

## 150 MeV アルバレリニアックの概要 871008 KEK 加藤隆夫

入射エネルギー	3 MeV
出力エネルギー	150 MeV
ビーム電流	20 mA
周波数	432 MHz
タンク長さ	72 m
セル数	326
高周波電力	9.8 MW
ビーム電力	2.9 MW
高周波パルス長さ	600 $\mu$ sec
繰り返し周波数	50 Hz
duty factor	0.03
平均発熱量	294 kW
加速電場	3 MV/m
安定位相	-26 °

## 入射部分タンク寸法

タンク内径	440 mm
ドリフトチューブ内径	80 mm
ボア半径	5 mm
セル長さ	56 - 352 mm
ドリフトチューブ長さ	43 - 199 mm

タンク内径及びドリフトチューブ外径は、3 ~ 4 段階に変化させる（約 10 %）。

タンクの区切りは、所要高周波電力とクライストロン出力とのかねあいにより決まる。クライストロンが 1 MW とすれば、12 ~ 14 タンクとなる。

注) 数値の変更が今後あります。

## 150 MeV リニアックの重要パラメーターについて

## 1. 入射エネルギー            3 MeV

- \* RFQ
- \* 四極磁石の磁場勾配
- \* beam dynamics

## 2. 加速電場                    3 MV/m

- \* リニアック全長            DTL + CCL ~ 500 m
- \* 放電限界
- \* 発熱
- \* beam dynamics

## 3. 四極磁石

- \* 入射エネルギー
- \* アクセプタンス
- \* 永久磁石 または 電磁石

## 4. 周波数                        432 MHz

- \* 後続のリニアック ( CCL ) 周波数 / 3

加速電場 3 MV/m

DTL tank の加速電場の例

		$E_0$	$E_p$	$E_p/E_{kL}$
1. KEK 20 MeV 入射部	( 201 MHz )	1.5	7.5	0.51
2. BNL 入射部	( 201 MHz )	1.6	8.9	0.61
3. CERN 入射部	( 201 MHz )		10.0	0.68
4. CERN 中間部	( 201 MHz )		12.6	0.86

