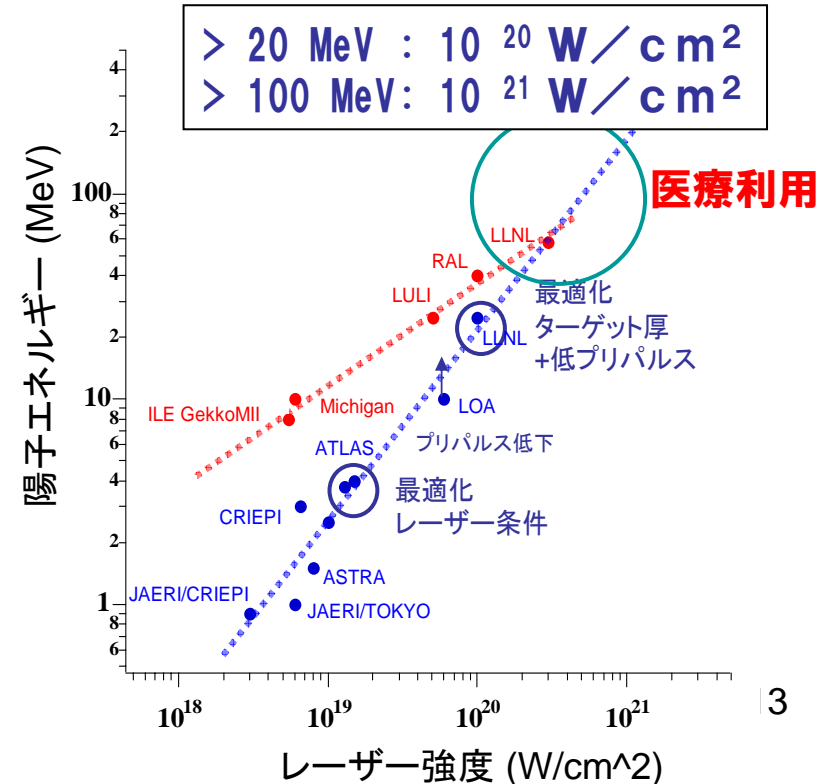
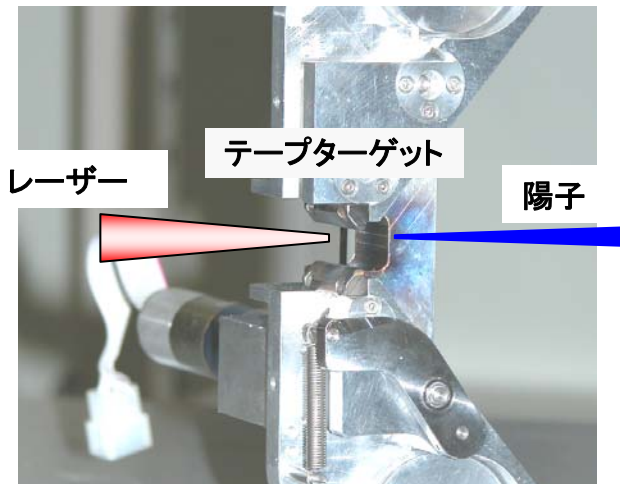
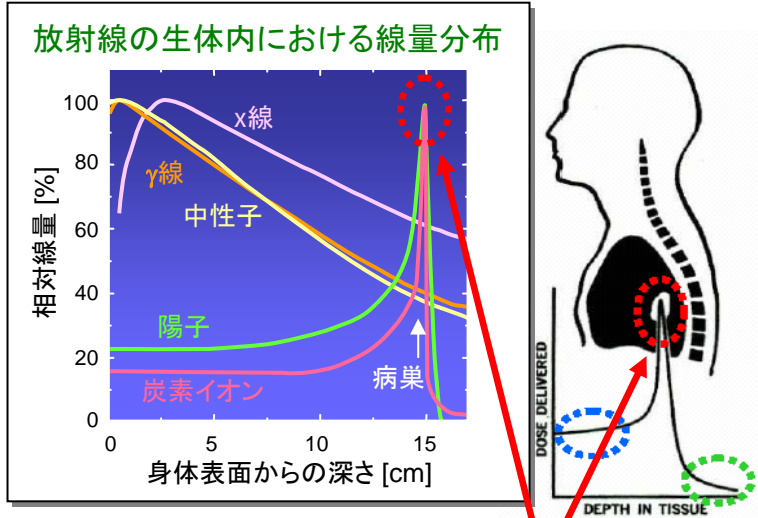


