

# ILCパラメーターとその問題点

2006年1月25日

久保浄

# General Parameter これまでの経過

- 2005年2月”Suggested Parameter Set”発表。
  - Linac parameter sets (加速勾配、RFパワーを等含む)
  - Beam parameter range
- いくつかの変更の提案あり。特に於Snowmass WS
- BCD (Base Line Documentation, 2005.12)
  - Linac parameter set を少し変更
    - 加速勾配を決めたこと等による
  - Beam parameter range 変更なし
    - ただし問題点、要検討項目あり
- ダンピングリングの検討などで進展

# Main Linac Gradient

- 加速勾配、空洞形状

	ECM=500GeV		ECM=1TeV
	Baseline	Alternative	Baseline
平均運転電場	<b>31.5 MV/m</b>	<b>36 MV/m</b>	<b>36 MV/m</b>
Q0	$>10^{10}$	$>10^{10}$	$>10^{10}$
組込前性能試験 合格基準 (Q0)	<b>35 MV/m</b> ( $0.8 \times 10^{10}$ )	<b>40 MV/m</b> ( $0.8 \times 10^{10}$ )	<b>40 MV/m</b> ( $0.8 \times 10^{10}$ )
空洞形状	TESLA型	LL or RE	LL or RE

## Baseline for 500GeV

- RFシステムは35MV/mまで対応可能とする。(冷凍システムは31.5MV+margin)
- 構成
  - 1クライオモジュールに8空洞組込
  - 1クライストロンで3モジュール、24空洞にパワーを供給
  - クライストロン最大パワー 10MW

## 31.5 MV/mから 36 MV/m (現“Alternative”) への設計変更の可能性についてのコメント

- 「この条件が達成されれば、Baseline gradient を36MVに変更する」という基準がはっきりしない。
  - 数値目標の合意が必要。その際、
  - コスト低減の見通しを含め、高電界技術がよほど信頼性のあるものにならないければ、Baseline gradient を上げるべきでない。
    - より高い電場が必ずしもコストの低減を意味はしない。
    - 明らかな利点は、「決まった長さで高いエネルギーが可能となる」こと(のみ)。
- 早い時期に信頼性が示されなければならない
  - 冷凍機の仕様、クライオモジュール構成、RFパワーの分配なども全て変更の要あり。

注) LL, RE High Gradient R&D の意義はこれだけではない

- ▶ 31.5MV/m で形状をLL or REとすることもあり得る
- ▶ ECM 1TeV では、LL or RE, 36MV/m が Baseline

# Beam Parameter “Range”

- 4個の「parameter sets」(次ページ)と、それらの間の範囲で与えられる。
  - 「Range」
    - 唯一のパラメータ一点でなく、範囲を持つことにより、正確に予測ができない障害に対応できるようにする。
    - そのためにコストを大幅に上げることは避ける。
  - 全てがうまくいった場合：“High Luminosity” set
    - より高いルミノシティが期待できる、
- 
- ▶ **パラメーター-rangeの設定**
    - = 予め多くの可能性を用意しておく
  - ▶ **High L を設計パラメーターとする**
    - = 困難が生じた時点で対策を考える

## 4 Baseline parameter sets and “High L” set, for ECM=500 GeV

	Nominal	Low Q	Large Y	Low P	High L
N ( $10^{10}$ )	2.0	<b>1.0</b>	2.0	2.0	2.0
Nb	2820	<b>5640</b>	2820	<b>1330</b>	2820
Tb (ns)	337	<b>168</b>	337	<b>505</b>	337
I (mA)	9.5	9.5	9.5	<b>6.3</b>	9.5
$\gamma\epsilon_x$ ( $10^{-6}\text{m}$ )	10	10	12	10	10
$\gamma\epsilon_y$ ( $10^{-8}\text{m}$ )	4	<b>3</b>	<b>8</b>	3.5	3
$\beta^*x$ (mm)	21	12	<b>10</b>	<b>10</b>	10
$\beta^*y$ (mm)	0.4	<b>0.2</b>	0.4	<b>0.2</b>	0.2
$\sigma^*x$ (nm)	655	495	495	<b>452</b>	452
$\sigma^*y$ (nm)	5.7	<b>3.5</b>	<b>8.1</b>	<b>3.8</b>	3.5
$\sigma^*z$ (mm)	0.3	<b>0.15</b>	0.5	<b>0.2</b>	0.15
Dy	18.5	<b>10</b>	<b>29</b>	27	22
Y	0.046	0.061	0.036	<b>0.1</b>	0.133
$\delta B$	0.022	0.018	0.024	<b>0.057</b>	0.070
L ( $10^{34} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ )	2.0	2.0	2.0	2.0	4.9

