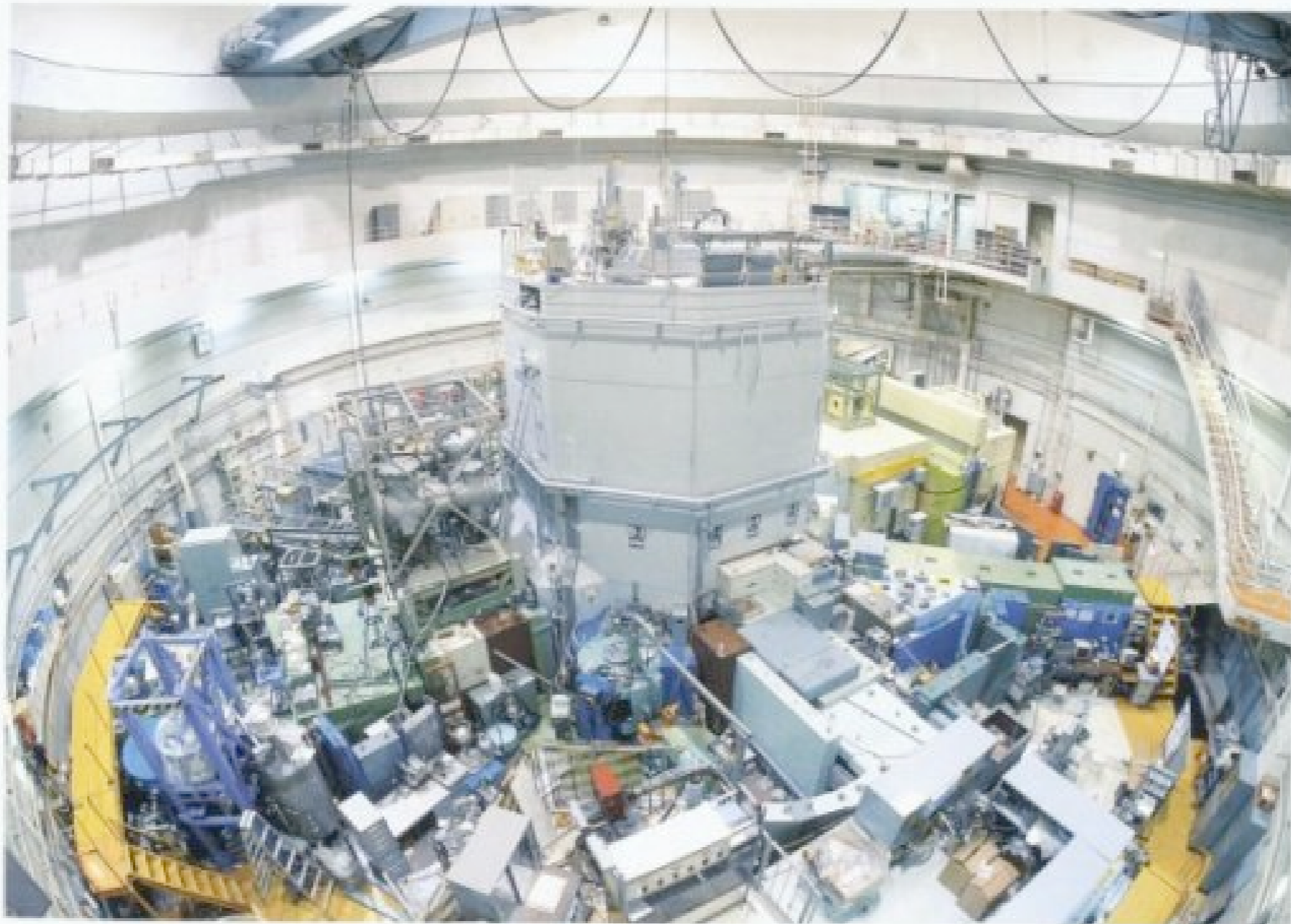


150 MeV FFAG Accelerator Complex as a Neutron Production Driver for ADS Study

M. Tanigaki, Y. Mori, T. Uesugi, K. Okabe, M. Aiba,
K. Mishima, S. Shiroya, M. Inoue,
A. Osanai*, H. Horii* and Y. Ishi**

Research Reactor Institute, Kyoto University
*Graduate School of Engineering, Kyoto University
**Mitsubishi Electric Corporation

KUR



Terminated the operation
with high enriched uranium on 23. Feb. 2006

KART Project

(Kumatori Accelerator driven Reactor Test)

Purpose: Feasibility Study of ADS

- k_{eff} for $E_p = 20 \sim 150$ MeV
- FFAG Accelerator as
Proton Driver for ADS

Five-year Project (2002~2007)

「暴走」の清算」を含む国
正常化問題の三つのテ
きるかが焦点となる。
森本昭隆・外務省アジア
局長も記者団に「私個人

「暴走」しない原子炉

未臨界で核分裂持続



実験に使用する超小型原子炉
京大原子炉実験所で

炉心溶融などにつながら「暴走」が起きない原子炉の運転実験を、京都大原子炉実験所（大阪府熊取町）が来年度から始める。ウランを臨界状態にせず、原子炉外から高速の中性子を投入して核分裂を持続させる世界初の方式を採用。

実験するのは「加速器駆動未臨界炉」。京大は熱出力100ワットの超小型原子炉を使用し、外部に中性子を生じさせるため

して出陣し、午後8時（日本時間同4時）すぎから約1時間続いた。

（日本時間同4時）すぎから約1時間続いた。

（日本時間同4時）すぎから約1時間続いた。

の加速器をよびこむ。一般的な原発の燃料は、「臨界」を調整されており、一定の核分裂が持続している状態。しかし「加速器駆動未臨界炉」では、未臨界状態なので、ほうっておくと、核分裂は自然に収まる。核分裂を促すため、加速器で加速した陽子を金属に衝突させてつくった中性子を、炉内に投入する。

放射能の半減期が数万年の高レベル放射性廃棄物を、数万年以下のよ

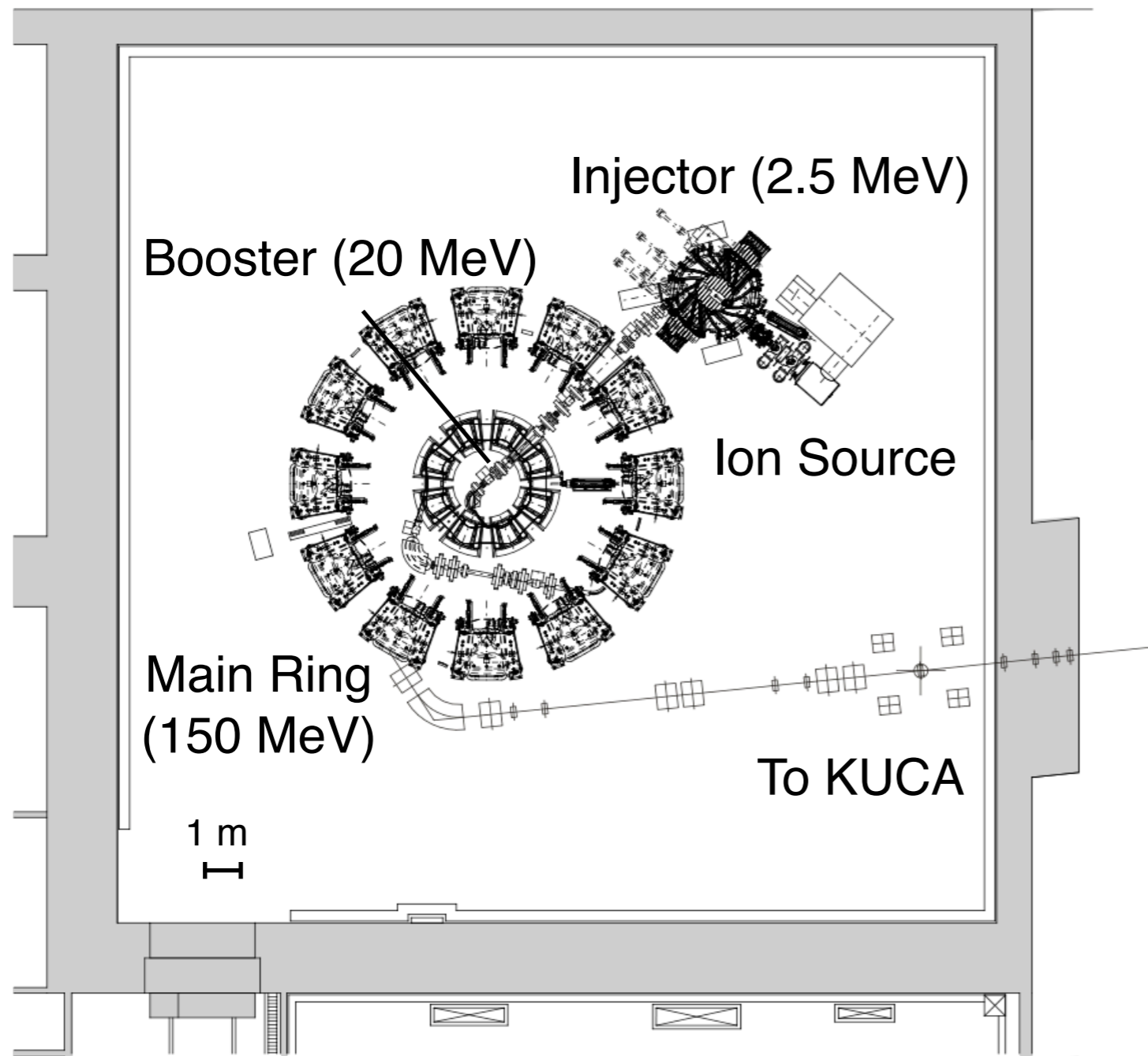
り放射性が少なく、運転が楽になり、廃棄物が少なくて済む。また、トリウムも燃料に使えたりする可能性がある。一方、発電量の4割を加速器の運転に振り向ける必要があるとの試算もあり、経済性に乏しい欠点もある。

京大の三島嘉一郎教授は「将来、エネルギーの枯渇で幅広い核燃料を使う必要が出た時、この技術が役立つかもしれない」と話している。（長野剛

世界初方式 京大が実験へ

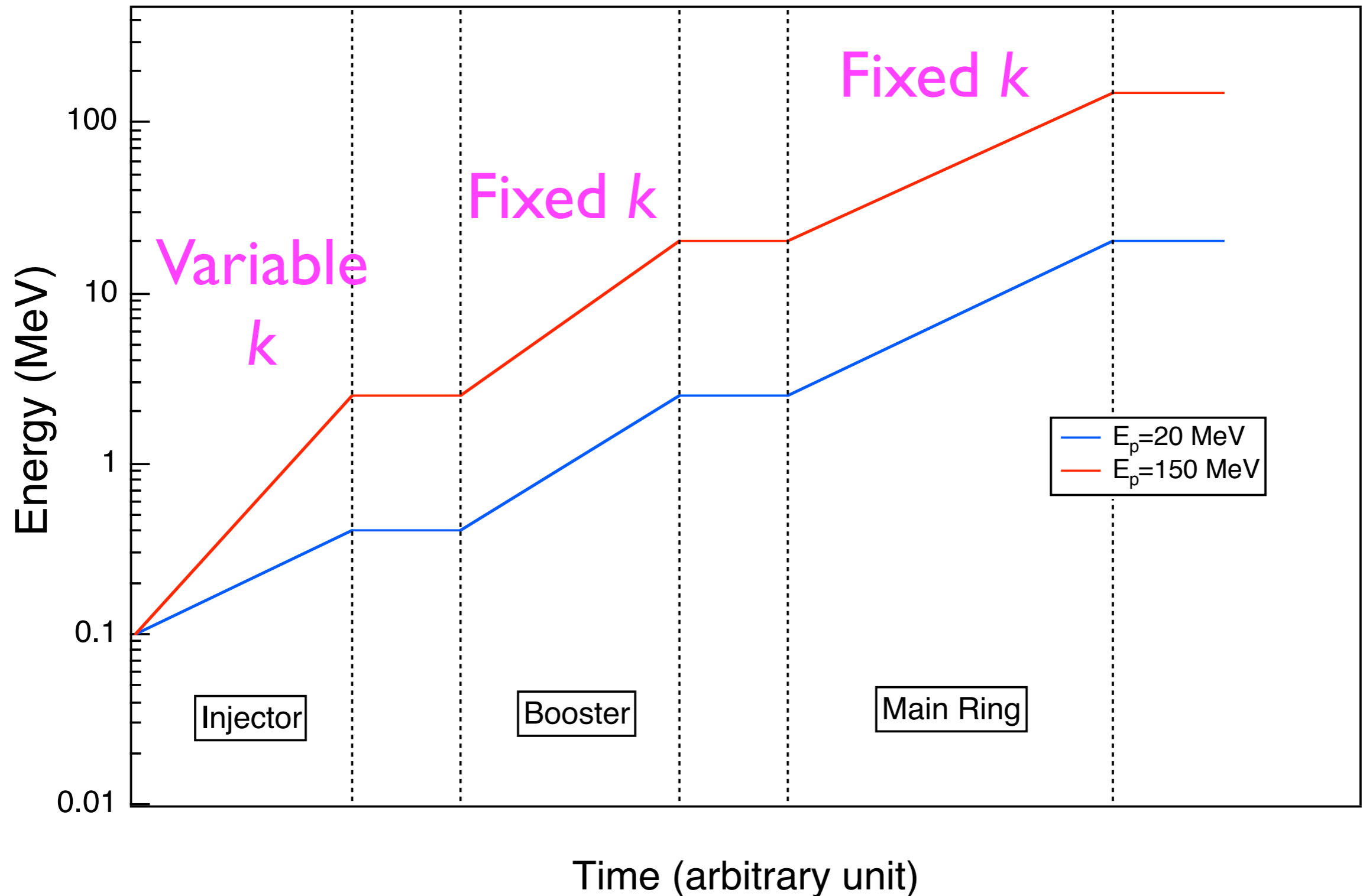
金比率
220 %
19.5
評価
すべて
政策、
わせる
室で最終的な燃料の量が
れた。燃料を必要としたポ
ルトンと、燃料を必要とした