高速電子で生成される強い電界により陽子が加速される。

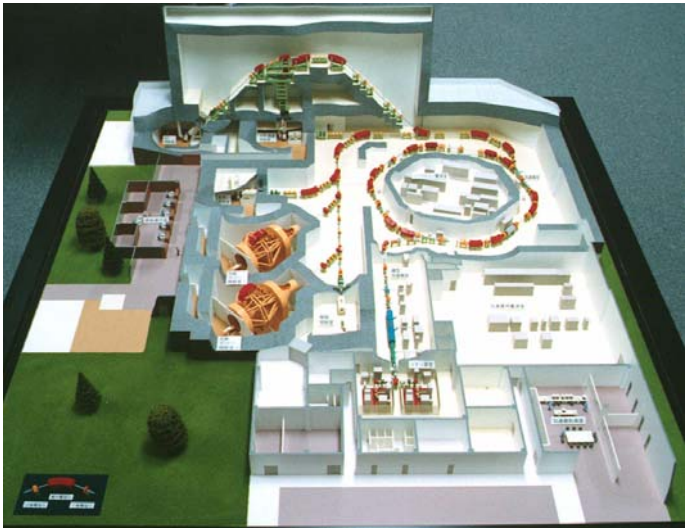
JAEAでの実験
 レーザー: 0.6 J, $0.7 \times 10^{19} \text{ W/cm}^2$
 陽子: 4MeV, $10^{11}/\text{shot}$ >0.4MeV
 変換効率: 1.2%



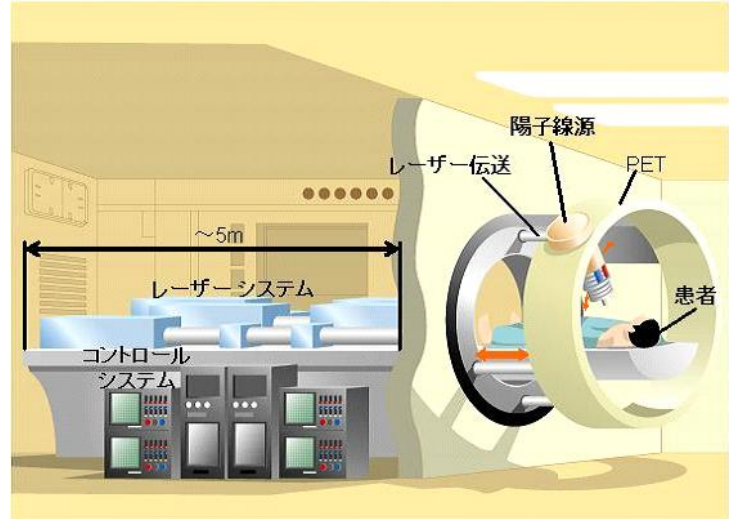
切らずに治す体にやさしい
粒子線治療



Bragg ピーク



小型・低価格化
普及



現状:ビルディングサイズ加速器 >100億円

レーザー駆動陽子線治療器
(~10m、~10億円)