将来計画

5. PIGMI	( 440 MHz )	6		
6. GEMINI	( 400 MHz )	3.5		
7. EHF	( 400 MHz )	3.7 or 3.1		

$E_{kL} = 14.7 \text{ MV/m ( 200 MHz )}$

$E_{kL} = 20.0 \text{ MV/m ( 430 MHz )}$

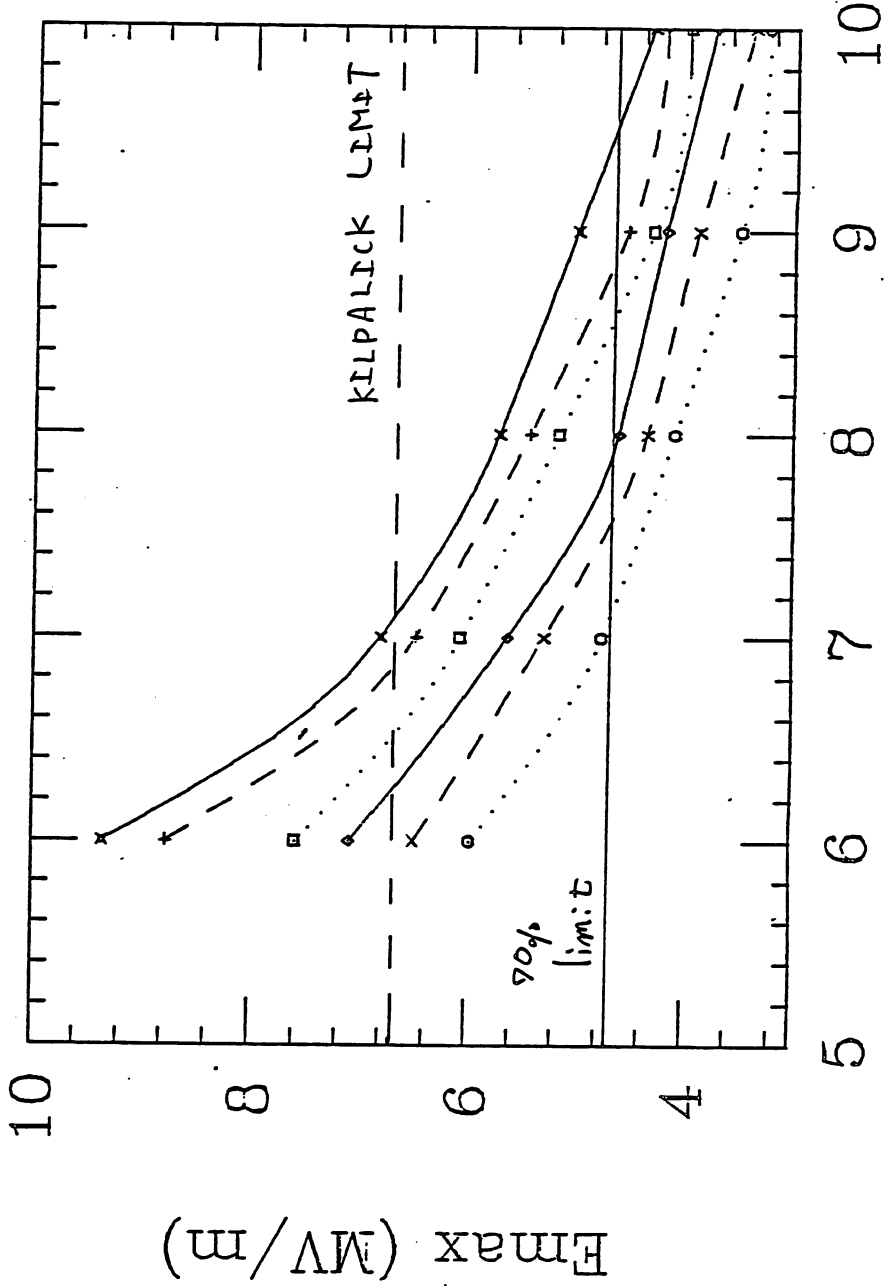
$E_p / E_{kL} \leq 0.7$

発熱

energy	3	10	KEK 20	MeV
cell length	5.535	10.05	30.979	cm
Pwall peak	3.72	7.02	14.87	kW
Pwall ave	111.6	210.6	89.2	W
Swall	765.1	1389	8759	cm <sup>2</sup>
P/S wall	0.146	0.15	0.010	W/cm <sup>2</sup>
DT length	4.234	7.10	23.26	cm
Pdt ave	59.6	104.6	65.19	W
Sdt	106.4	178.6	1169	cm <sup>2</sup>
P/S dt	0.554	0.58	0.056	W/cm <sup>2</sup>

432D=46-41, DQ=6-10, 3MeV

D ≡ 物の直径



- D=41
- - - D=42
- ⋯ D=43
- ◇ D=44
- x - - - D=45
- ⋯ D=46 cm

DT diameter (cm)

計算上の  
実物の 3MV/m 行定

(仮定  $E_0 = 1 \text{ MV/m}$ )

Fig. \*

### 四極磁石

$$B' = dB/dx = mc^2/q*\theta^2/(C \beta \lambda)$$

3 MeV injection,  $L_0/L = 0.5$ , 5 mm bore radius

B'	$A_{xn}$	$A_{xn}$	$\mu$
kG/cm	$\pi$ cm mr	$\pi$ cm mr	degree
14.7	.828	.932	43.1
16.3	.905	.989	48.1
17.98	.977	1.04	53.3
19.61	1.04	1.08	58.6
21.25	1.08	1.11	64.0
	↑	↑	
	PARMILA	ANALYTIC	

$A_x$ : 1-2 ライズド  
37セ7°タニス

$\mu$ : 位相進み

#### 1. 永久磁石

サマリウムコバルト系  
サマリウムコバルト系 + アルニコ系

#### 2. 電磁石

#### 3. 永久磁石 + 電磁石

#### \* サマリウムコバルト磁石

- \* 製造過程の磁化
- \* 放射線による劣化 ----- > KEK にてテスト実験 (今年度)
- \* 運転の時に調整不可

#### \* 電磁石

- \* 発熱と冷却
- \* 電源コスト
- \* 運転の時に調整可

近似式'

$$\cos \mu = 1 - \left(\frac{1}{2} - \frac{\Lambda}{3}\right) \Lambda^2 \theta_0^4 - 2\Delta$$

$$\theta_0^2 = \left( \frac{1 - \cos \mu - 2\Delta}{\Lambda^2 \left(\frac{1}{2} - \frac{\Lambda}{3}\right)} \right)^{1/2}$$

$$\Delta = \frac{8}{mc^2} \frac{\pi E_0 T \sin \varphi L^2}{\lambda \beta^3 \gamma^3}$$

