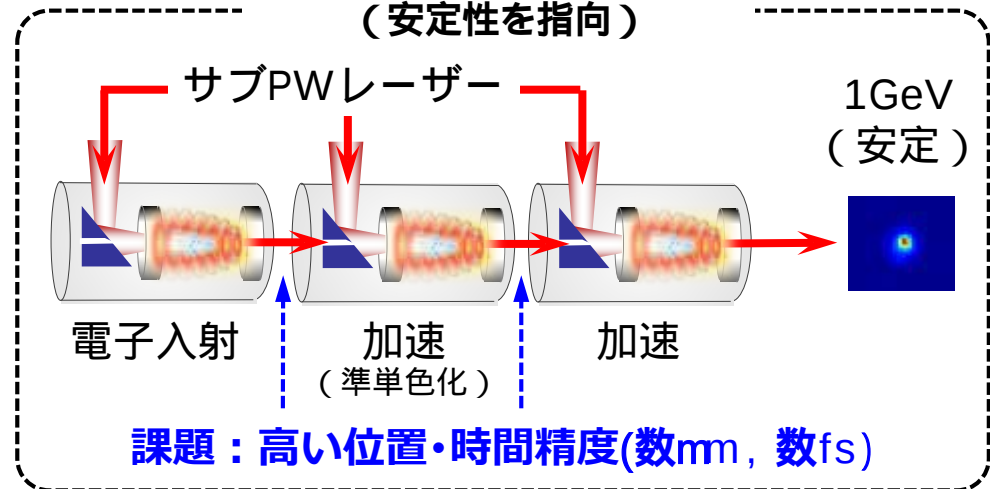
安定な加速

入射・強い加速

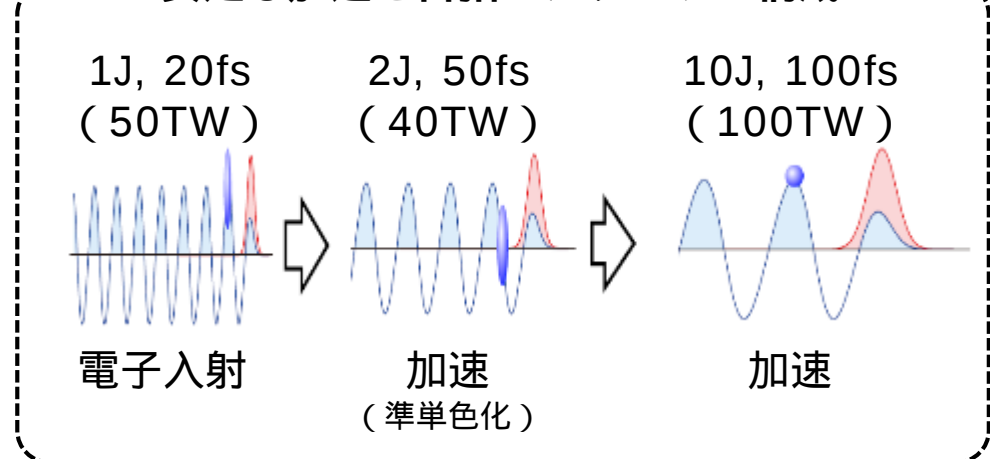
レーザー出力：大
ガス密度：大

電場：強

ImPACTの加速スキーム (安定性を指向)