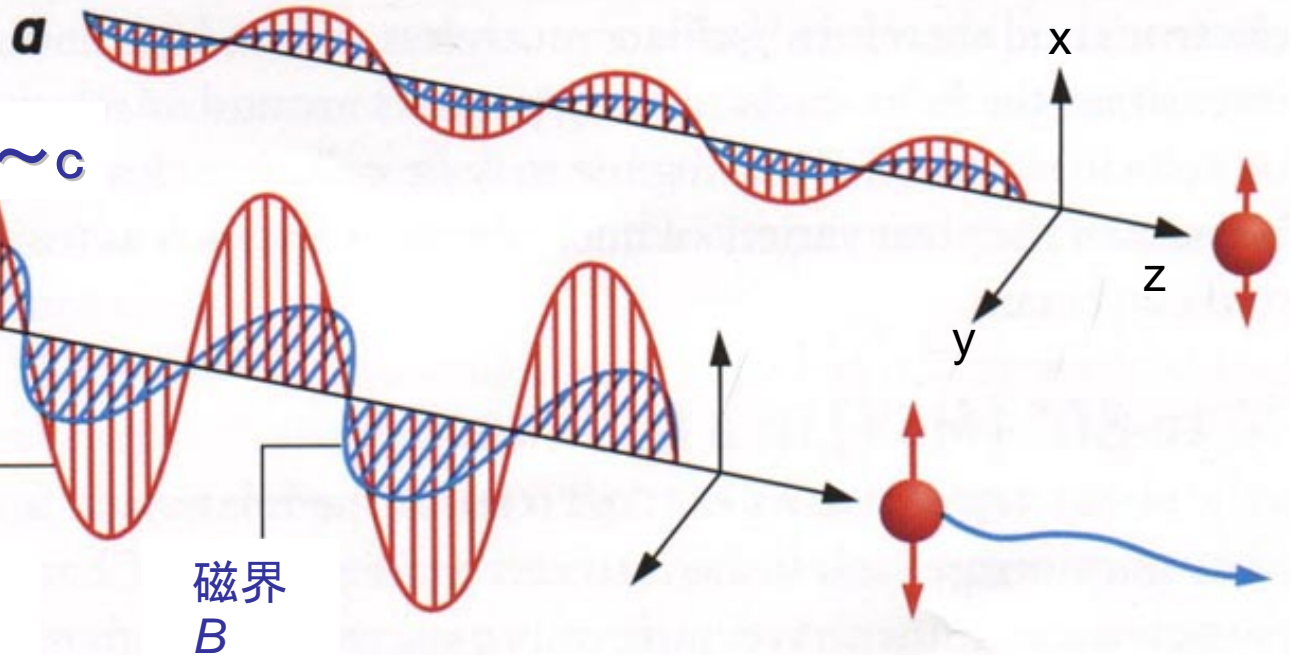
粒子に働く力：
$$\mathbf{F} = e \left[\mathbf{E} + \frac{\mathbf{v}}{c} \times \mathbf{B} \right]$$

x方向の振動 +z方向の力
($v \sim c$ の時、第一項～第二項)

相対論域に入る強度

電子 $I = 2 \times 10^{18} \text{ W/cm}^2$
陽子 $I = 4 \times 10^{21} \text{ W/cm}^2$

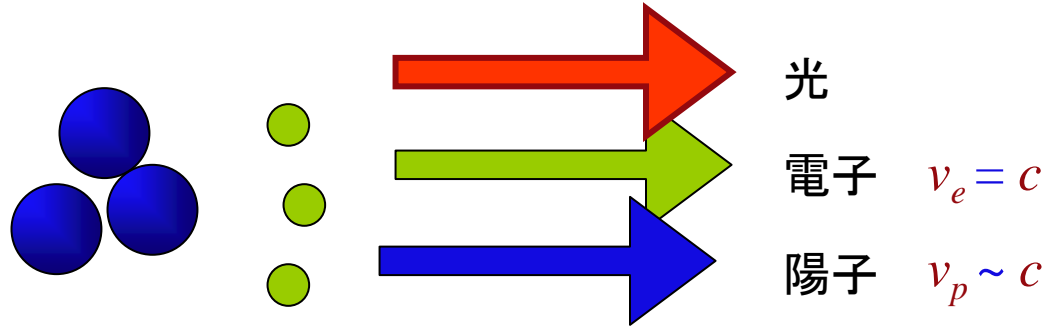
通常的光 $v \ll c$



非常に強い光 $v \sim c$

GeV級陽子生成

優れたエミッタンス
エネルギー ($E_p \sim I$)



