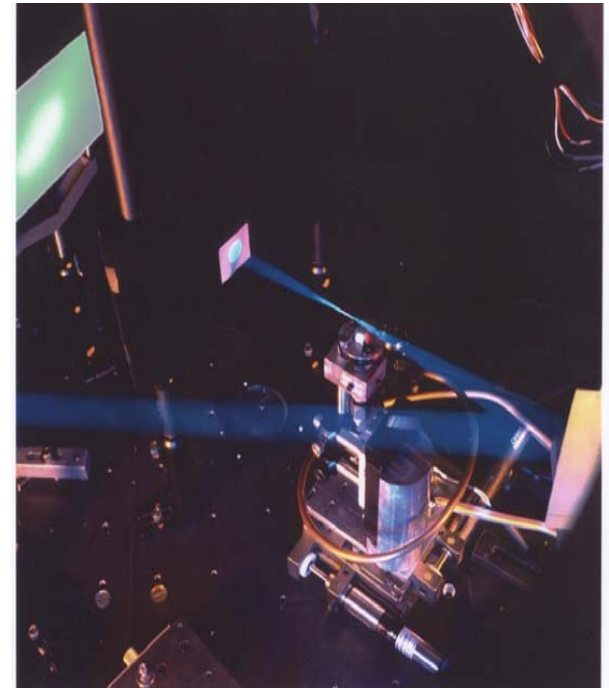
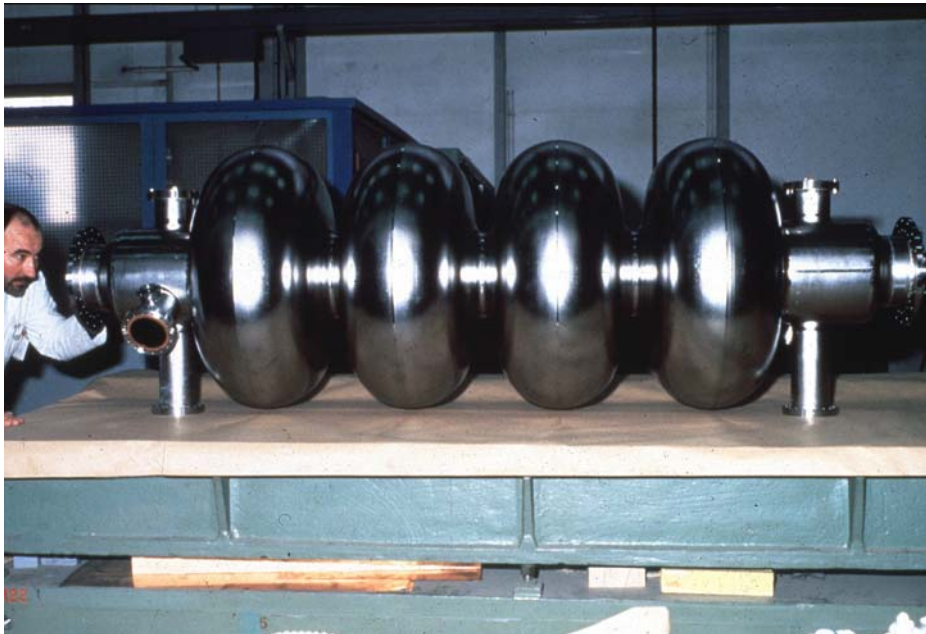