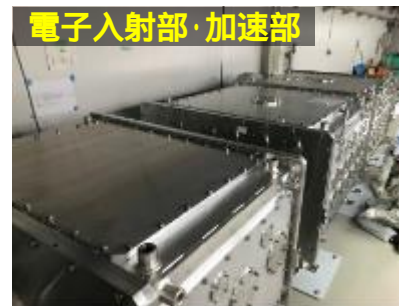
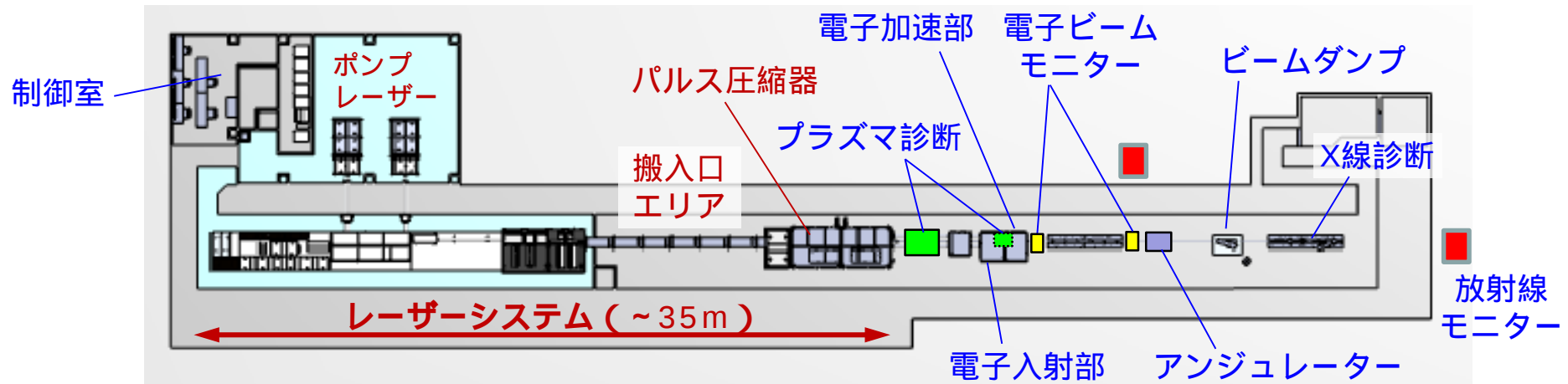


安定な加速を目指したレーザー構成

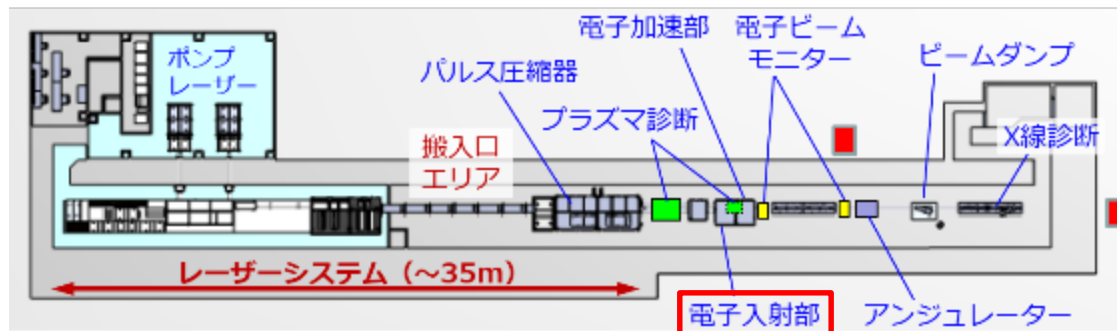


PW: Petawatt (10^{15} W), TW: Terawatt (10^{12} W)