FFAG Complex



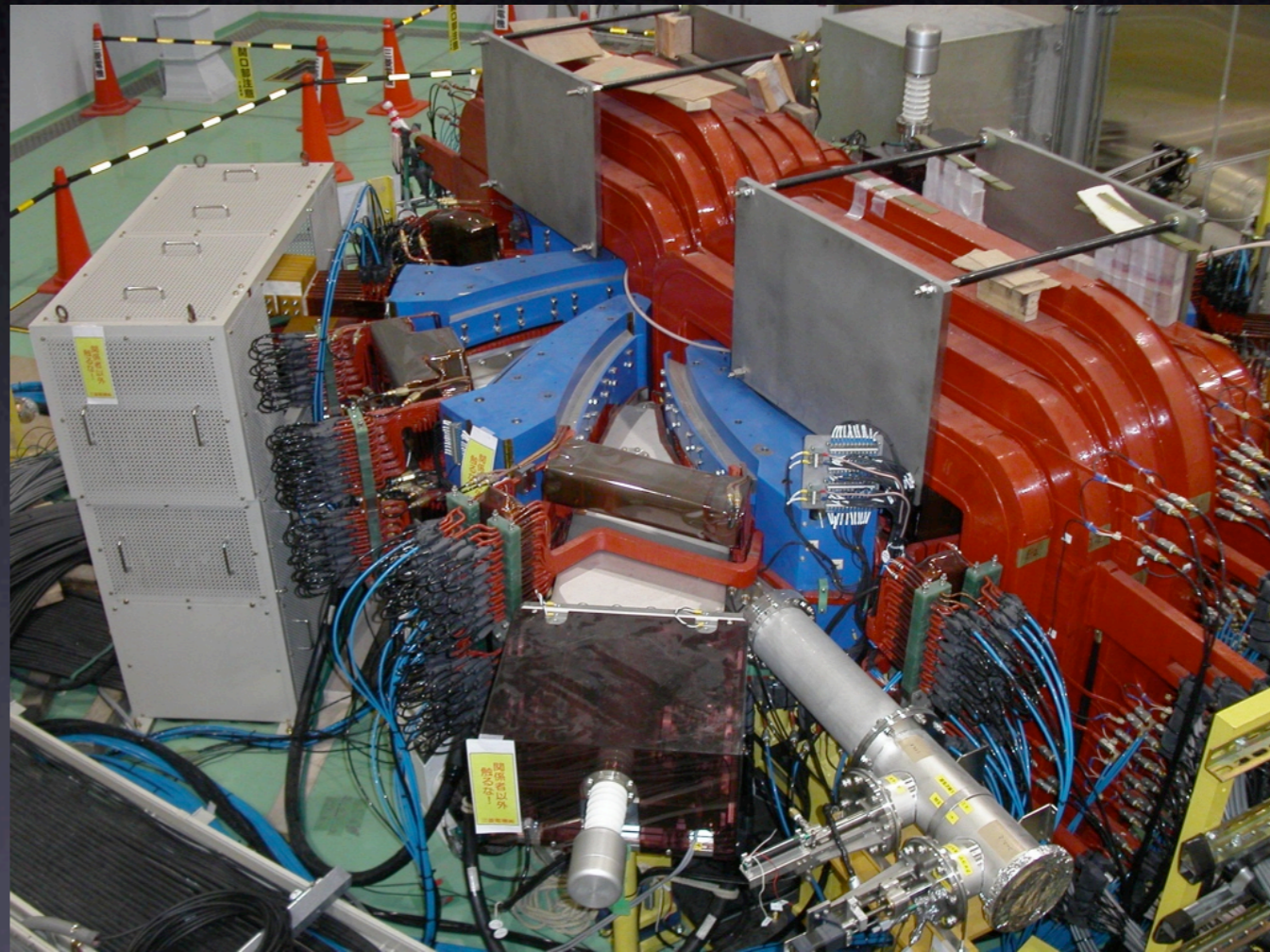
- 20~150 MeV
- Repetition Rate up to 120 Hz
- Up to 1 μA

Variable Energy



Injector

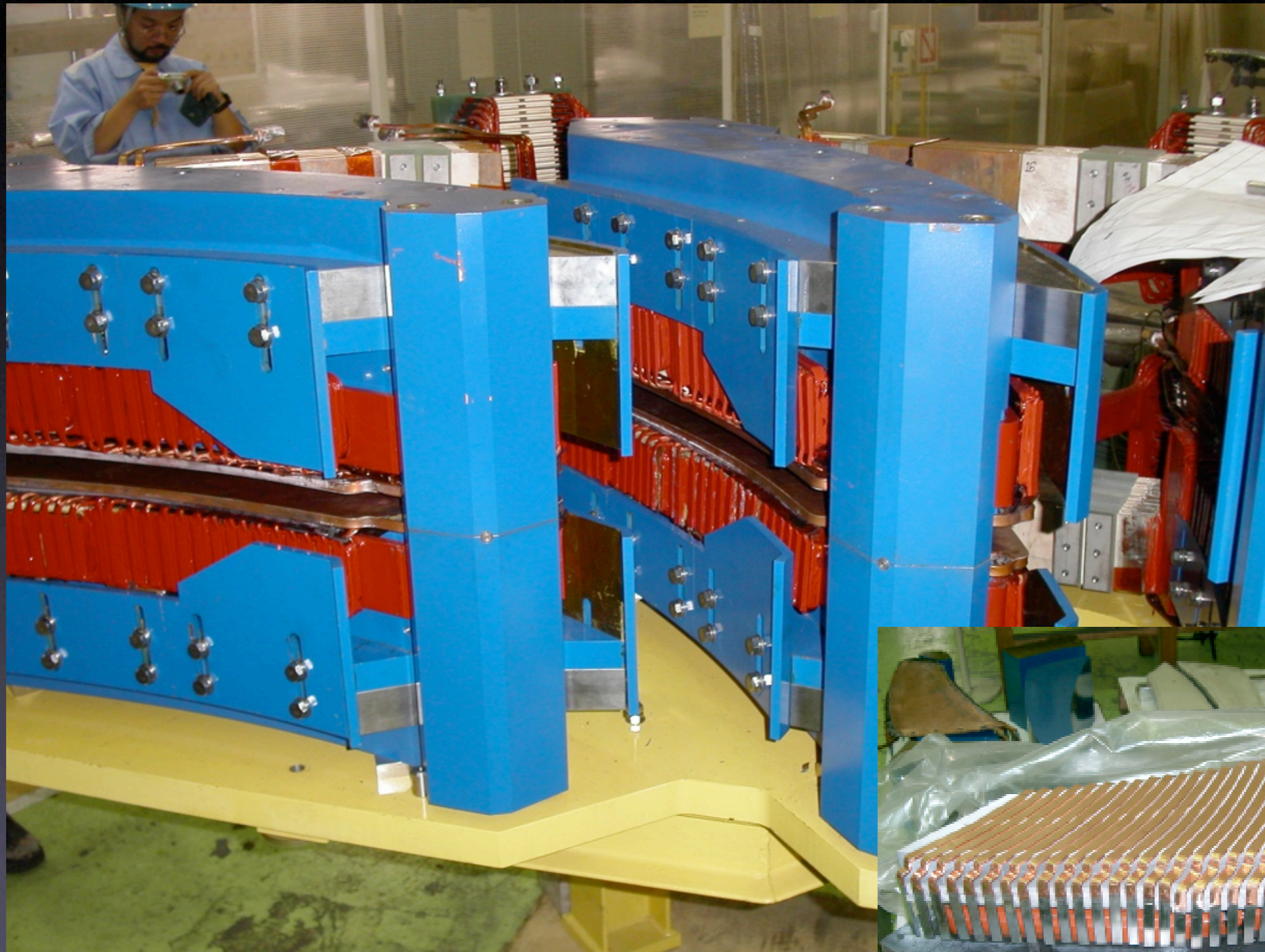
Energy	0.4 ~ 2.5 MeV
$\langle I \rangle$	0~2 μA
Rep. Rate	0.1 ~ 1 kHz
# of Sectors	8
Spiral Angle	42 deg.
Size	3.5 m \times 6 m \times 2.5 m
Weight	30 t