光による粒子の加速とその利用

日本原子力研究開発機構
加藤義章

第5回光資源委員会 平成19年4月24日



イオン注入による半導体製造

- ・半導体にイオン(B, P, As等)を注入して回路を形成
- ・CCD, C-MOSなど撮像素子では高エネルギーイオンを注入



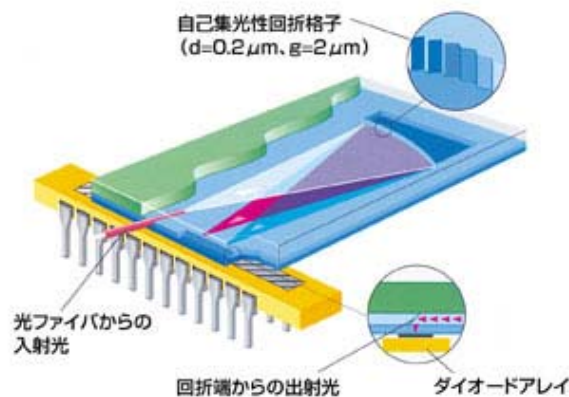
資料: 住友重機械工業

小型放射光装置

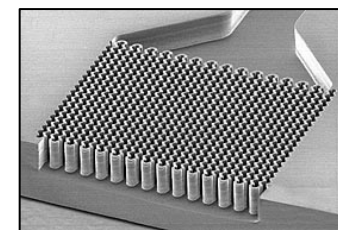


X線によるMEMS加工

携帯用マイクロ分光器



マイクロ液体ミキサー

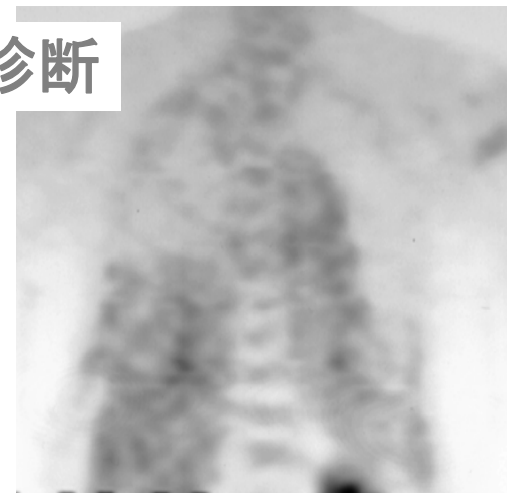
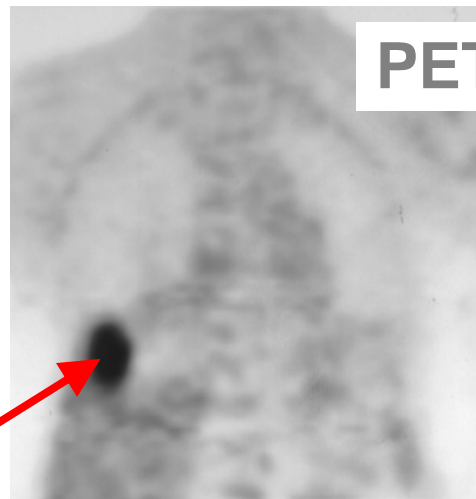


資料: 住友重機械工業

PET用薬剤製造



PET診断

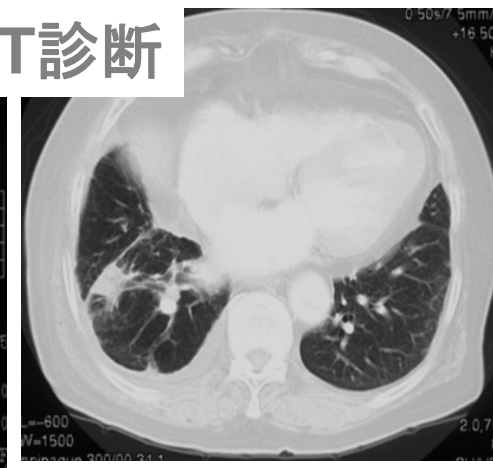
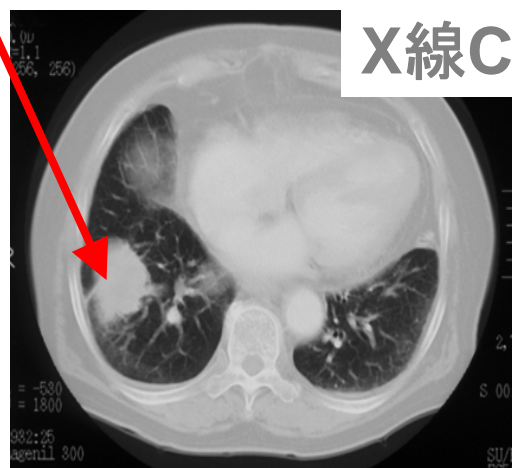


がん

粒子線がん治療



X線CT診断



陽子線治療前

治療後1年

がん治療用サイクロトロン (国立がんセンター東病院)

SPRING-8 (8GeV電子)

放射光による物質・生命の構造・機能解明



LHC (7 TeV 陽子コライダー)

@CERN 周長27km

ヒッグス粒子(質量の起源)の探求

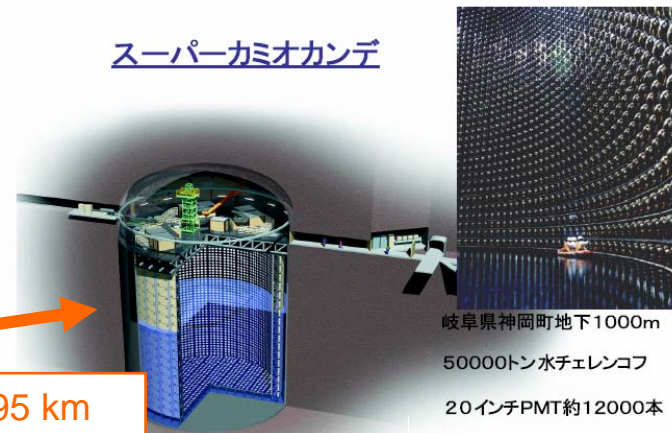


J-PARC (3GeV/50GeV陽子)