陽子

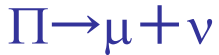
6 m

加速器

100 MeVパイオン
(寿命20ns)

10 GeVパイオン
(寿命2 μ s)

高エネルギー
ミュオン、ニュートリノビーム



短寿命核の長寿命化

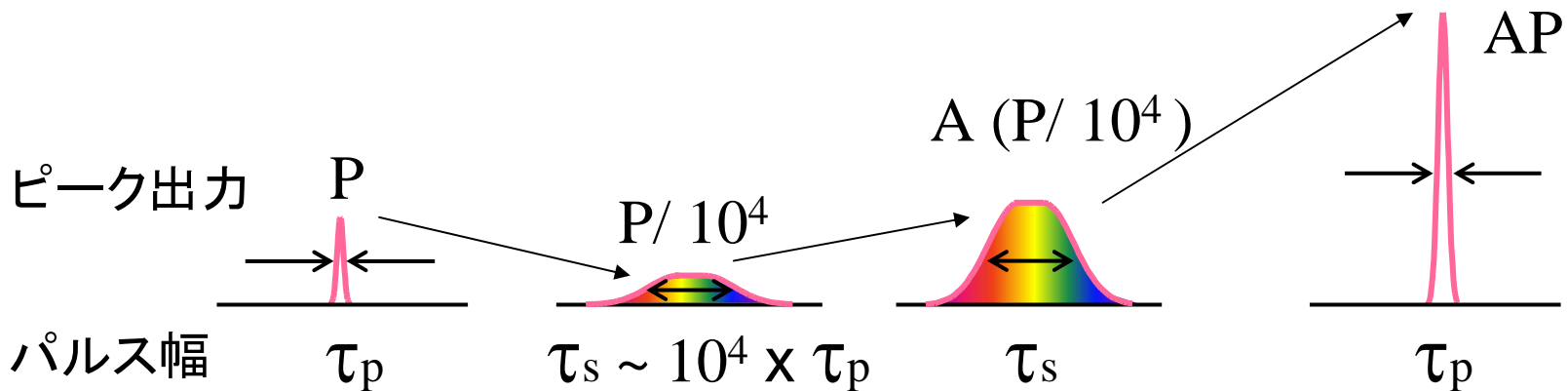
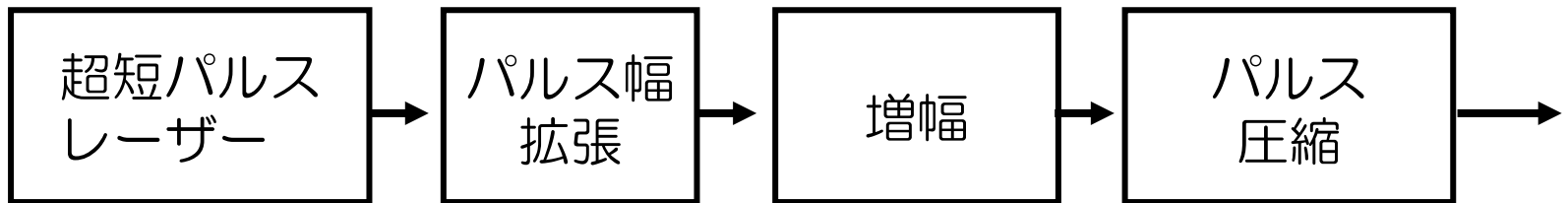
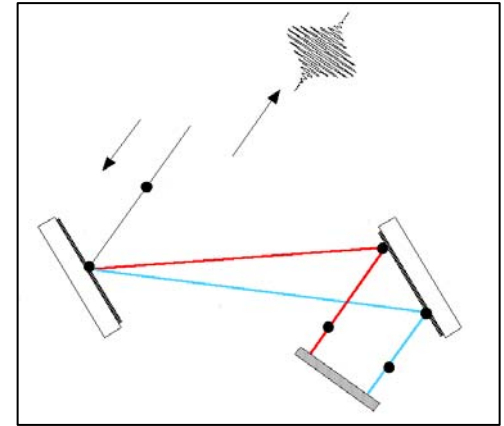
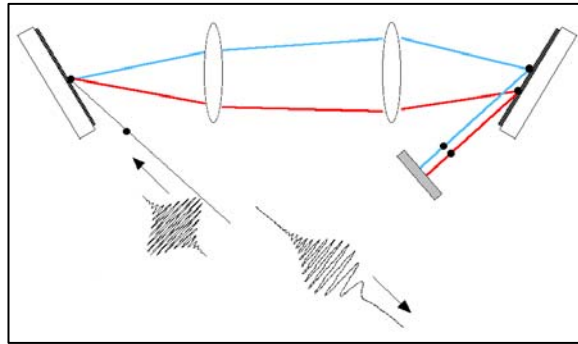
(D. Habs提案)