Spiral Sector Magnet



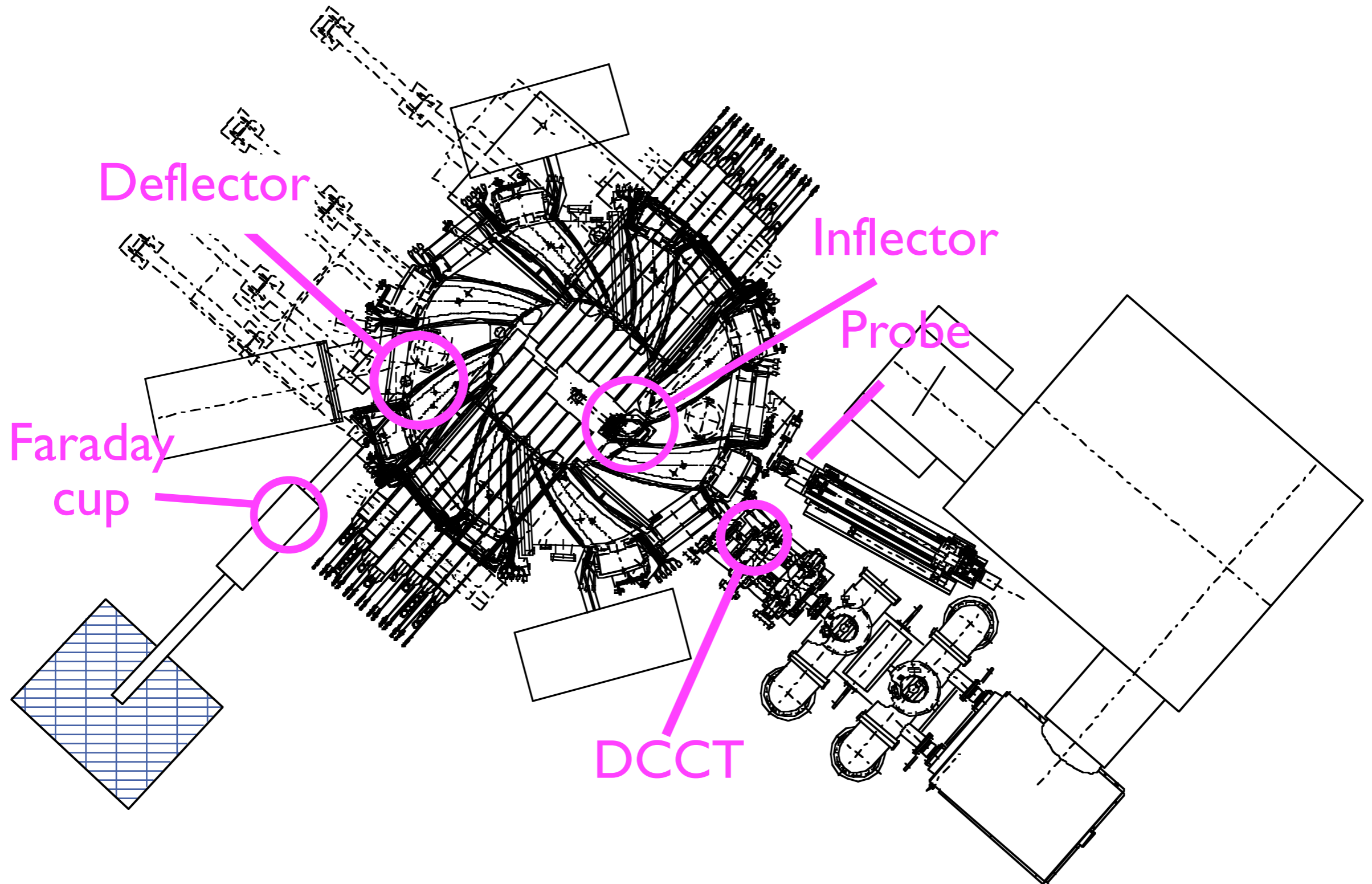
Spiral Sector Magnet



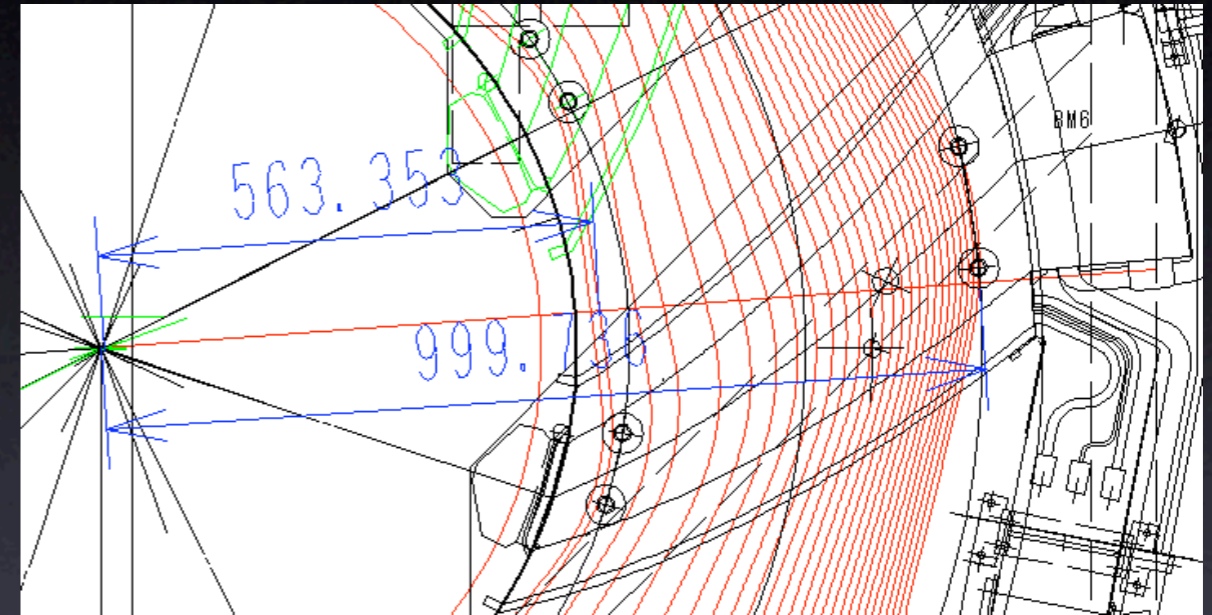
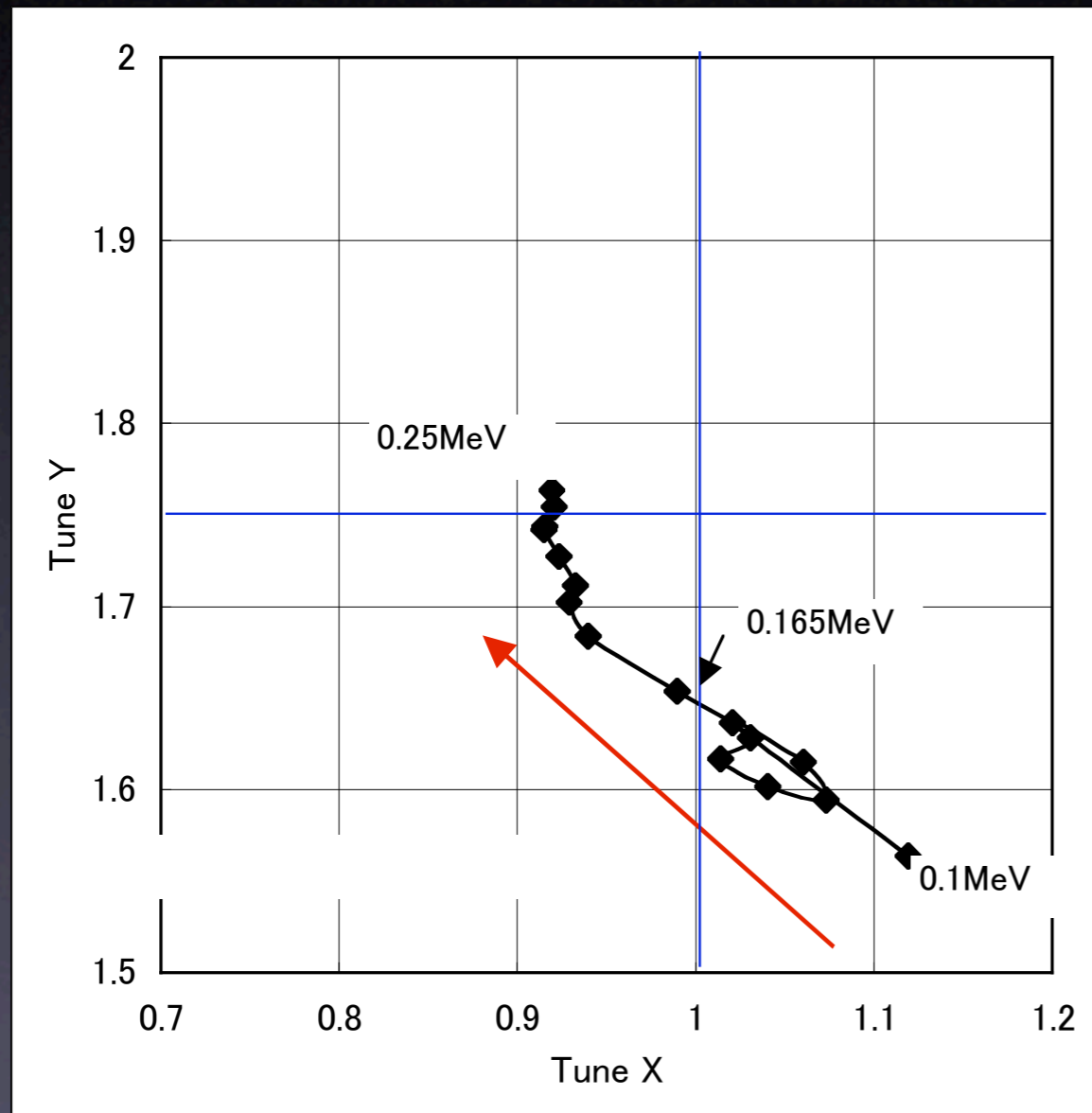
Injector and Ion Source at Test Operation



Acceleration Test



Acceleration in Injector without Trim Coils

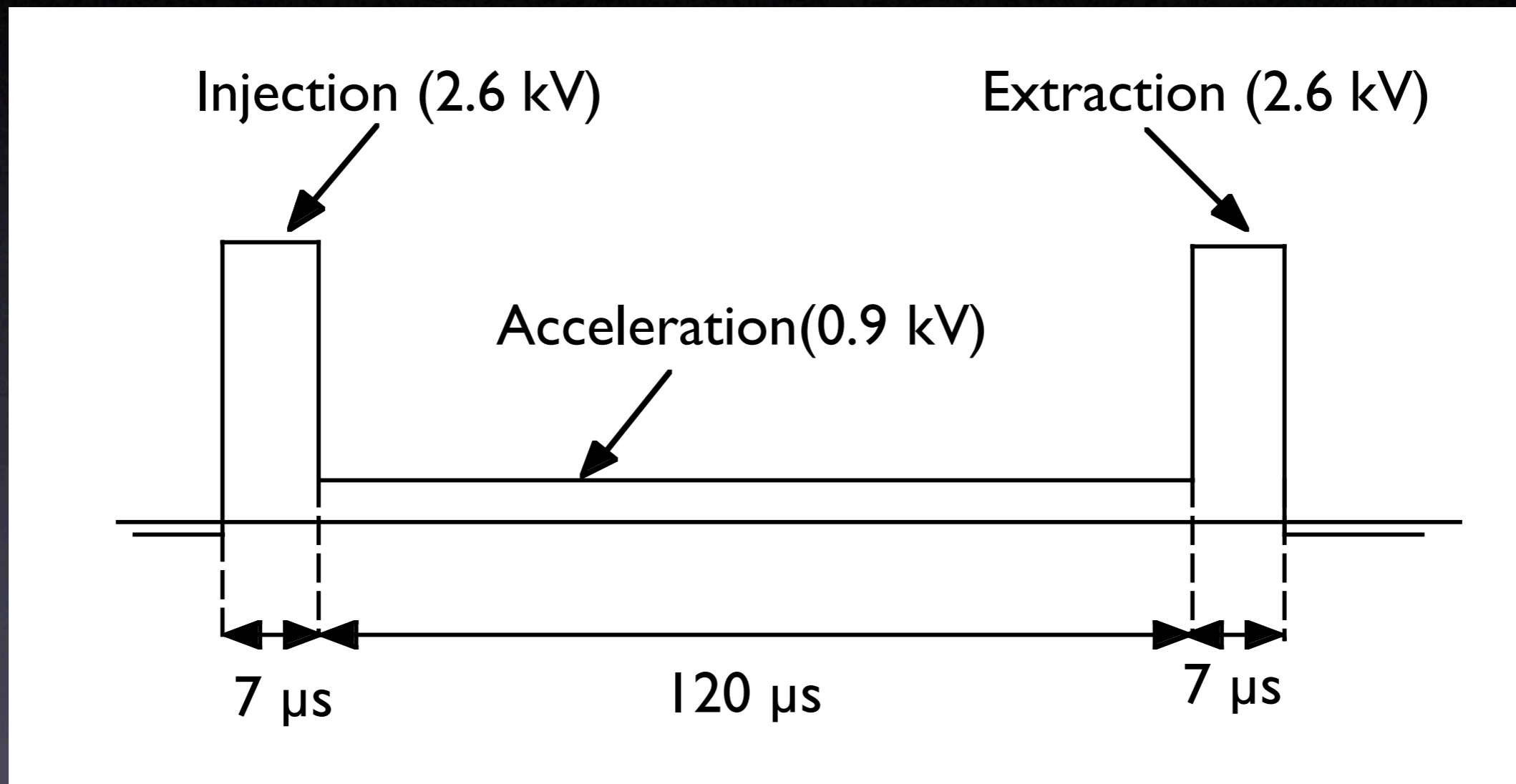


Acceleration up to
 $E \sim 0.25 \text{ MeV}$

Passing through $v_x = 1$

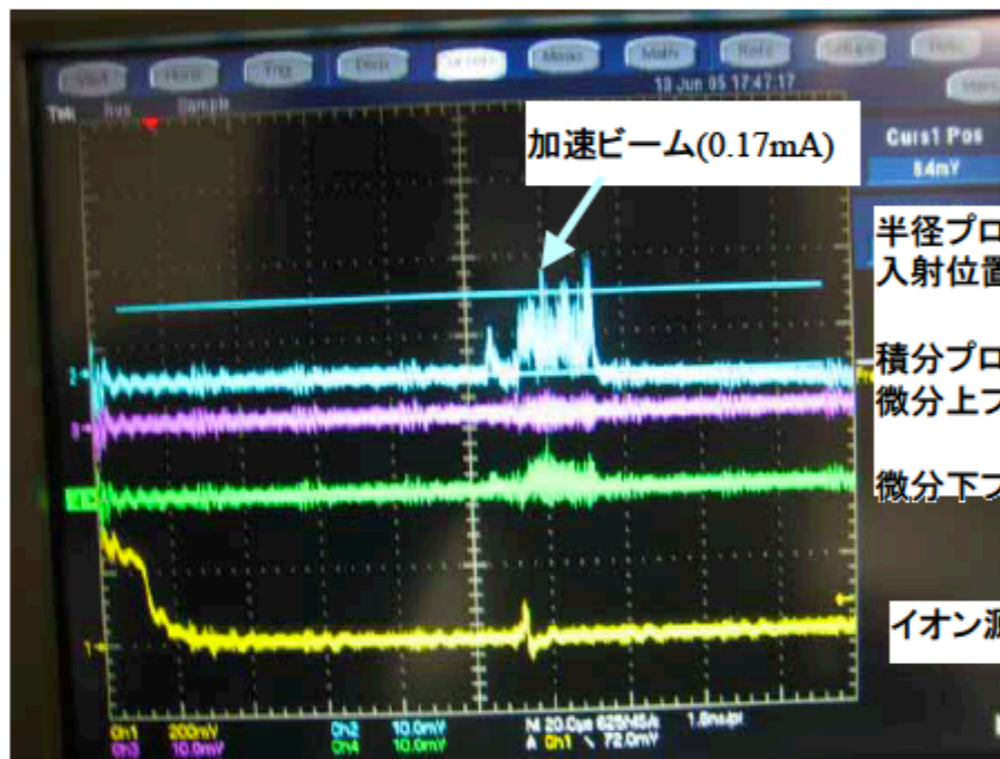
$E \sim 0.165 \text{ MeV}$

Acceleration Pattern



Repetition Rate : 120 Hz
Beam Injection Period : 1 sec.