中性子による物質・生命の構造・機能解明
高エネルギー物理学



スーパーカミオカンデ

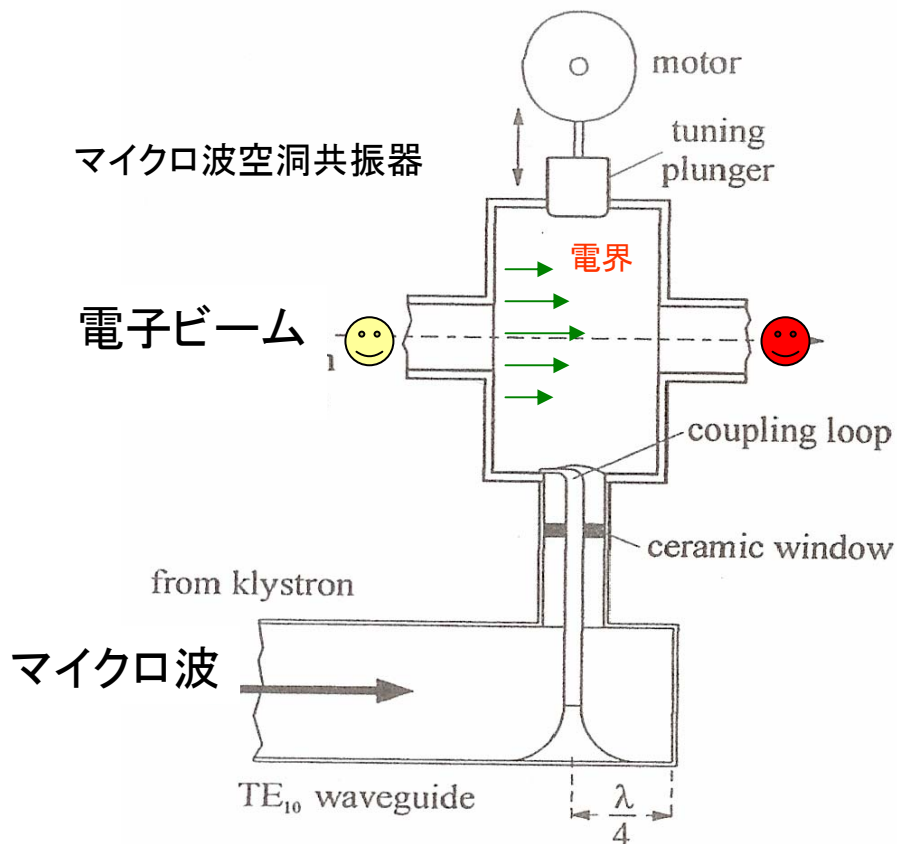


295 km
West

岐阜県神岡町地下1000m
50000トン水チェレンコフ
20インチPMT約12000本
1996～

マイクロ波電界による電子加速

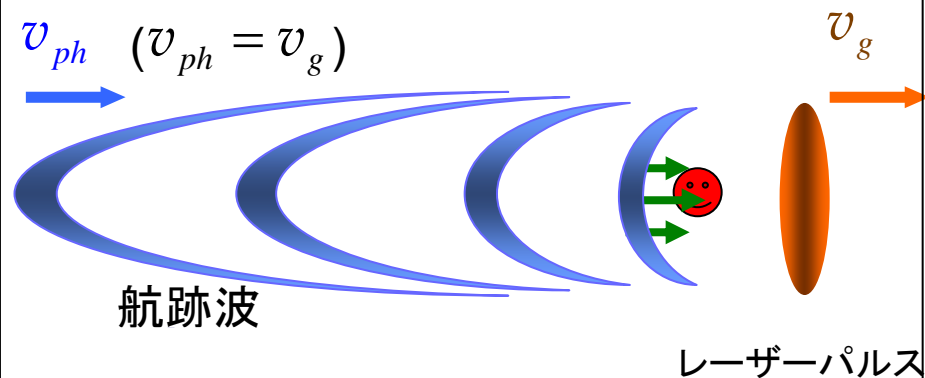
$E < 100 \text{ MeV/m}$ (壁の絶縁破壊が限界)