ペタワットパルス
 10^{23} W/cm^2

チャープパルス増幅 (CPA)

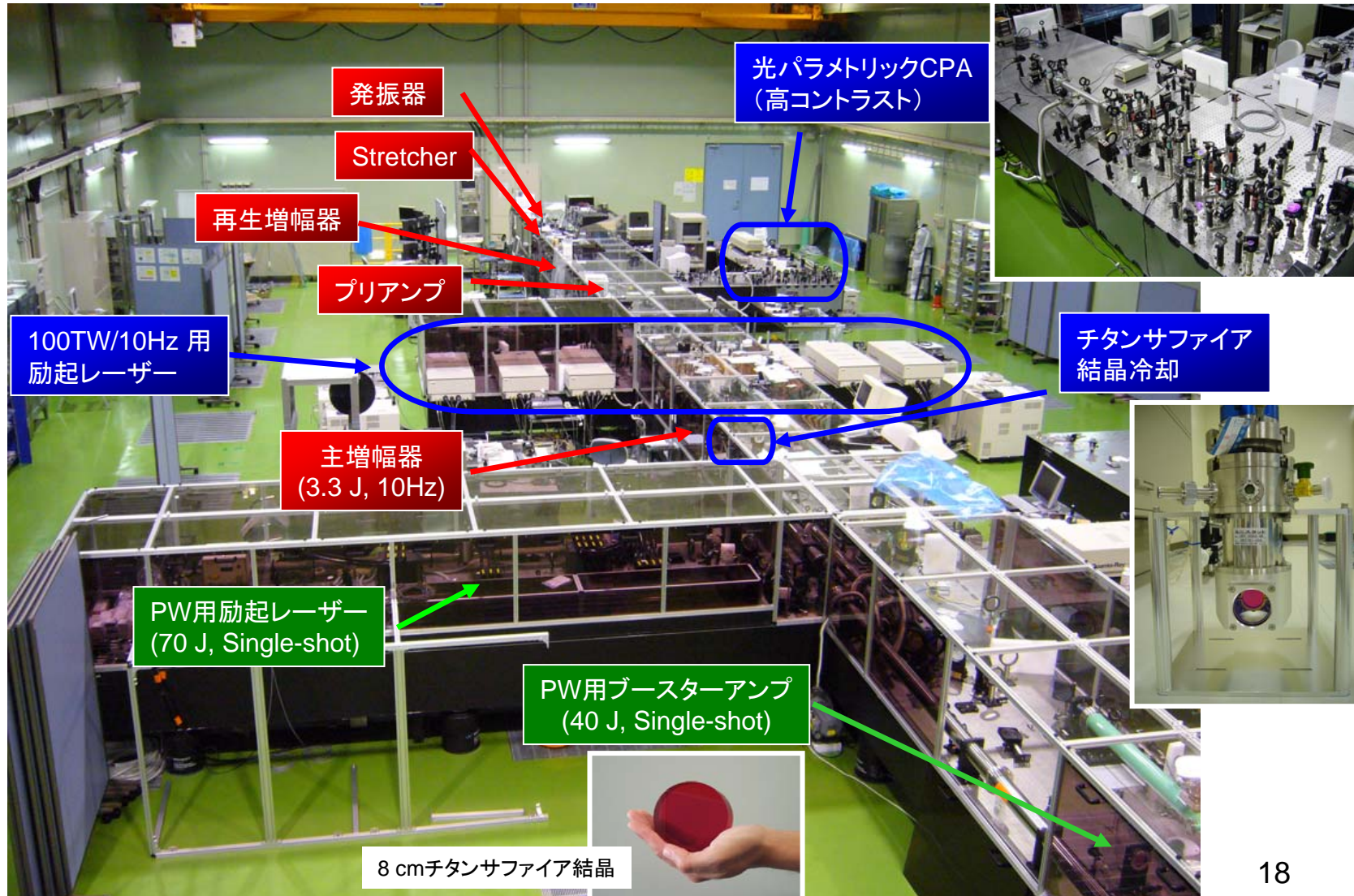
高ピーク出力, 超短パルスレーザー光の生成

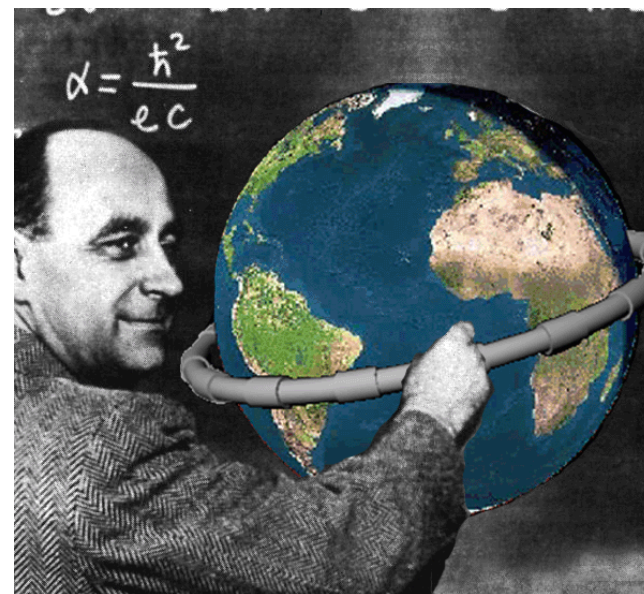
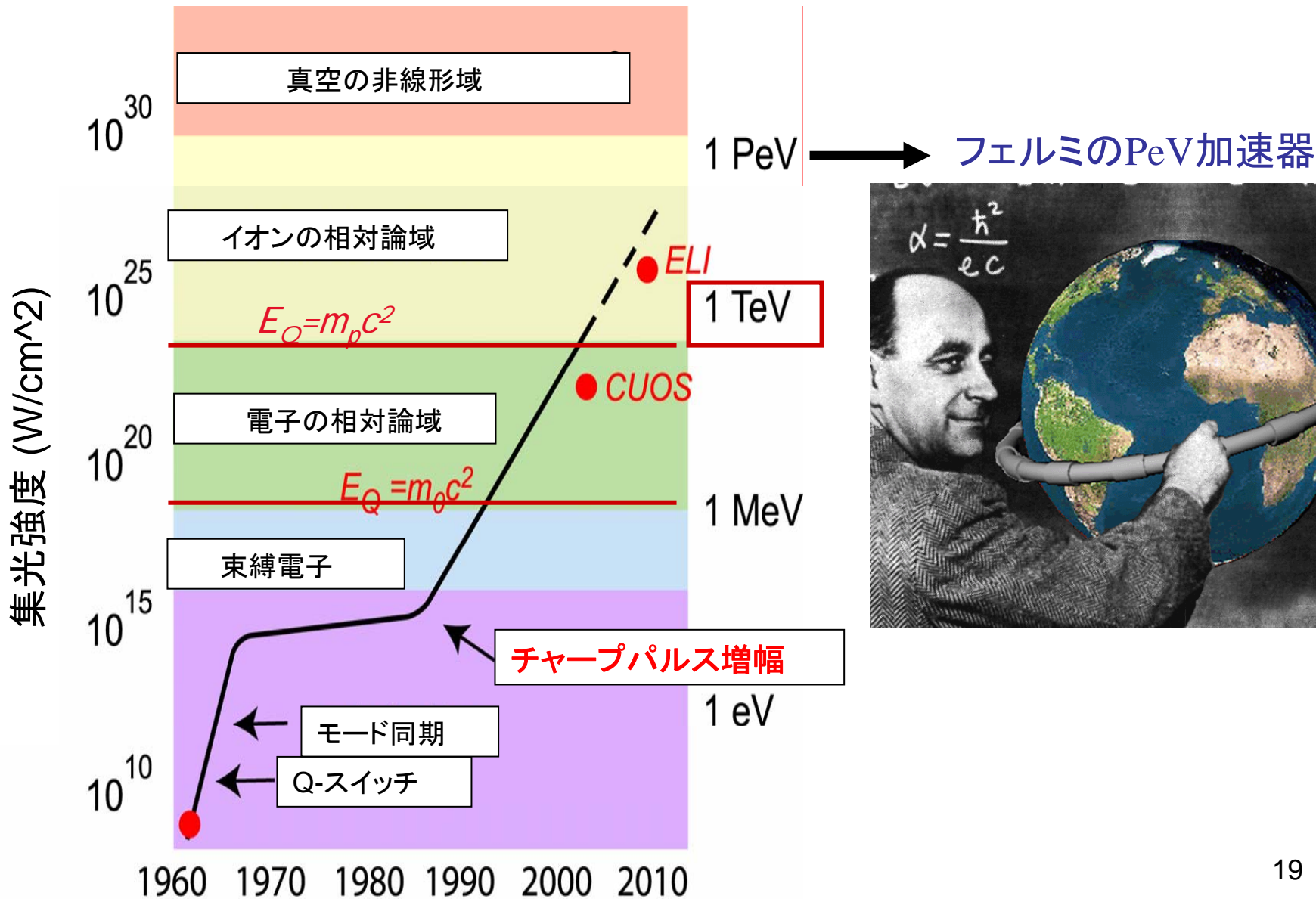