京大FFAGのイオンベータ誘導加速に成功



半径プローブ(出射位置に配置:
入射位置から400mm外側)

積分プローブ
微分上プローブ

微分下プローブ

イオン源ビーム出力(DCCT)

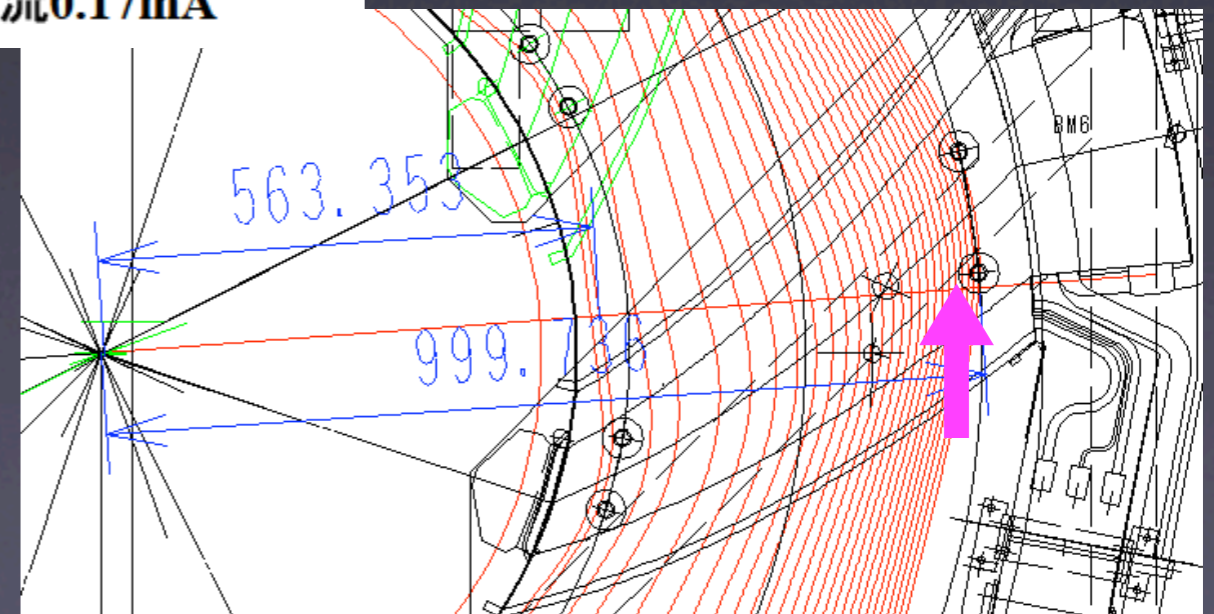
↑
ビーム入射

←→
加速(約120 μs)