米国SSC計画の中止 (1993)
 周長 10^2 km 、エネルギー 20 TeV
 コスト $\$10\text{B}$

プラズマ波電界による電子加速

$E > 10 \text{ GeV/m}$ (絶縁破壊限界無し)



高強度レーザー光の圧力で電子が押し
 けられ、ほぼ光速で進むプラズマ波(航跡
 波)ができる。航跡波に乗った電子は、非
 常に強い電界で加速される。

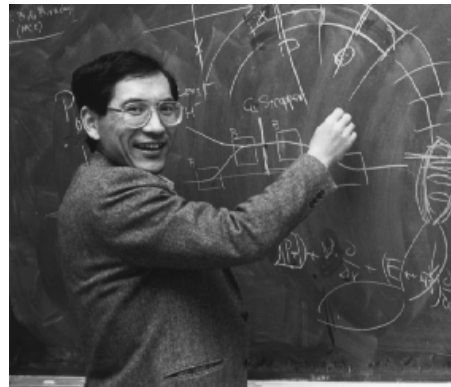
Laser Electron Accelerator

T. Tajima and J. M. Dawson

Department of Physics, University of California, Los Angeles, California 90024

(Received 8 March 1979)

レーザー加速器の提案 (田島、Dawson 1979)



田島俊樹氏
(原子力機構関西光科学研所長)



Prof. John Dawson

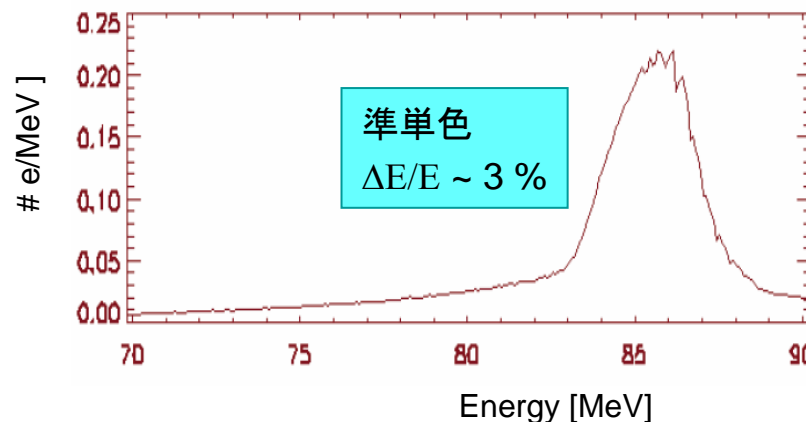
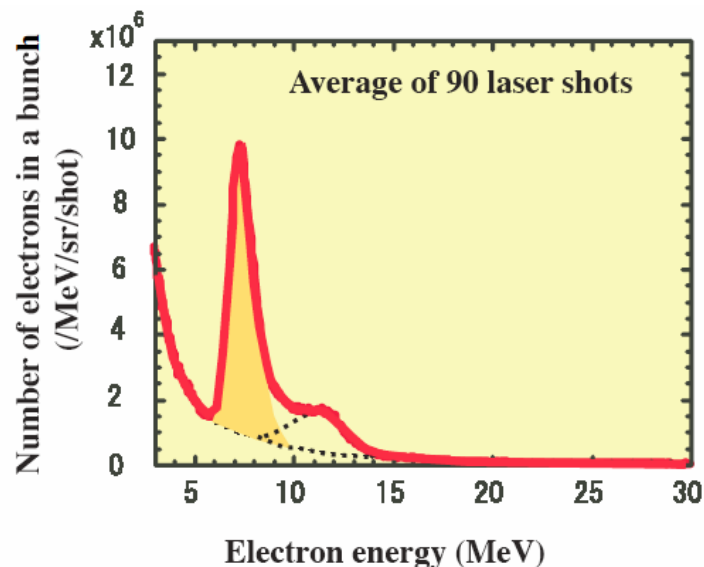