D. Strickland and G. Mourou (1985)



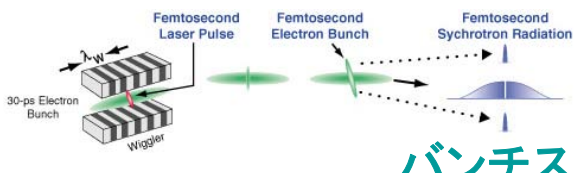
JAEA-PW laser: J-KAREN

(19 fs, 80 TW, 10 Hz, $<10^{-9}$ prepulse)





次世代光源
X-FEL, ERL放射光



バンチスライス
ERL 放射光提案

第3世代放射光

SLAC-XFEL 提案



第2世代放射光

1980

CPAの発明
=超短パルスレーザー



フェムト秒サイエンス

1990 高次高調波=コヒーレント軟X線

ペタワットレーザー
プラズマX線レーザー

2000

アト秒科学

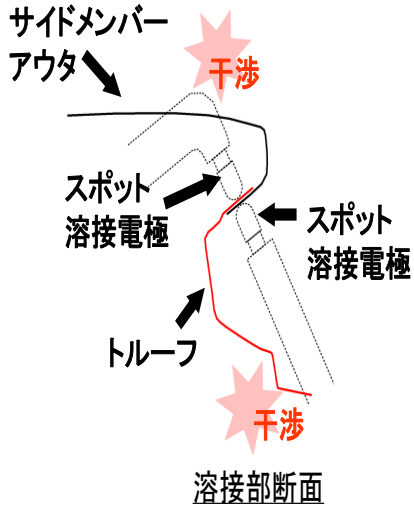
“Dream Beam”