# これまでに出示された意見、変更提案と それらに対する方針-1

- バンチ長 0.15 mm (Nominal 0.3 mm) は短か過ぎる
  - バンチコンプレッサーに要する敷地、コストの問題。技術上の問題はない。
  - **0.15mmはBaselineとして残す。より短い(安価な)バンチコンプレッサーの設計を進める。**
- ビームパルス長を長くし(ビーム電流を下げ)、RF設備のコストを下げる
  - コストが下がるかどうかははっきりしない。
  - より長いパルス長のModulator, Klystron がAvailable でない。
  - **長いパルスを“Alternative”とし、上記について検討する。**

## これまでに出示された意見、変更提案と それらに対する方針-2

- Low Qパラメーターのバンチ数(5640)は多過ぎる。DRが長大、高コストになる。
  - ダンピングリングが許容できなければ、最大バンチ数を減らす(後述)
- “Very Low Q” (Low Q の0.6倍)。(DR Space charge 軽減)。
  - 他の部分への影響が大きく、得策でない。**不採用**。
- バンチ数を減らし(ビーム電流を下げ)、繰返しを上げる。
  - DR のdamping time を短くしなければならない, RFパワーからビームへの効率が下がる、冷凍機負荷の増大など、得策でない。**不採用**
- 1 TeVのHigh L ではビームビーム相互作用が強すぎ、実験に支障がある。
  - **修正する**。(High L はBaselineでないので今決める必要なし。)



# Low Q と Damping Ring の問題

- Low Q (バンチ電荷半減、バンチ数倍増:5640、バンチ長半減)の意味
  - **IPでのDisruption**, DR でのSpace chargeの軽減
- DR 6km (e-), 6 km x 2 (e+) は5640バンチを許容できるか？  
取出(入射)キッカーの立上り(立下り)の問題。
  - バンチ間隔 4ns はOKの見通し、
  - バンチ間隔 3ns は今後の実験結果待ち (@ATF)
- ビーム不安定性の問題 (e-: Fast Ion, e+: electron cloud)
  - 問題はe-リングのFast Ion
  - (2リングとしたことによりe+リングの問題は軽減。)
  - バンチ間隔4nsでは約4000バンチまで可能 (全電荷量固定)
  - バンチ間隔3nsでは約5600バンチも可能 (全電荷量固定)
  - (詳細: 栗木報告)
- **結論: バンチ間隔 3ns が可能なキッカーシステムを開発実証し、Low Q パラメーターを生かす。**

# 必要なR&D

## For Baseline Beam Parameter

- バンチコンプレッサーの性能の確認、短縮の可能性の追求 (SLAC, PAL etc.)
- 約6000バンチを受入可能なダンピングリングの設計
  - 速い立ち上り立ち下りのキッカーシステムの実証 (ATF)
  - ビーム不安定性の検討 (KEK, PAL, etc.)

# パラメーター まとめ

- 主ライナック加速勾配

- Base line:

- 31.5MV/m, (組込前 >35MV/m) (TESLA型空洞)

- Alternative & ECM 1TeV Baseline:

- 36MV/m, (組込前 >40MV/m) (LL or RE空洞)

問題: 「Baselineとして確立」、「Alternative から Baselineへ格上」等の判断の基準(数値的な)は何か? (議論はあるが合意なし)

- Beam Parameter

- 1年前(“Suggested”)と基本的に同じ。“Range” not “Point”

- 残る問題、必要なR&D

- Bunch Compressor の性能確認、ビームライン長の短縮

- ダンピングリングの問題: Low Q (バンチ数倍増)が可能か

- Fast Kicker の開発実証(ATF)

- Instability (Fast Ion, Electron Cloud) の検討