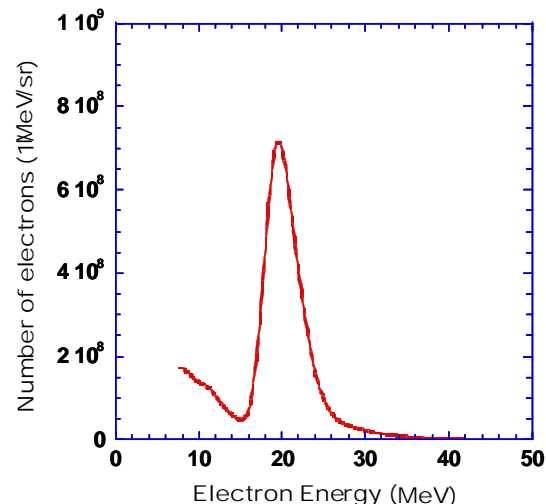
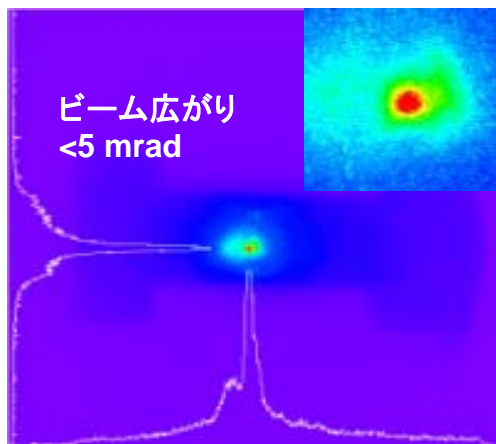
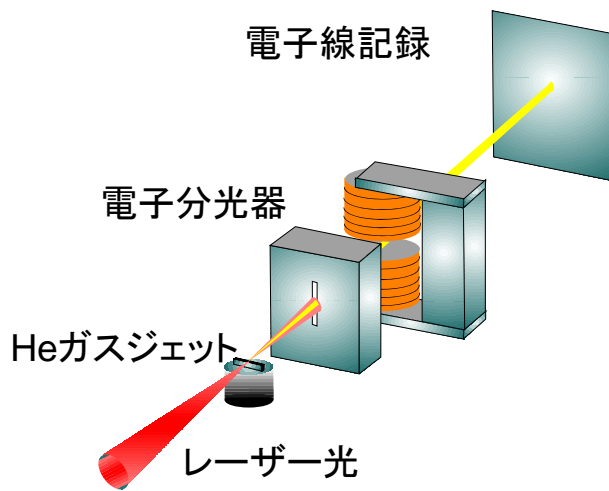
レーザー加速器の実現 “Dream beam”