2010

エキサワット
レーザー



自動車生産へのレーザー利用 (高木宗谷、トヨタ自動車)



超短パルスレーザー加工による 自動車エンジンの性能向上

(上) シリンダー内壁溝形成
(燃料6%、潤滑油85%、ピストンリング消耗60%減)

(下) 燃料噴射ノズル径の縮小と精度向上
(微細噴射によるディーゼルエンジンの着火向上)

F. Bachmann, Optical Technology made in Germany
レーザー加工学会 2005年12月

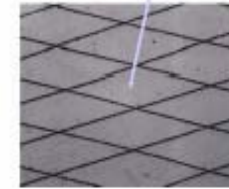


Fig. 16: Microstructuring of engine cylinder walls (by courtesy of FGSW (Fa. Gehring GmbH resp.))

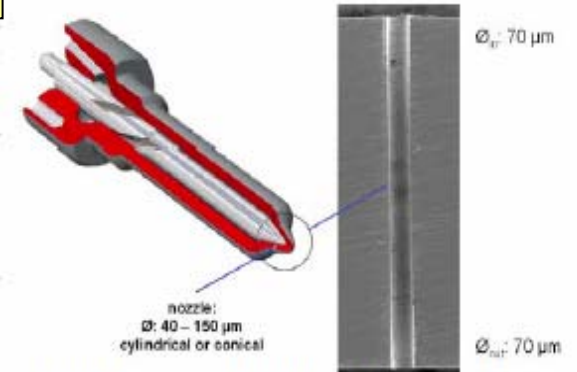
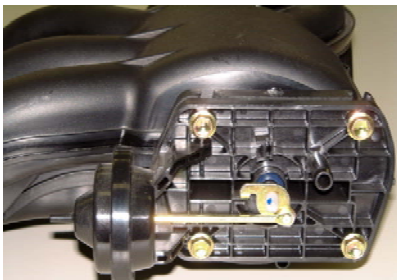
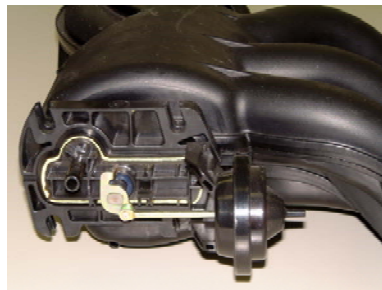


Fig. 17: Injection nozzle, drilled with femto-second laser (by courtesy of FGSW (and Bosch resp.))



ボルト締結



樹脂溶着

到達点

- 超高強度レーザーの普及
- レーザー電子加速の実現
- レーザーイオン源の実現

今後の展開

- レーザー電子加速の利用(超短パルス電子ビーム、超短パルスX線、高エネルギー電子加速器)
- レーザーイオン源の利用(粒子線治療、高品質イオンビーム)
- イオン相対論域への展開
- “強いレーザー”の産業応用の普及

明治時代の物理学 (光の圧力を測る寺田寅彦)

穴倉の下で半年余りも光線の圧力の試験をしている野々宮君の様な人もいる。野々宮君は頗る質素な服装をして、外で逢えば電燈会社の技手位な格である。それで穴倉の底を根拠地として欣然としてたゆまずに研究を専念に遣っているから偉い。

然し望遠鏡のなかの度盛がいくら動いたって現実世界と交渉のないのは明らかである。野々宮君は生涯現実世界と接触する気がないのかもしれない。

(夏目漱石 「三四郎」)