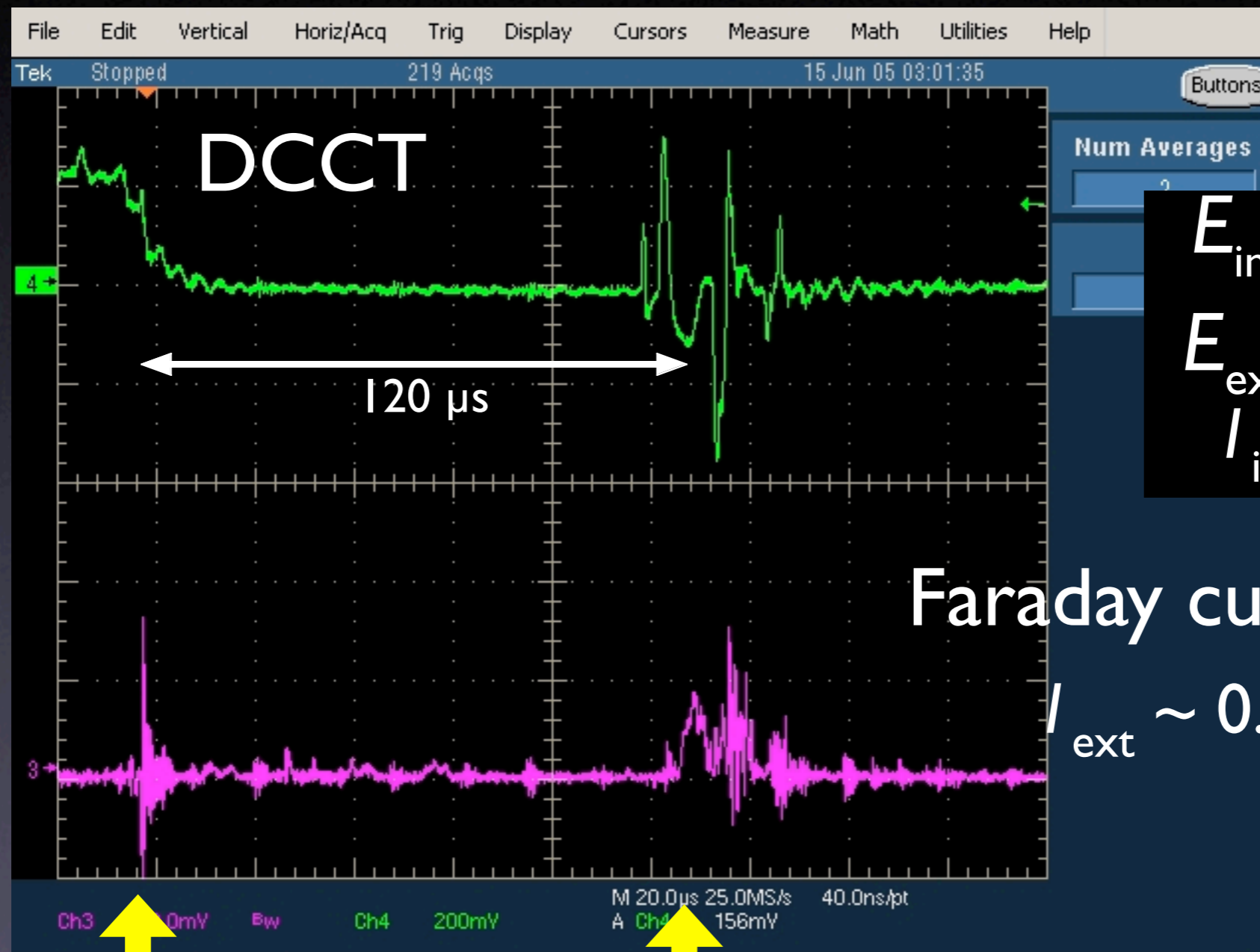
2005年6月13日(月)15時25分

入射エネルギー100keV、加速エネルギー250keV、ビーム電流0.17mA

$E_{\text{acc}} = 250 \text{ keV}$
 $I = 0.17 \text{ mA}$
@ Deflector Radius



First Extraction on 14 June 2005



$$E_{\text{inj}} = 100 \text{ keV}$$

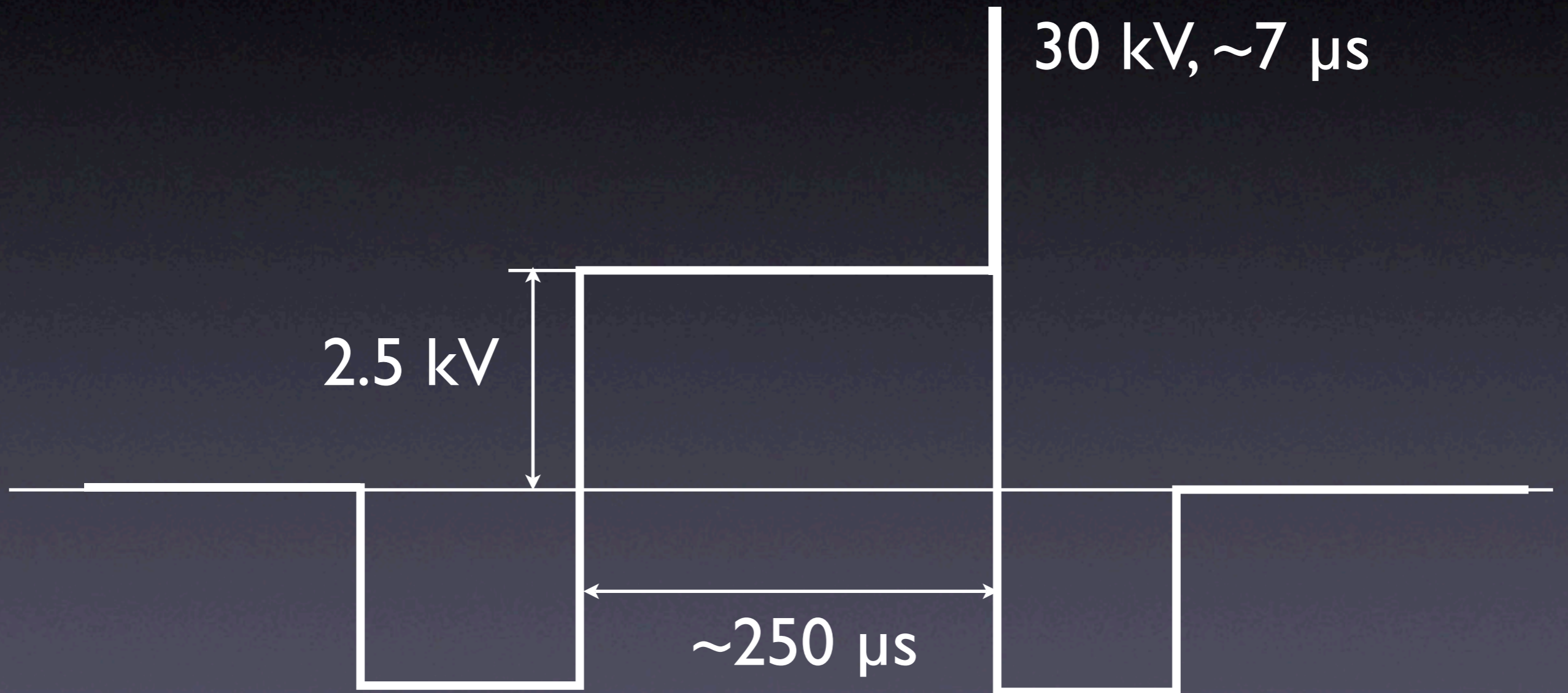
$$E_{\text{ext}} = 250 \text{ keV}$$

$$I_{\text{inj}} \sim 0.25 \text{ mA}$$

Injection

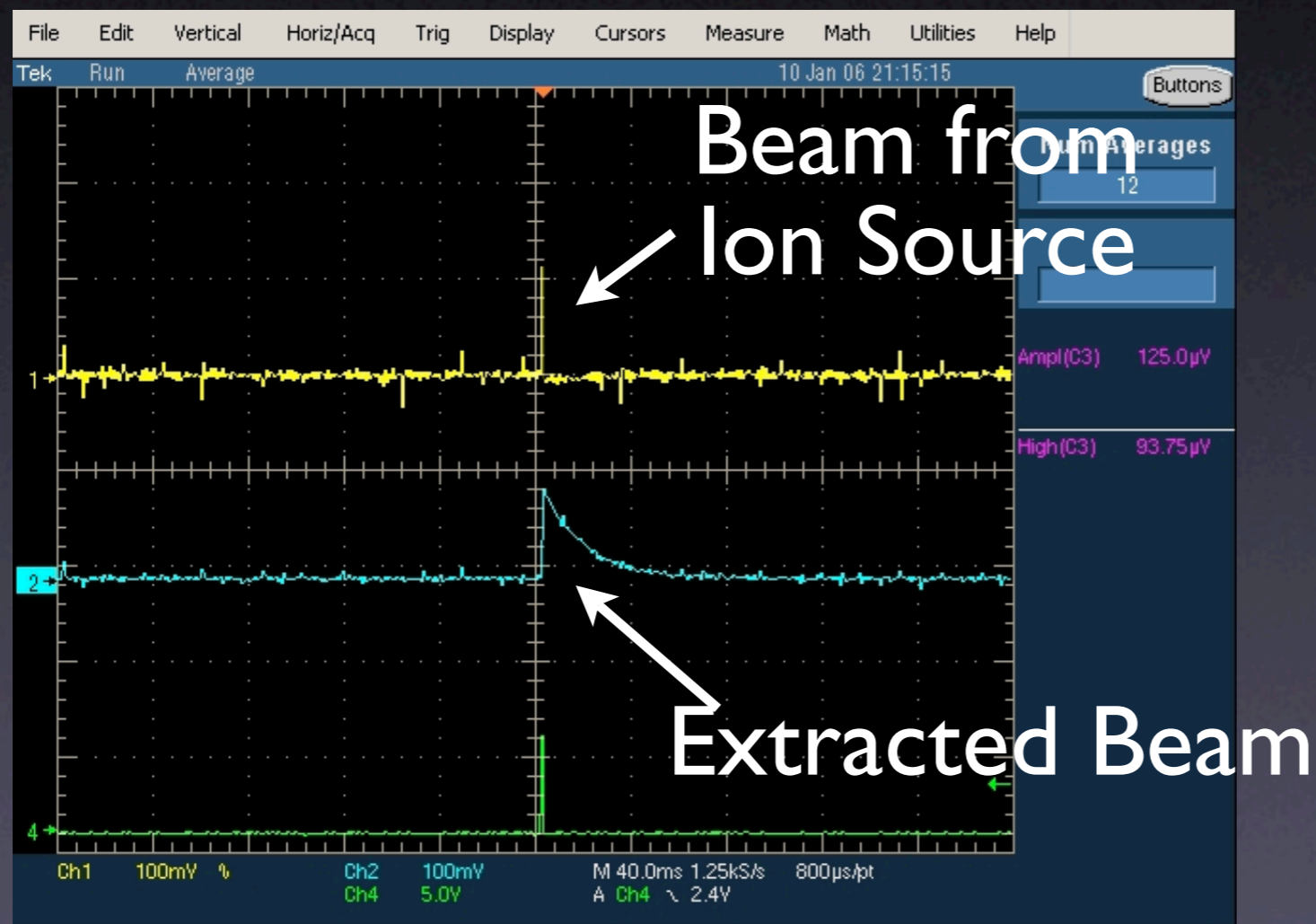
Extraction

Acceleration Voltage



Operation at 120 Hz

First Extraction with Trim Coils on Jan. 10, 2006