英、米、仏の成果がNature誌(2004年431号)に同時掲載され、Dream Beamと命名される。

産総研でも、ほぼ同時期に同様の成果

特徴: コンパクト、低エミッタンス、短パルス、大電流

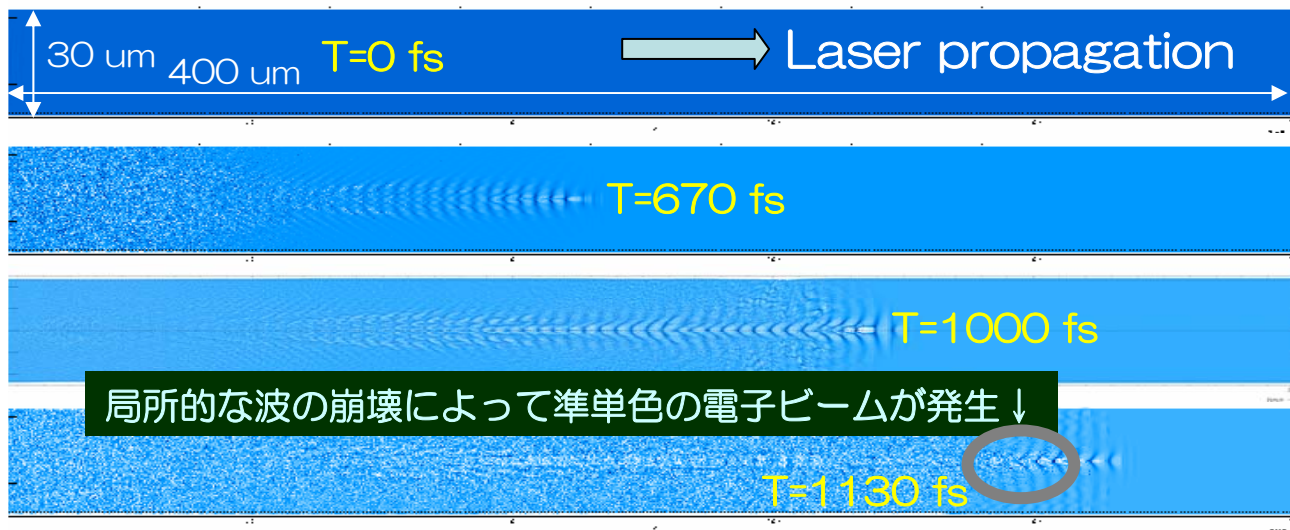




広がり少ない電子ビーム生成

準単色電子ビーム

レーザー光伝搬に伴うプラズマ波の時間発展の観測



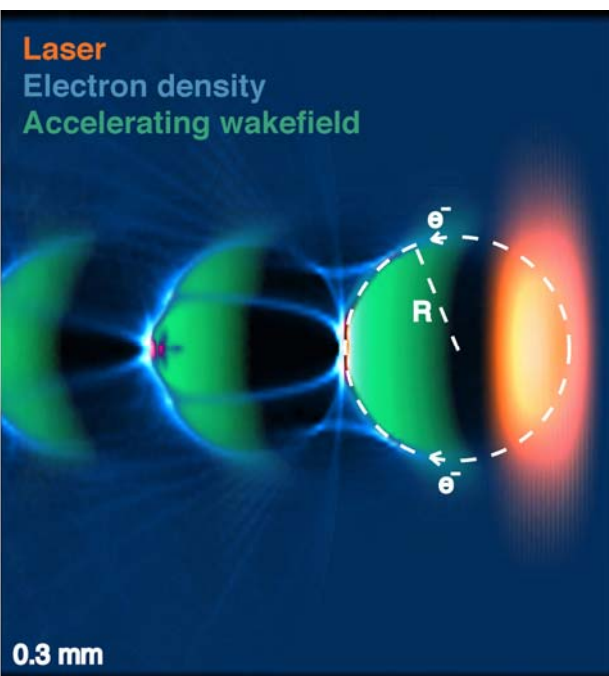
初期状態

電子プラズマ波
(加速媒体)の成長

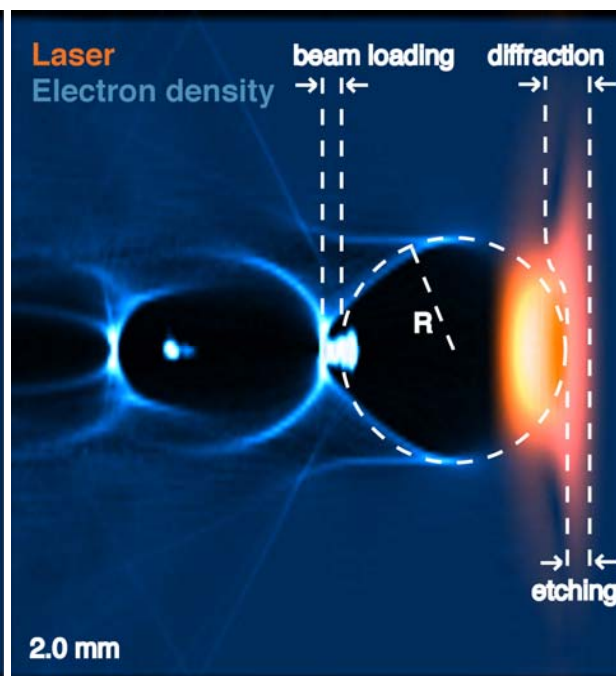
電子プラズマ波
(加速媒体)の崩壊

電子加速の機構 (高強度レーザー光の場合)