$$\Lambda = L_0/L$$

$$L = \beta \lambda$$

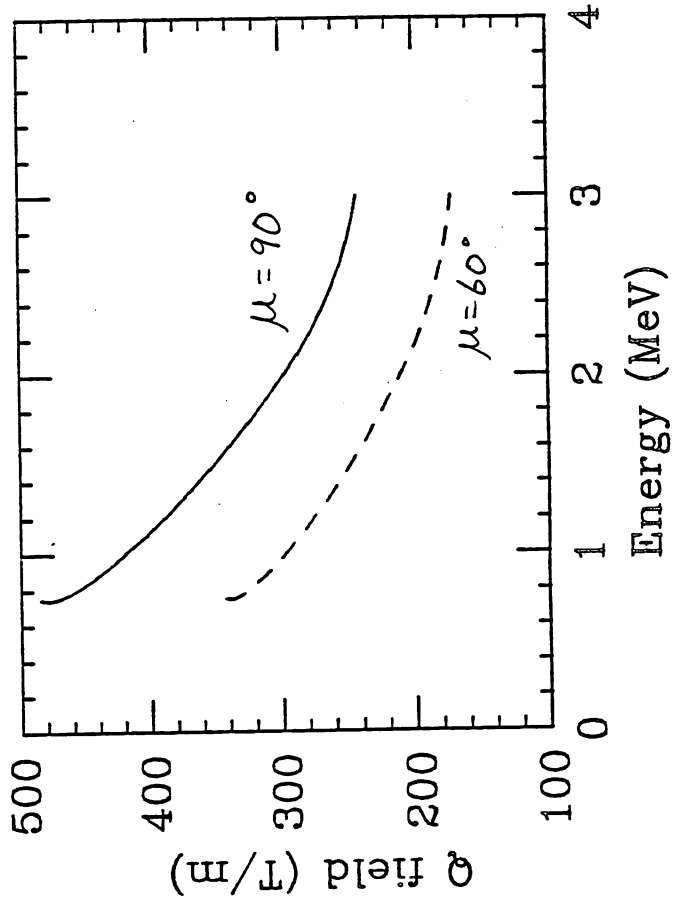
$$B' = \frac{mc^2}{8} \frac{1}{c \beta \lambda} \theta_0^2$$

$$A_n = \beta \gamma \frac{a^2 \mu}{\gamma \rho} = \beta \gamma \frac{a^2}{\rho_{max}}$$

$$\gamma^2 = \frac{\rho_{max}}{\rho_{min}}$$

$$\rho_{max} \rho_{min} = \frac{\rho^2}{\mu^2}$$

f = 400 MHz



## 精度とアラインメント

ビームからみた要求精度の検討 ----- > KEK 至急

## 精度確保の方法

- \* 単品
- \* 一つのタンク
- \* タンクとタンク
- \* その後のメンテナンス作業

## タンクの温度安定性

	432 MHz	201 MHz
	-6.2 kHz/°C	-2.9 kHz/°C
QL	23000	29000
$\Delta f$	19 kHz	7 kHz
	$6.2/19=0.33$	$2.9/7=0.41$

安定性 \*  $\pm 0.1$  °C

## 432 MHz タンクと 201 MHz タンクの比較

	432 MHz	201 MHz
タンク内径	470 - 420	940 - 900 mm
ドリフトチューブ		
外径	90 - 70	180 - 160 mm
ビーム穴内径	10 - 15	20 - 30 mm
タンク長さ	72	16 + 13 m
ドリフトチューブ数	325	90 + 34
製作独立タンク数	?	6 + 4
高周波独立タンク数	9 - 14	1 + 1
高周波電力	9.8	1 + 1 MW
duty factor	3	0.6 %
加速電場	3	1.5 - 2.1 MV/m

## POST COUPLER

① DTU 全数に 1対1 の組み合わせの検討

→ モデル実験 (low  $\beta$  and high  $\beta$ )

→ 等価回路

② 周波数 shift → 3次元計算 MAFIA

③ 可動範囲の設定

④ 冷却の検討

・モデルタンクによる研究

2022-9-work

1. POST 等価回路に基づき DT 数 vs POST 数の  
関係

2. 3次元計算



## タンクとタンクの space & MONITOR

1.  $\beta\lambda$  の整数倍が良い
  2.  $2\beta\lambda$  以上の場合は Q-magnet を入れる。
  3. なるべく短くする。  
longitudinal の広がり を 極力 押える。
  4. 1か1最底、1ヶ所は <sup>途中での</sup> ビームの総合的な  
モニターが必要である (?)
    - ・ フォルミル
    - ・ current
    - ・ バンチ
    - ・ エミッション
  5. 他の部分は フォルミル or カウントモニターで  
良い。(但しビームの 1ヶ所位相を測定が必要と)。
  6. 以下の作業を共存させるための空間余裕。
    - ① 最初のタンクの センサー
    - ② タンクの アライメントの修正
    - ③ 故障 ドリフトを -7 の 交換
7. DTL の 出口 (150 MeV) には, pulse BEND を  
入れておく必要がある。 → Beam DUMP
  8. 1ヶ所位相 reference の 設置。
  9. ビームモニタリングに 最低限必要な モニターの検討。

4 = 7 マカセリ

1. 高周波カッパージー (two feed 方式)
2. 周波数チューナー (可動 & 半固定)
3. 高周波モーター
4. 真空ポート
5. ホスタカッパージー

以上の大まか個数については、40MHz タンクに

準拠する。(形  $\propto 1/\text{周波数}$ )

ホスタカッパージーについては、ドリフト量-が 1個毎に  
33か、2個毎に33かの検討を要する。