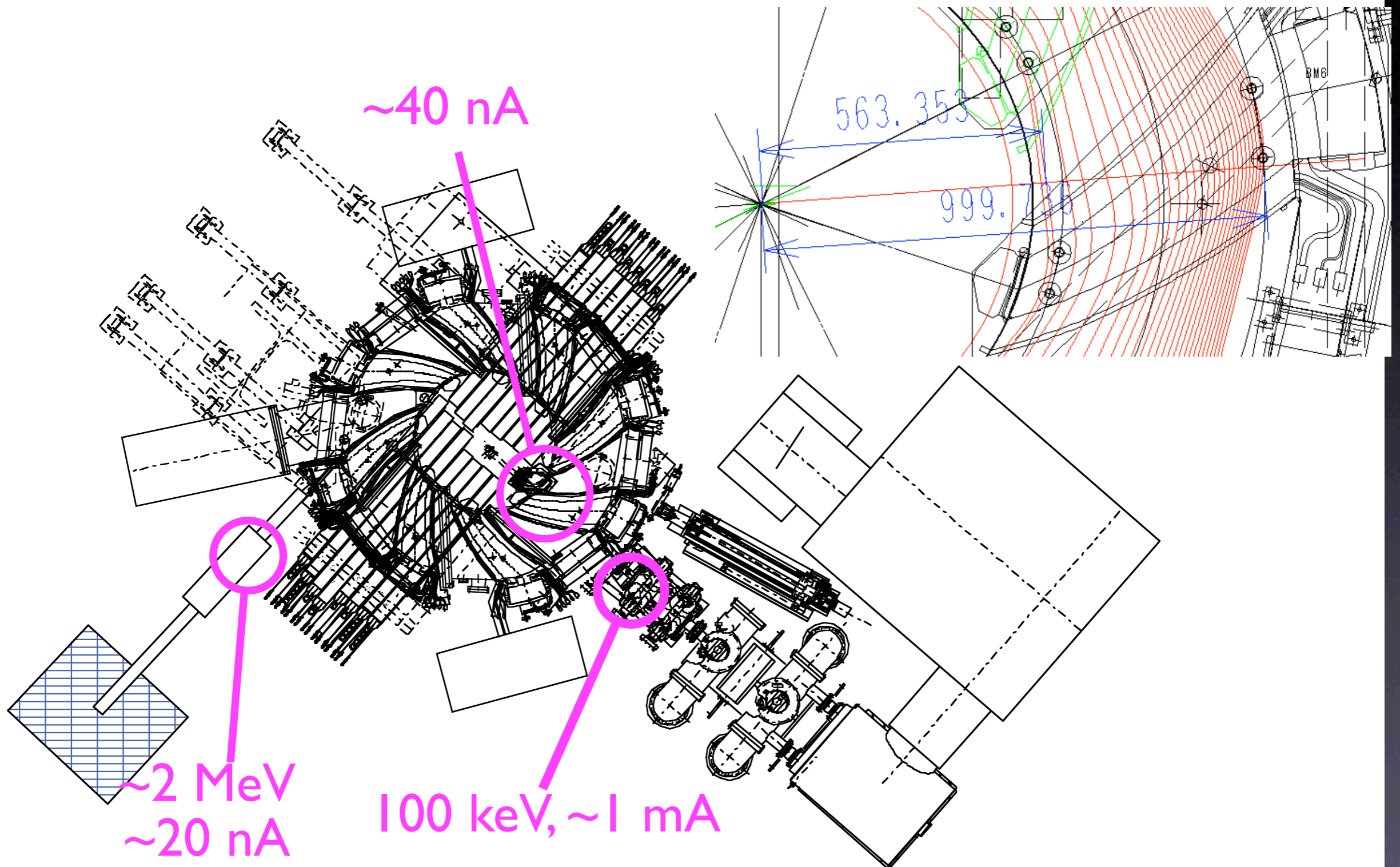


First Acceleration
Jan. 1 2006

First $E_p = 2.5$ MeV
Jan. 6 2006

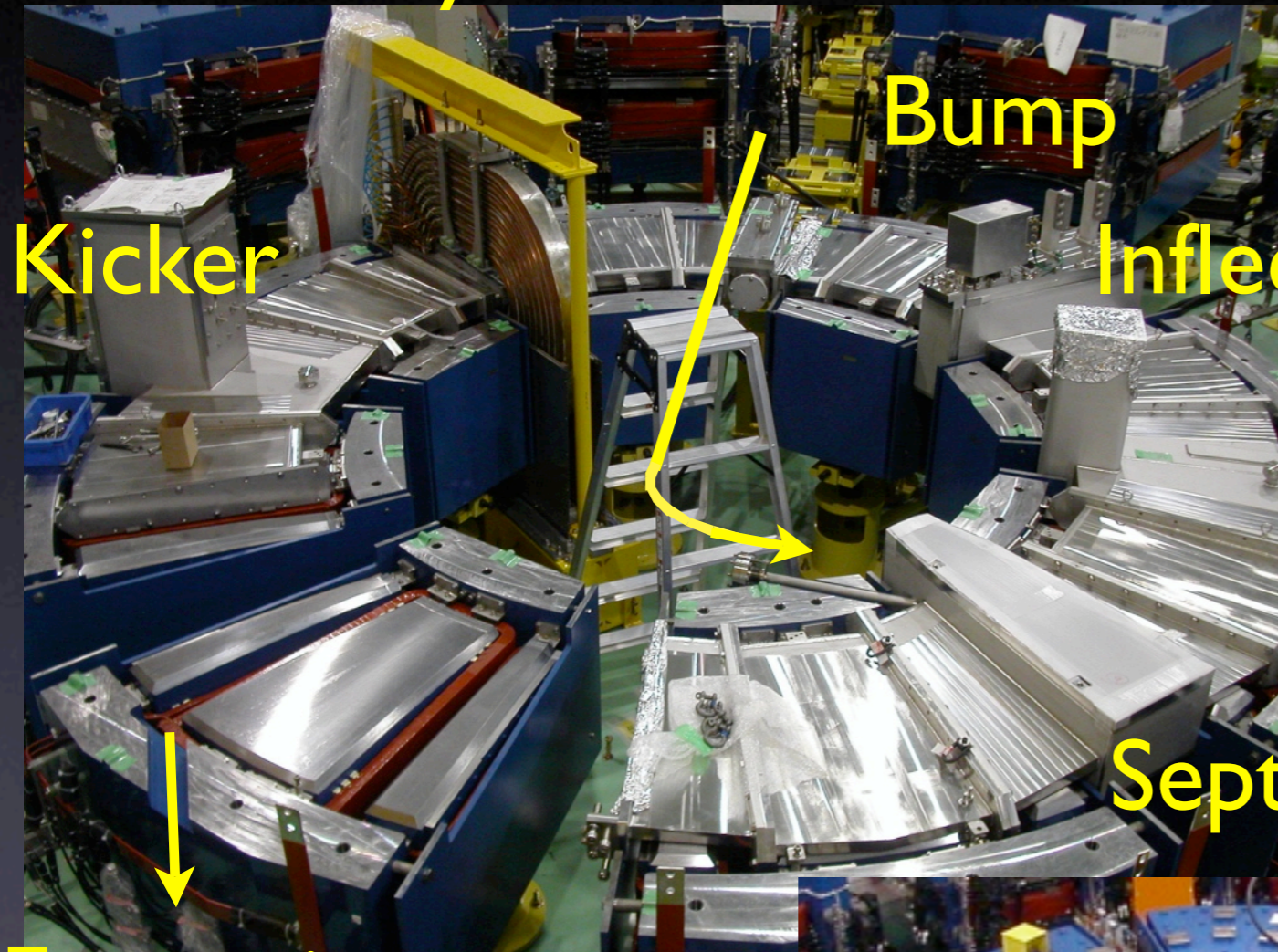
$E_p \sim 2$ MeV, $I_p \sim 20$ nA

Acceleration Test



Booster

RF cavity

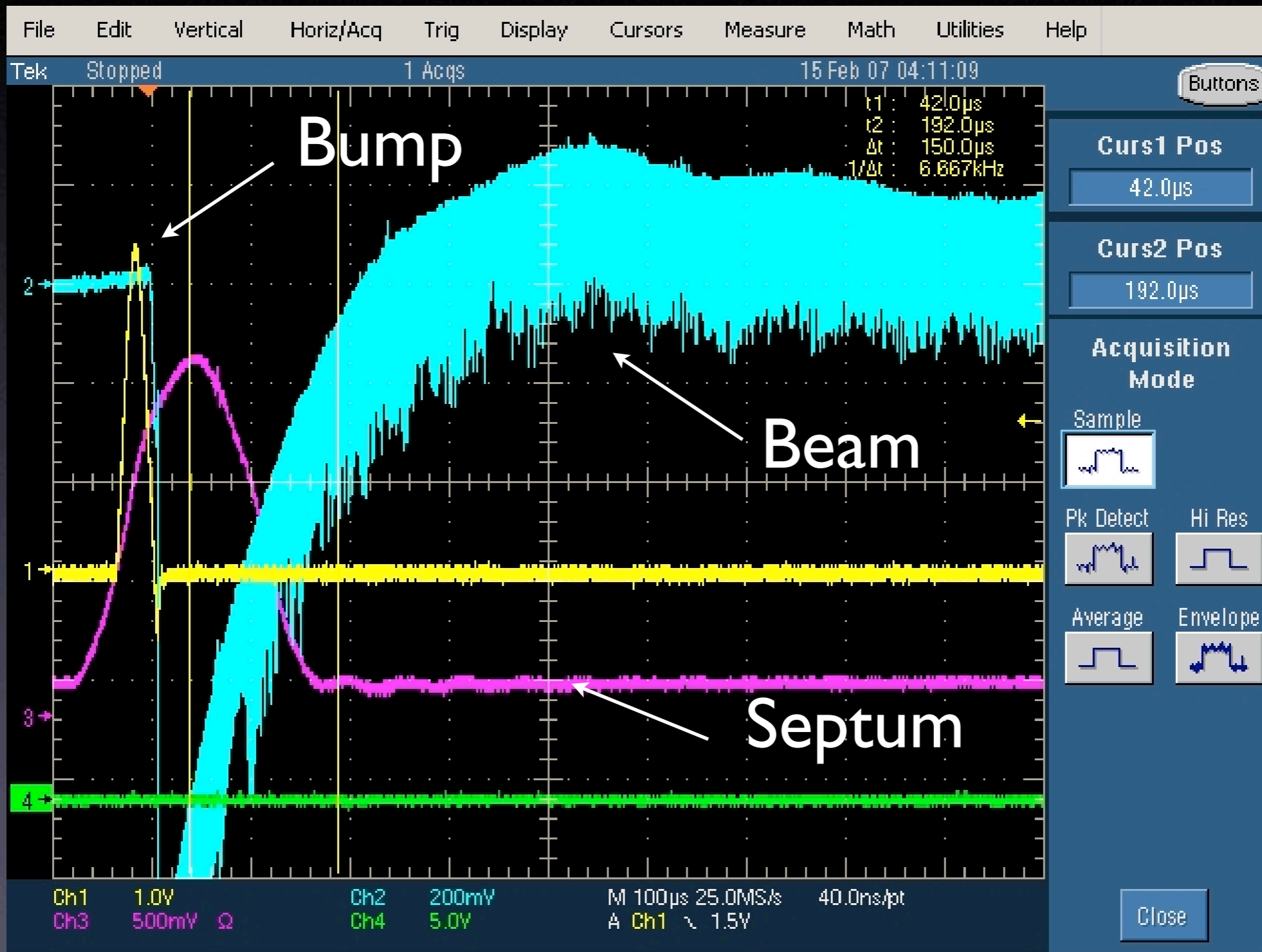


Extraction



- Radial Sector Type (DFD)
- RF Acceleration
- Fixed k with Pole Shape

Beam Injection

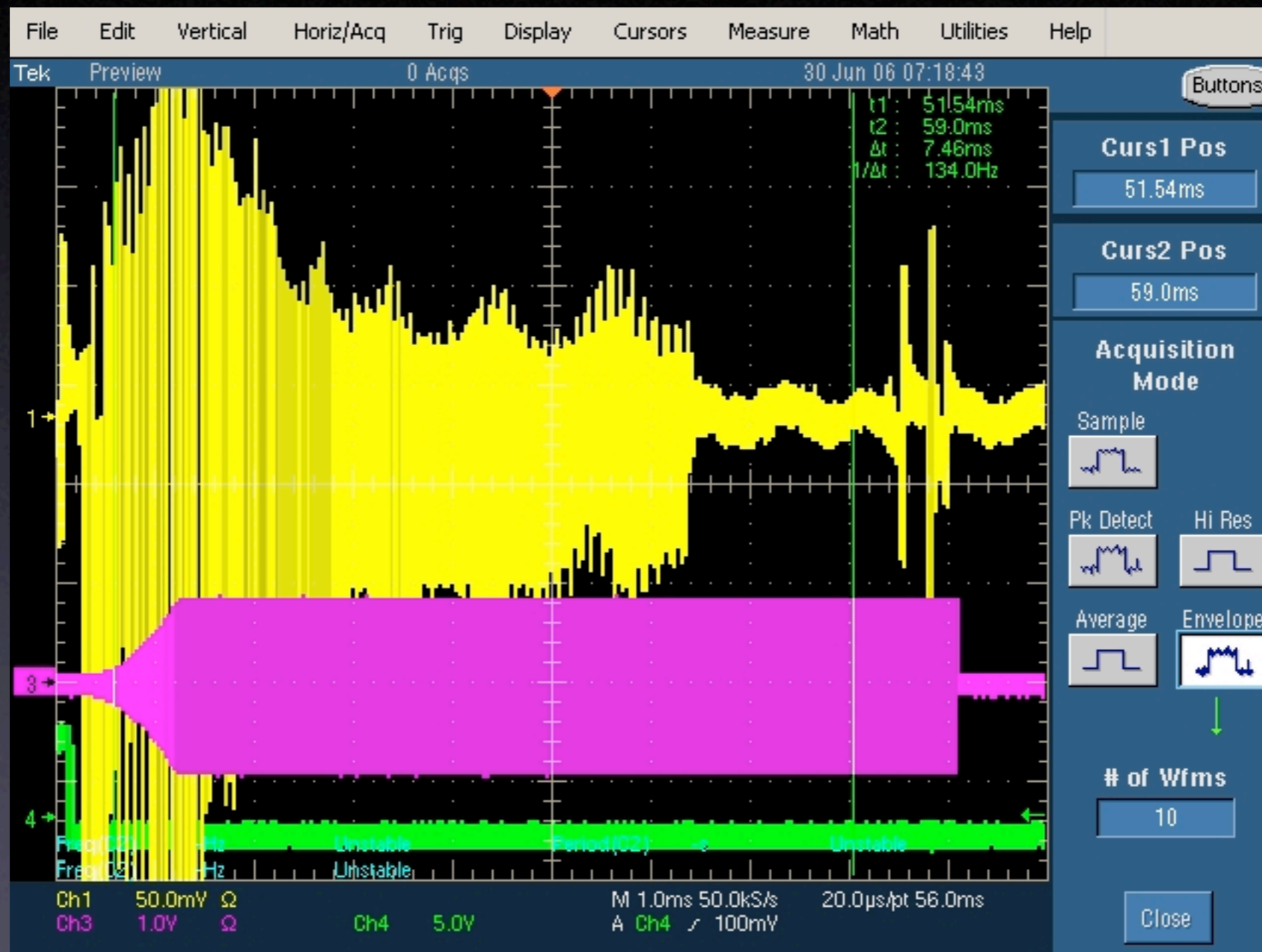


First Acceleration

Jan. 30 2006

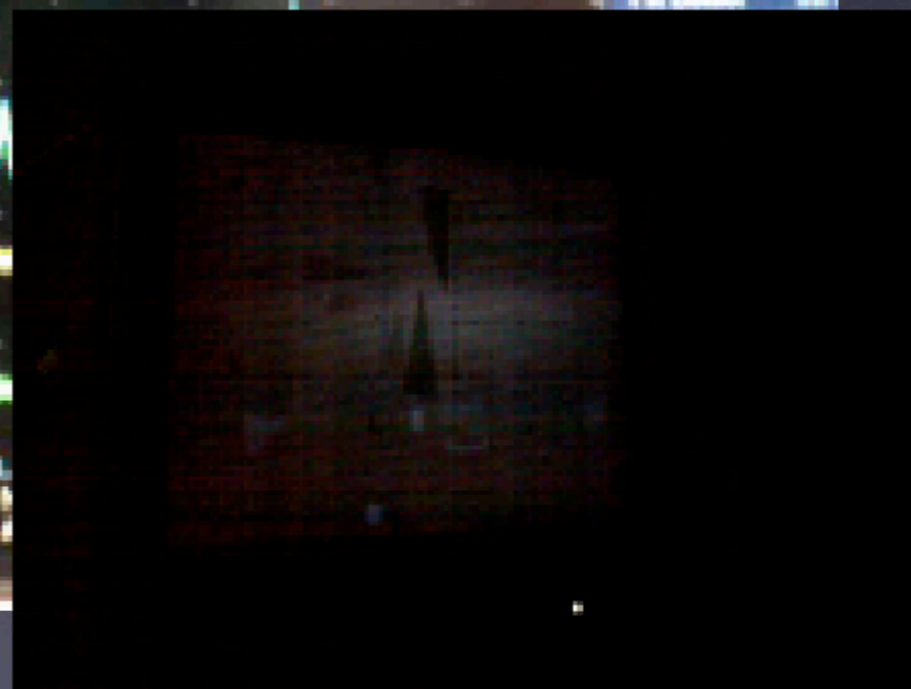
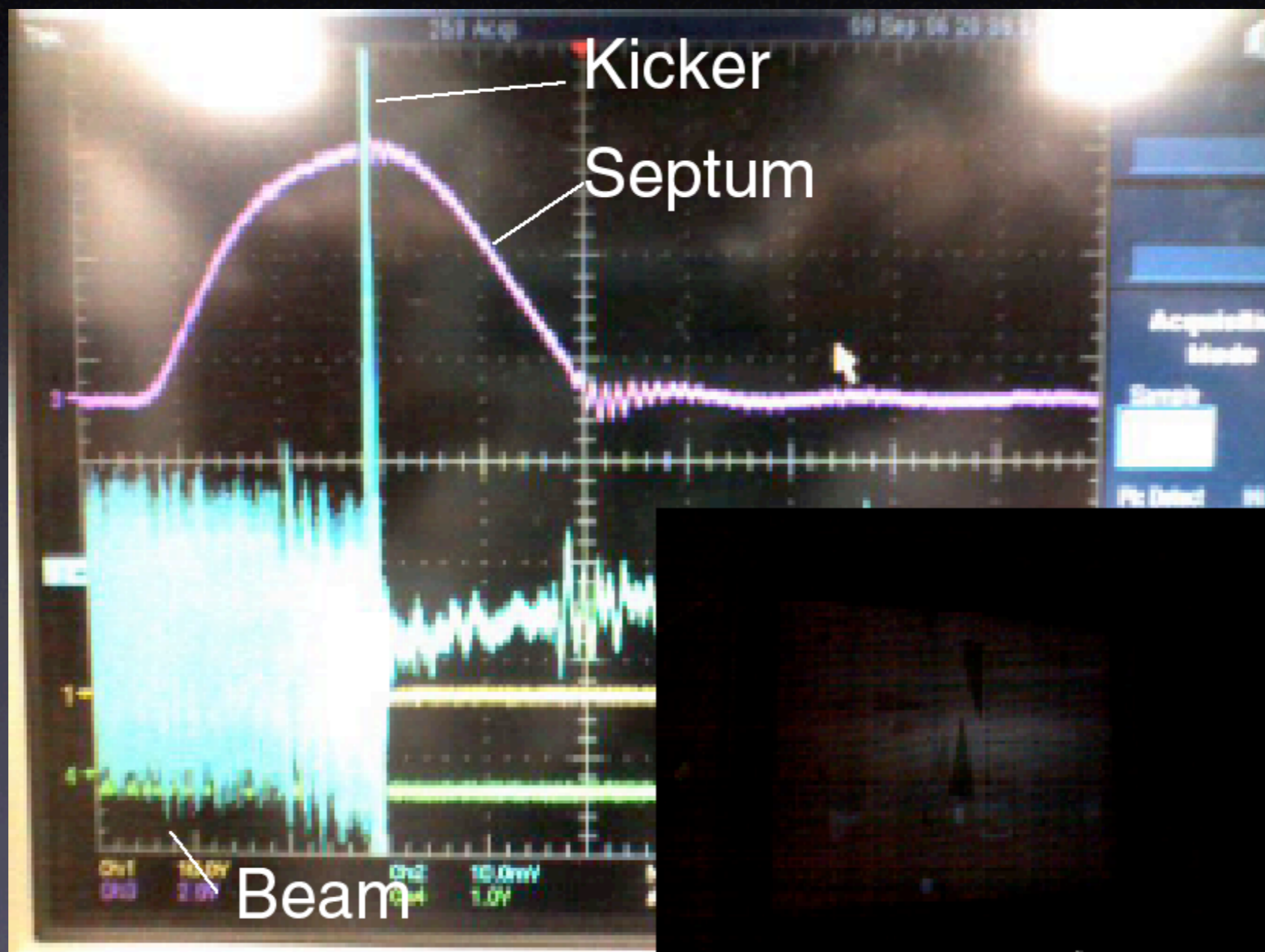
Beam