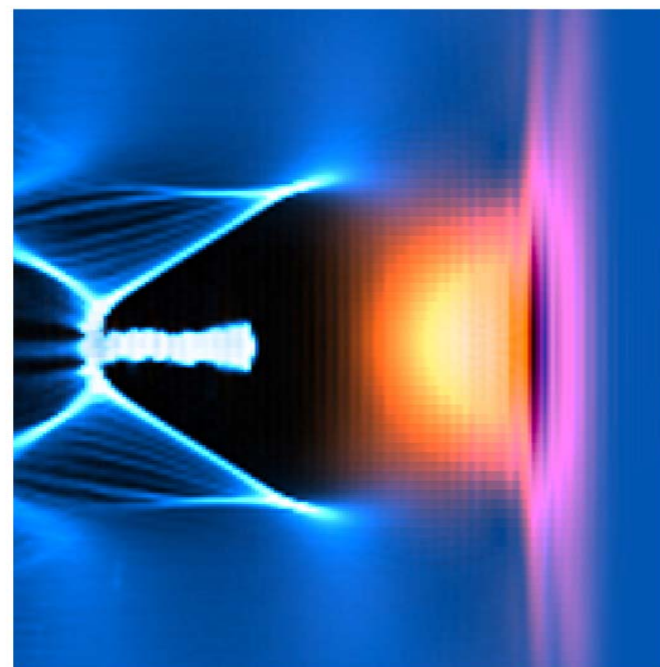
光圧による電子空洞生成



電子の自己注入



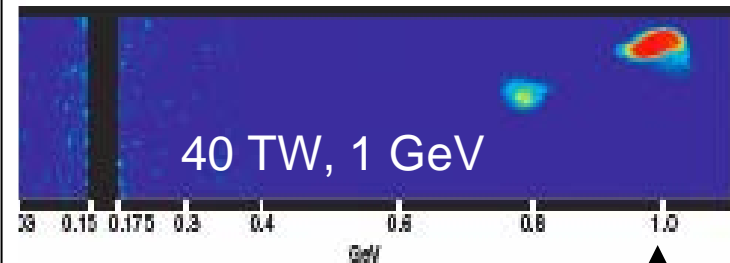
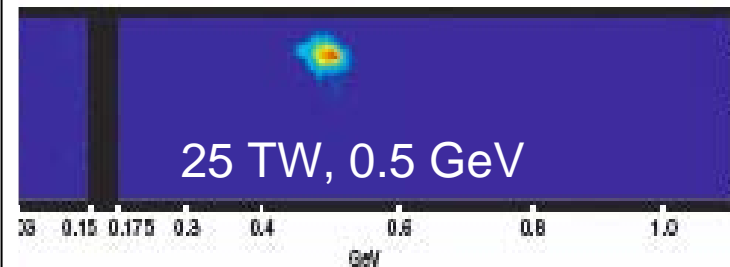
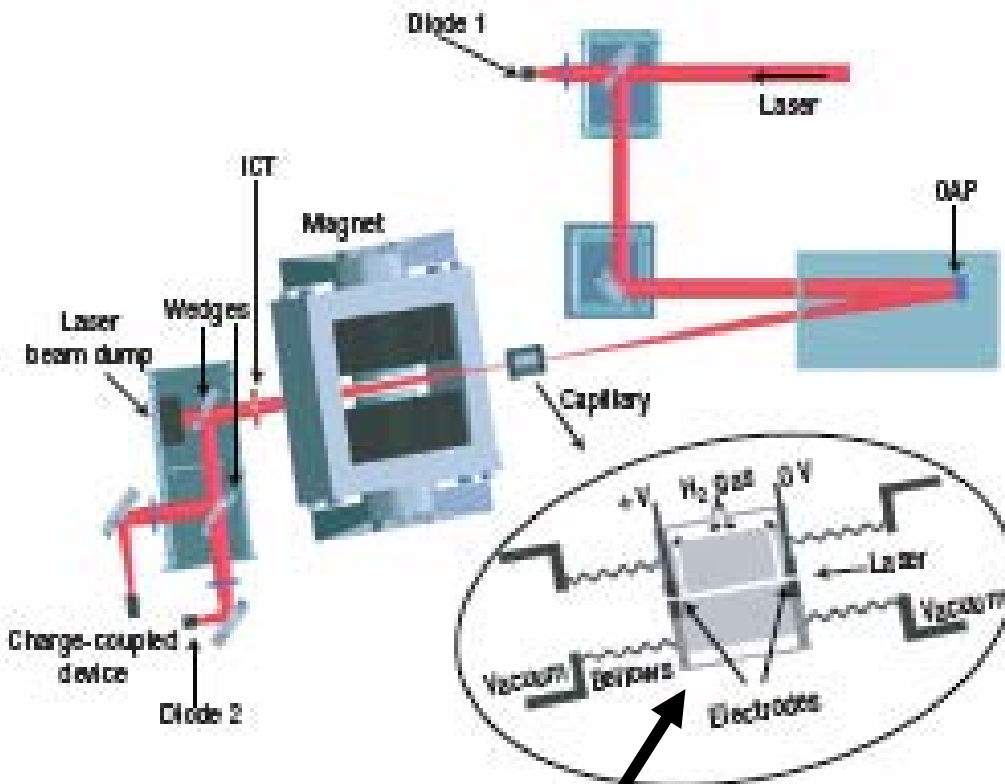
加速



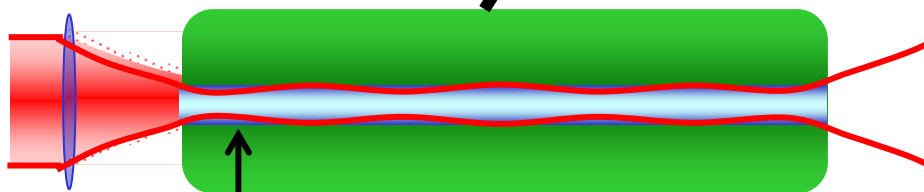
レーザー光パルス幅 < プラズマ波長

*W.P. Leemans et al., Nature Physics 2 (2006)