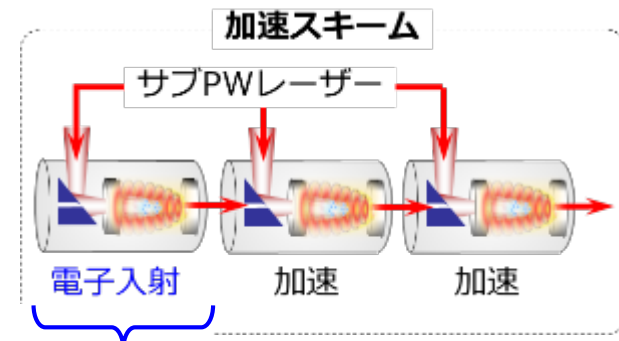
レーザー加速プラットホーム（播磨）



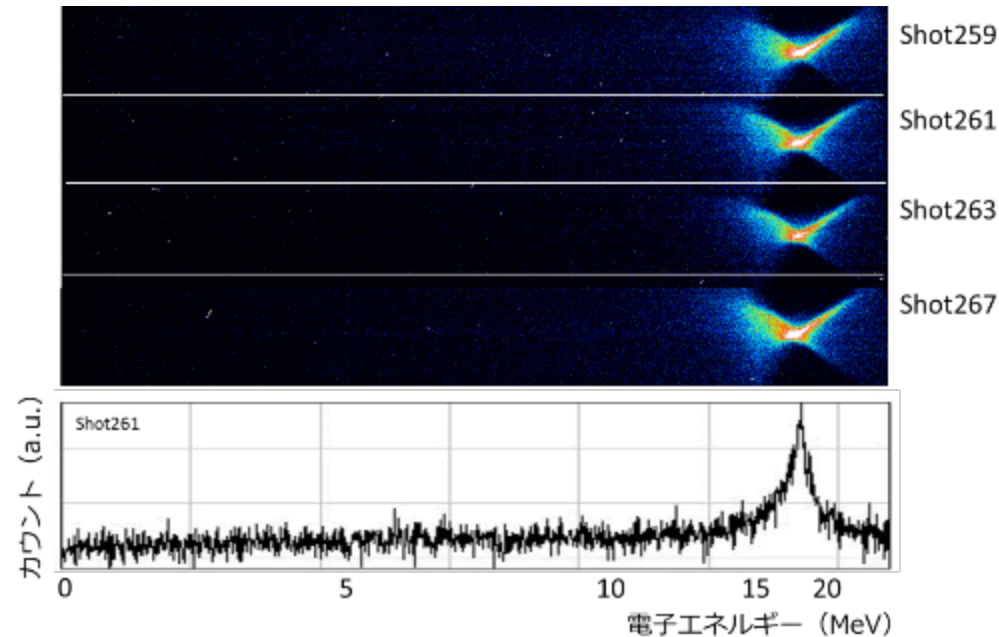
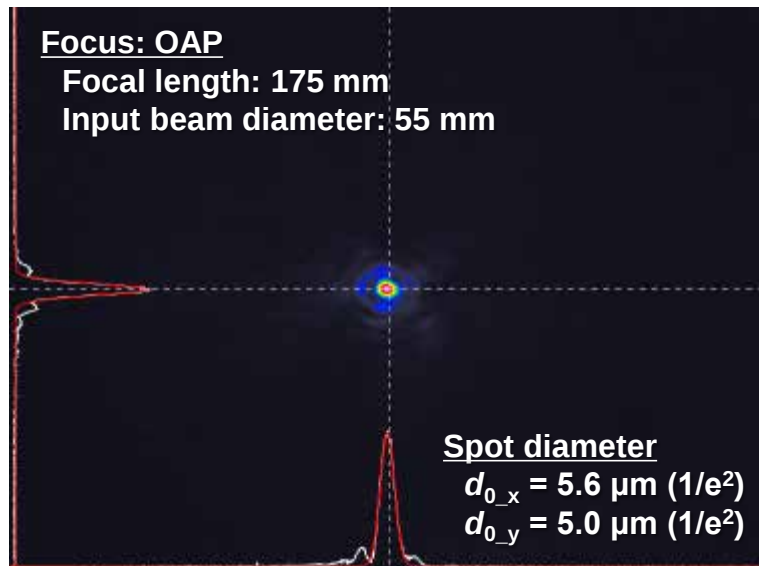
プラットホームにおける安定な電子入射



この部分を使用



この部分を使用



安定したレーザーで再現性の高い電子入射（発生）を実現

プラットホームにおける電子の多段加速（世界初）