RF
from SG



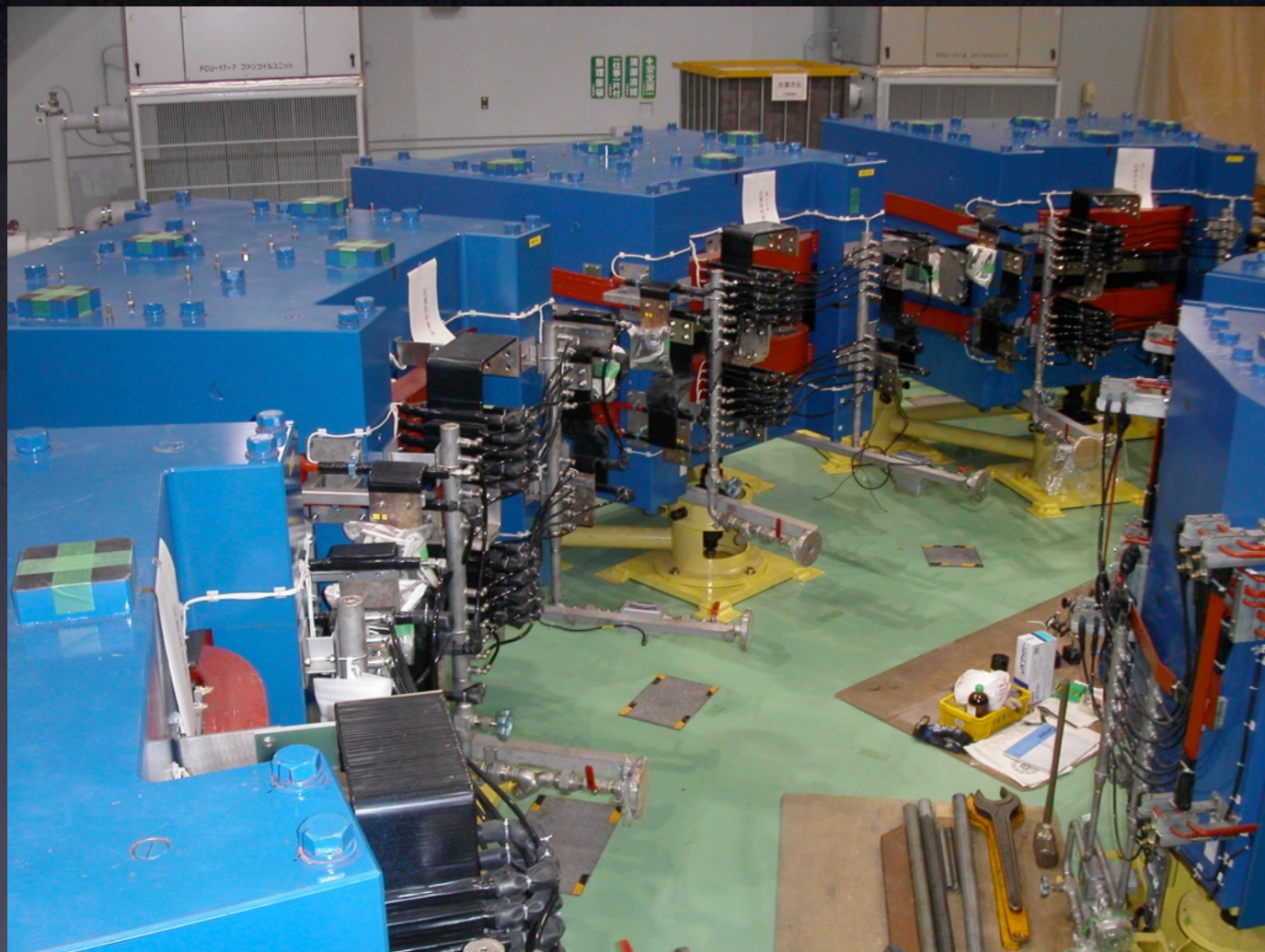
$$f_{rf} = 1.62 \sim 3.55 \text{ MHz}, \quad V_{rf} \sim 0.8 \text{ kV}$$

First Extraction in Sep. 2006



Main Ring

Basically Identical to 150 MeV FFAG at KEK



- Radial Sector Type
- “Yoke-Free” Magnet
- Fixed k with Pole Shape
- RF Acceleration

Current Status

Injector and Booster

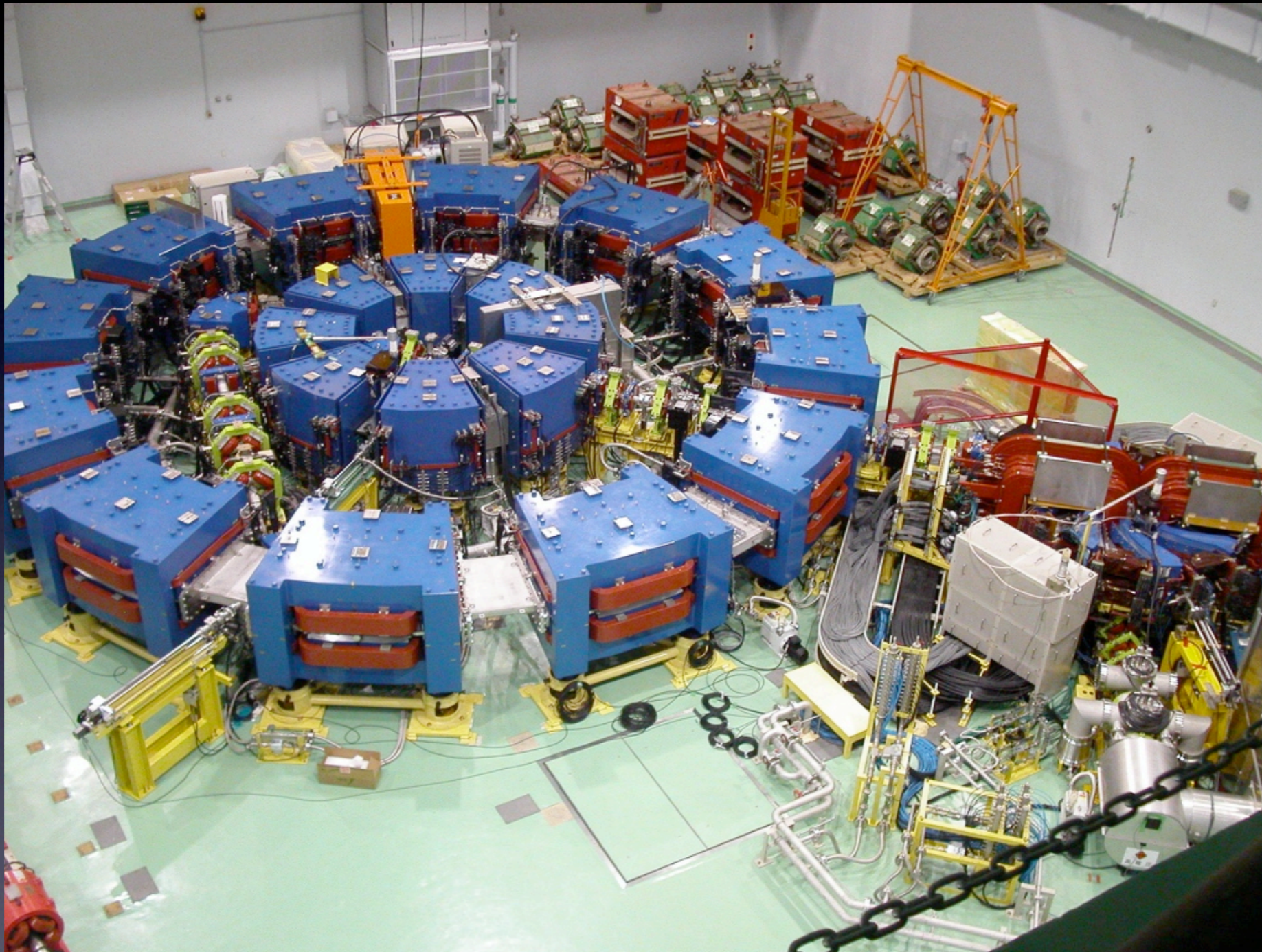
- Stable operation
- Beam intensity reach the regulation limits

e.g. $\langle I \rangle_{inj} \sim 20 \text{ nA} @ E \sim 1.5 \text{ MeV}$
 $\langle I \rangle_{Booster} \sim 1 \text{ nA} @ E \sim 11.6 \text{ MeV}$

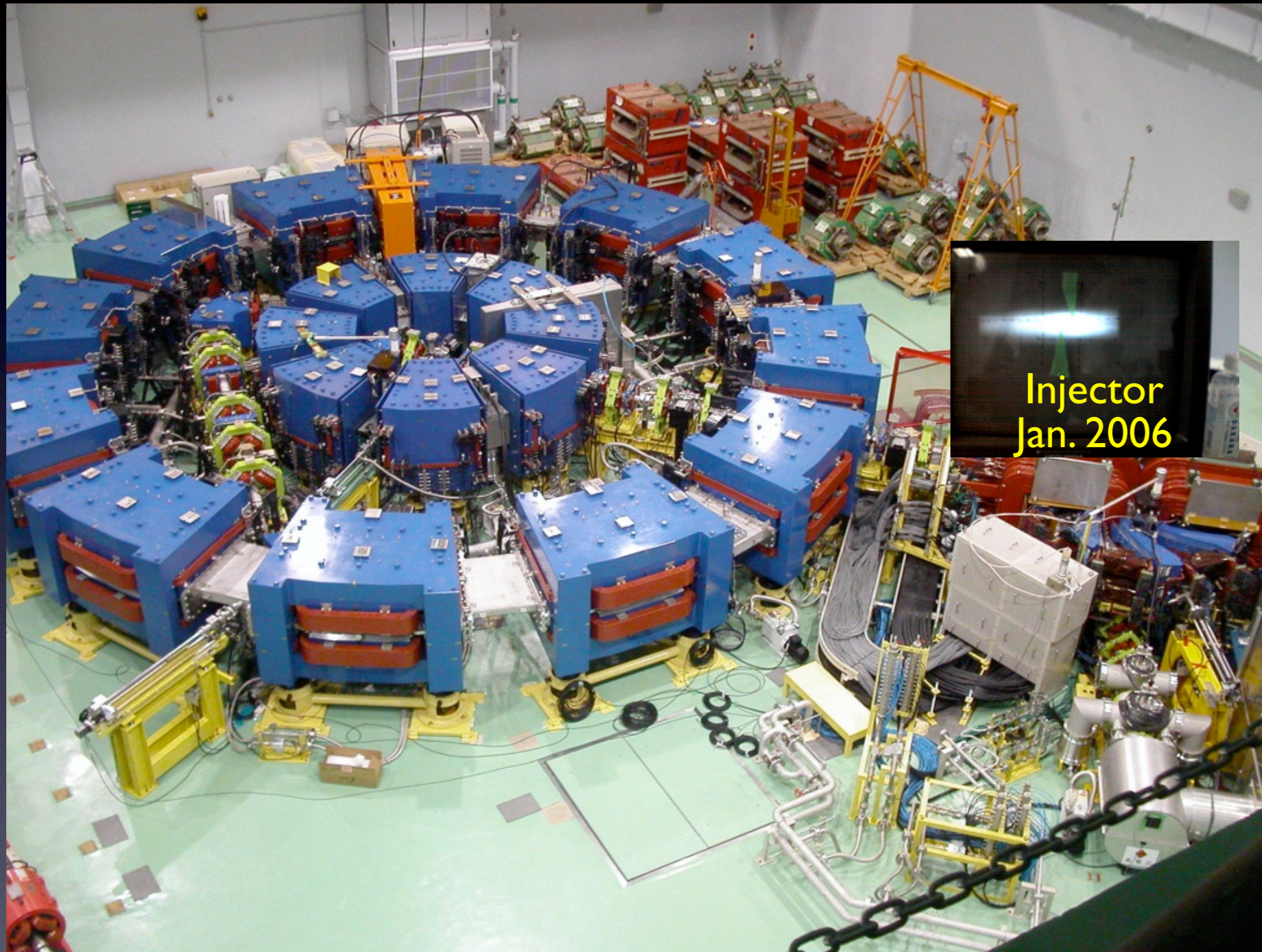
Main Ring

- Injection study
- Finished power tests of kicker, RF cavity etc.