細管放電導波路 (3.3 cm, 310 $\mu\text{m}\phi$)による長距離加速



1 GeV



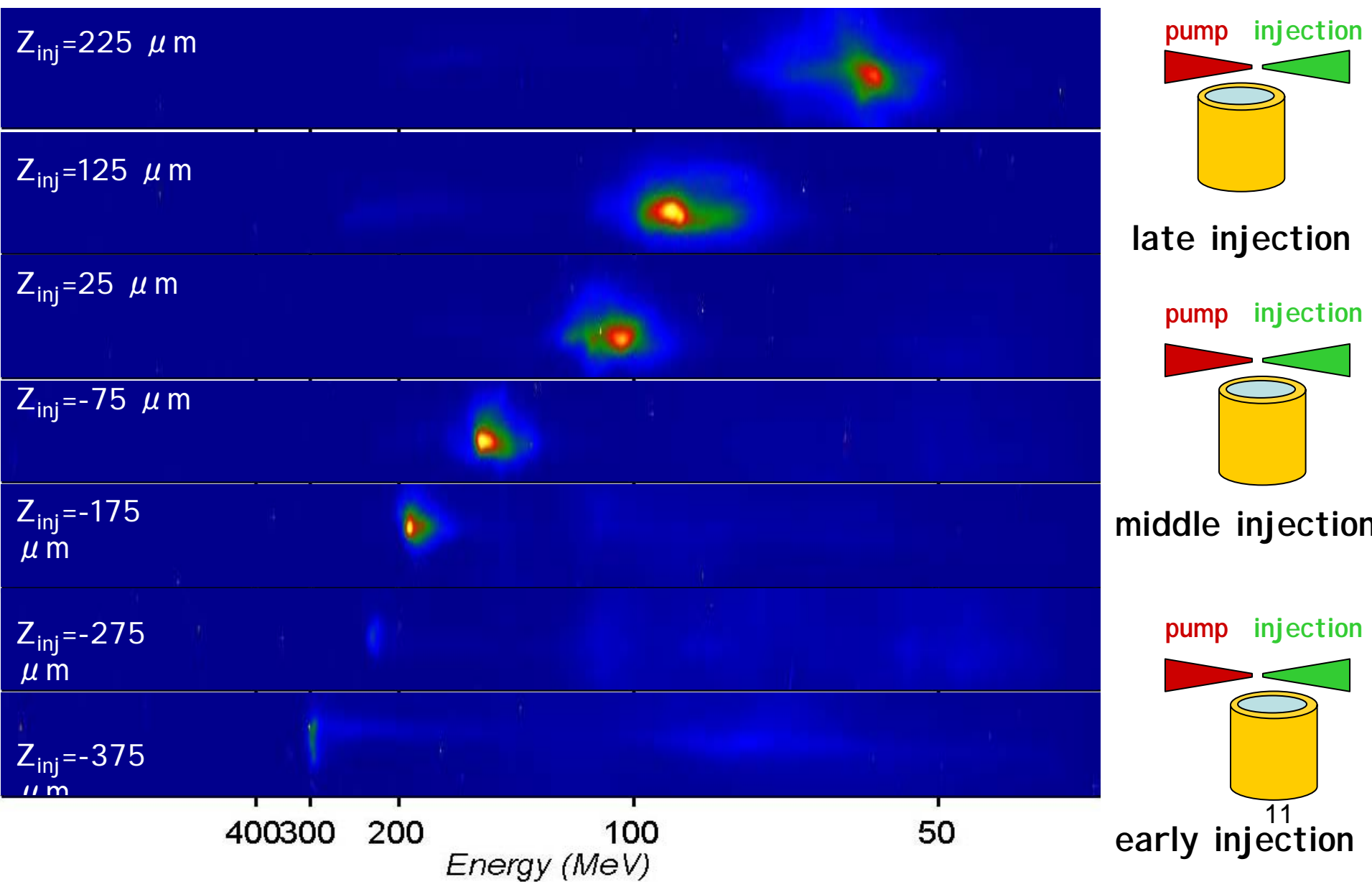
プラズマ導波路: レーザー光の長距離伝播、電子ビームの伝播

次の目標
>10cm導波路→>10 GeV加速

電子インジェクションによる加速電子の制御



V. Malka and J. Faure, ICUIL (2006)



レーザー加速器 放射光X線源 (小型、安価、高品質)

(KEK中島教授提案)