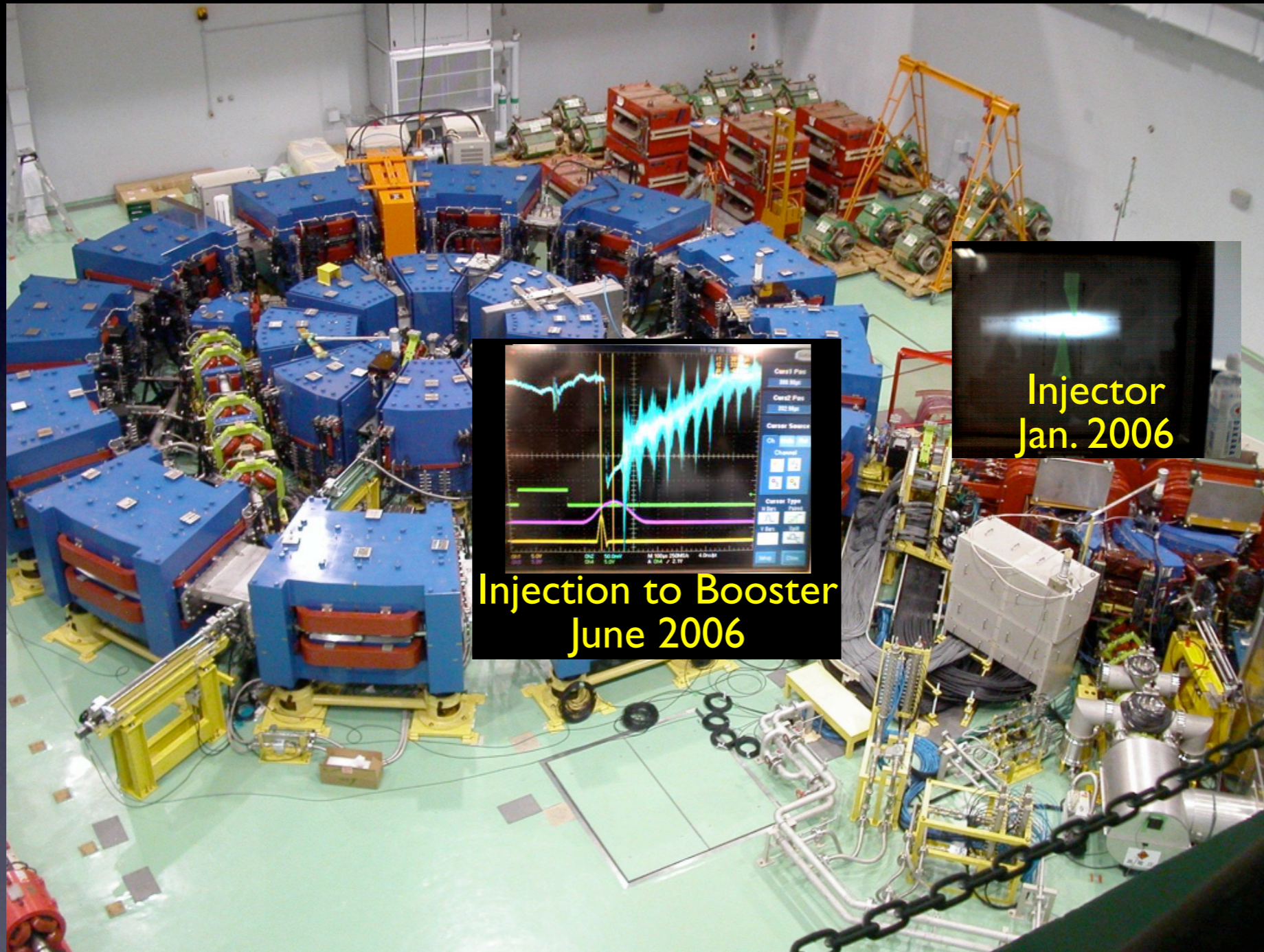
Current Status



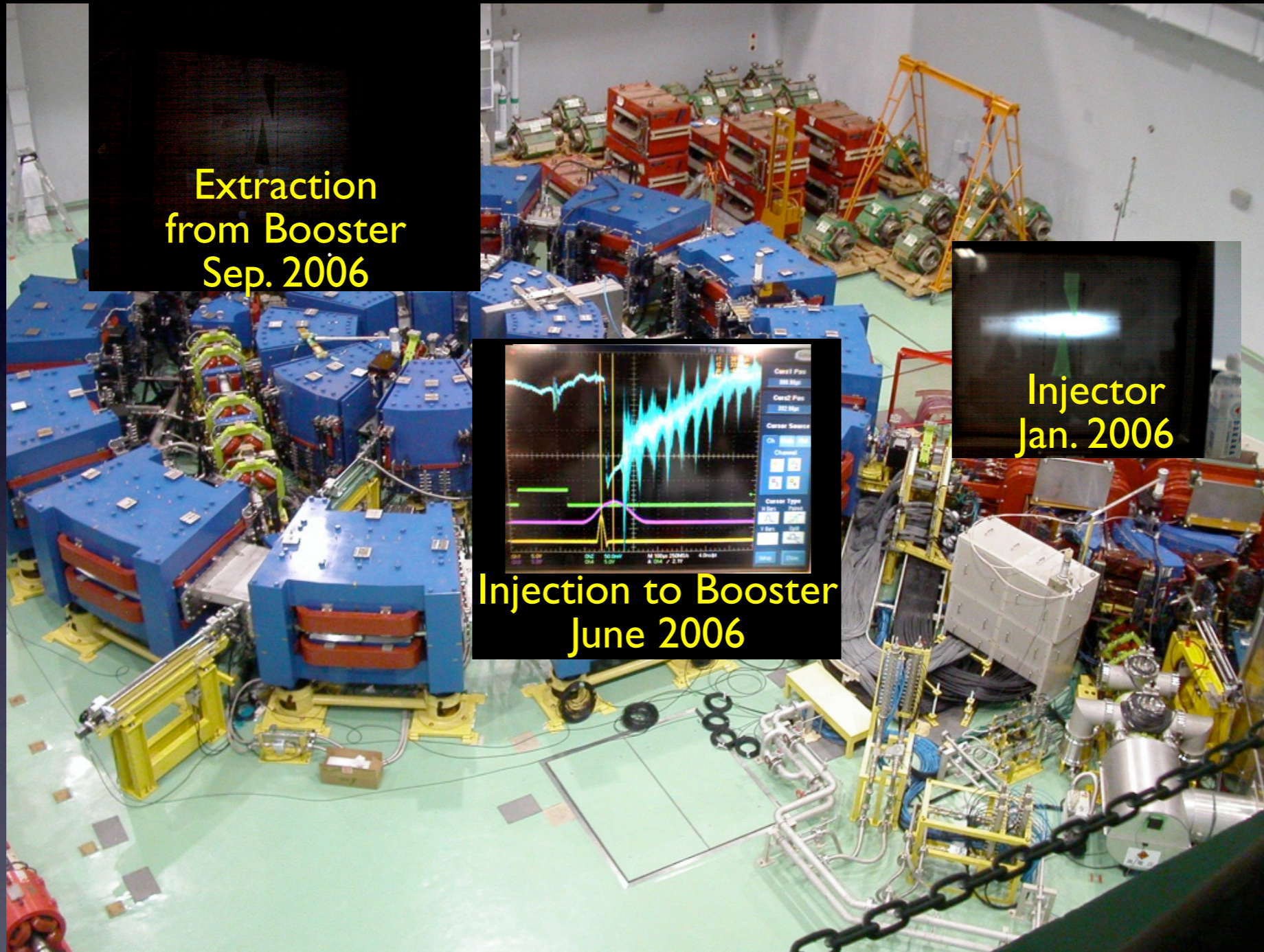
Current Status



Current Status



Current Status



Extraction
from Booster
Sep. 2006

Injector
Jan. 2006

Injection to Booster
June 2006

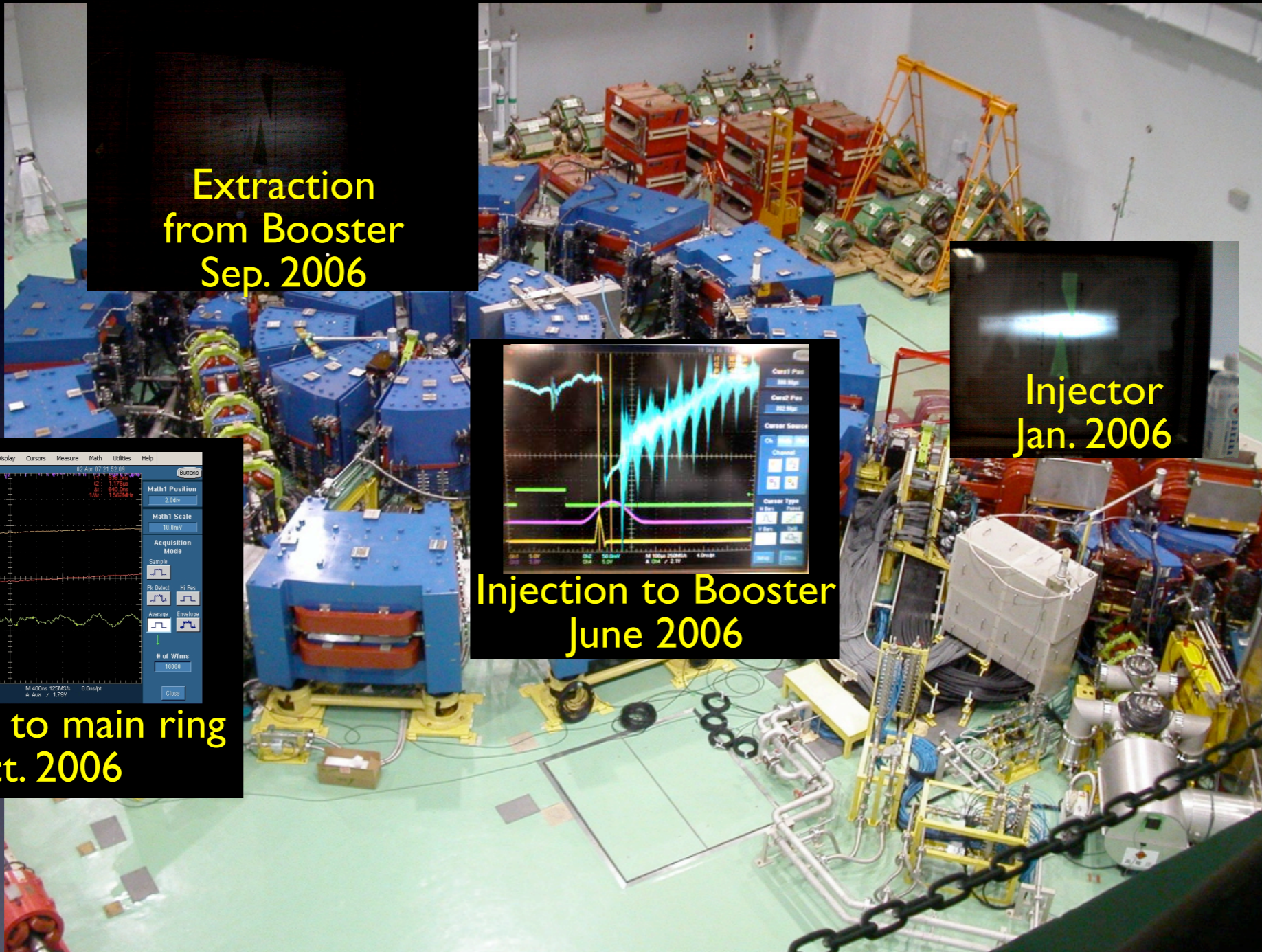
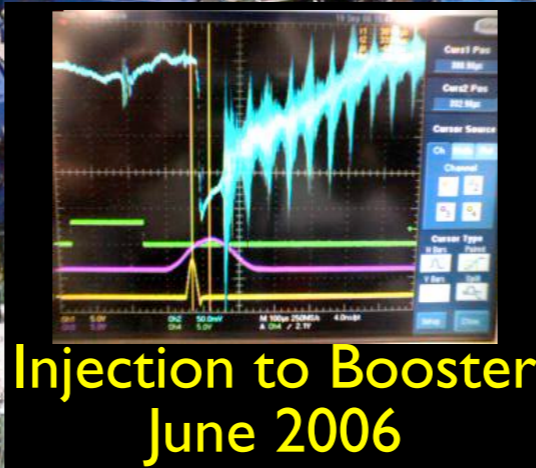
Current Status

Extraction
from Booster
Sep. 2006

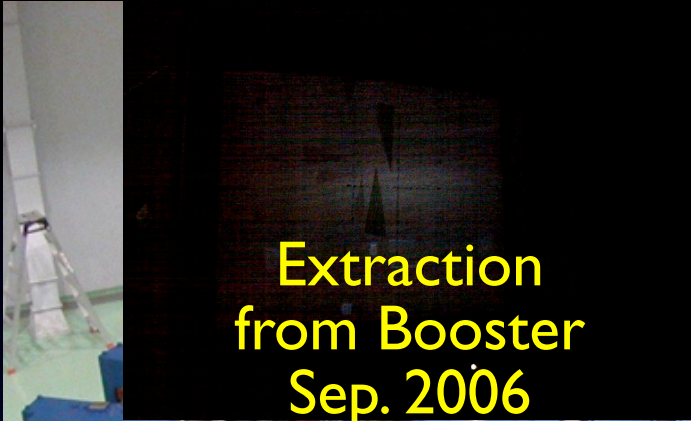
Injector
Jan. 2006

Injection to Booster
June 2006

Injection to main ring
Oct. 2006



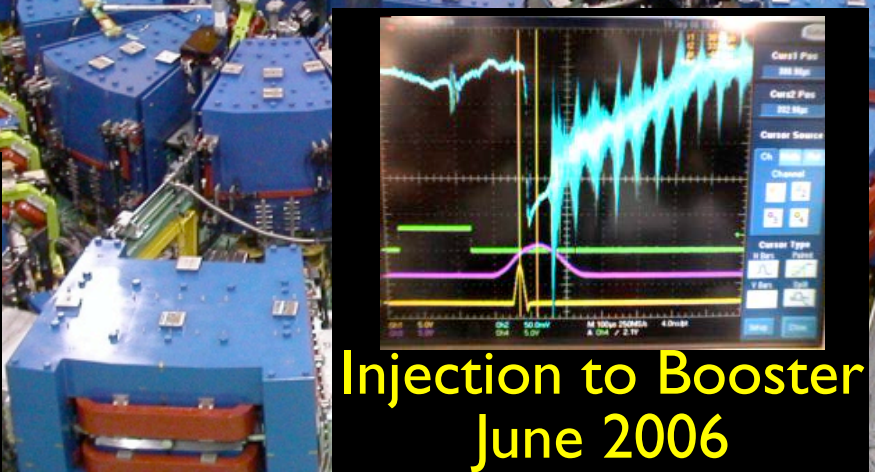
Current Status




Extraction
from Booster
Sep. 2006



Injector
Jan. 2006



Injection to Booster
June 2006



Injection to main ring
Oct. 2006



Beam from main ring ~ Aug. 2007?