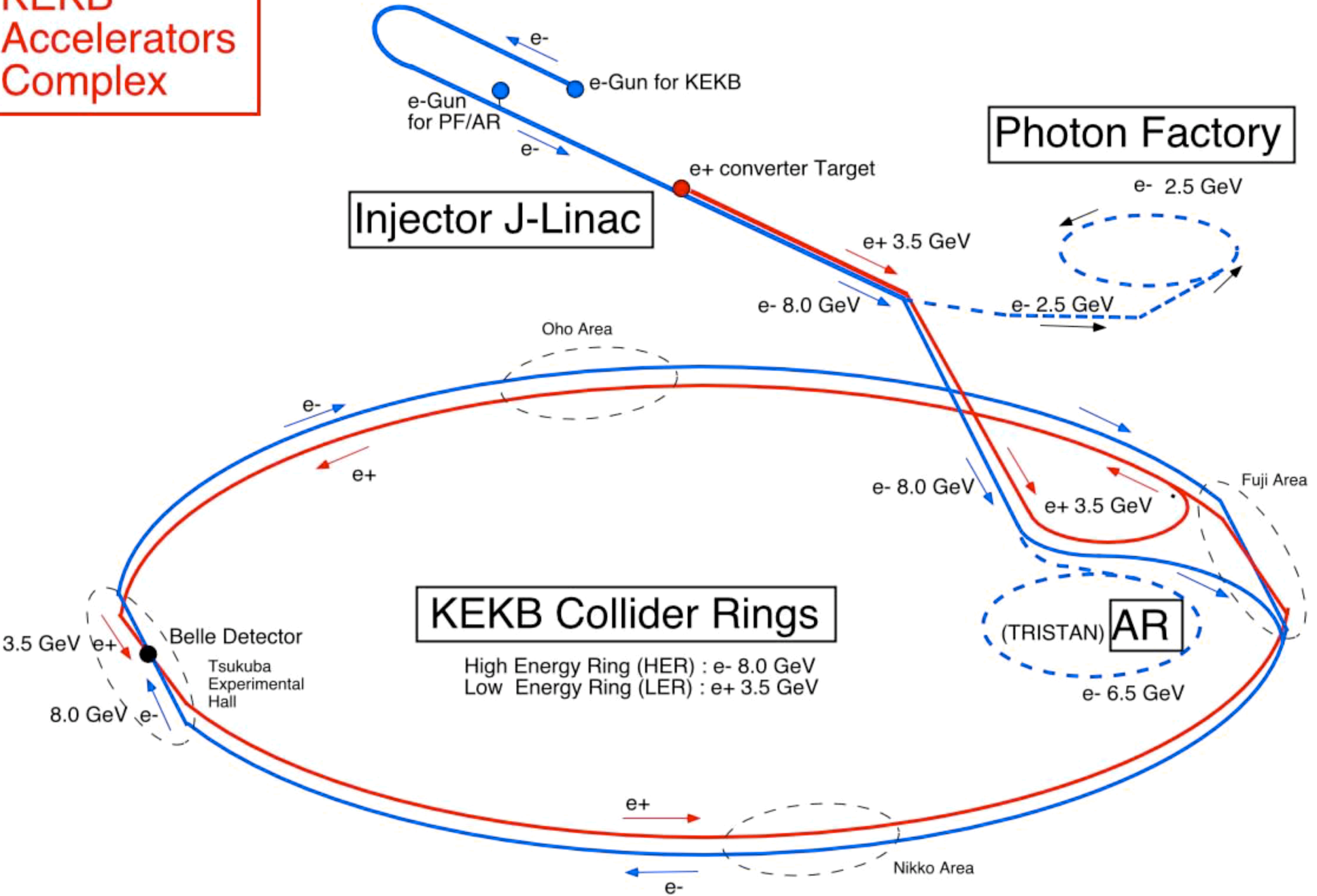


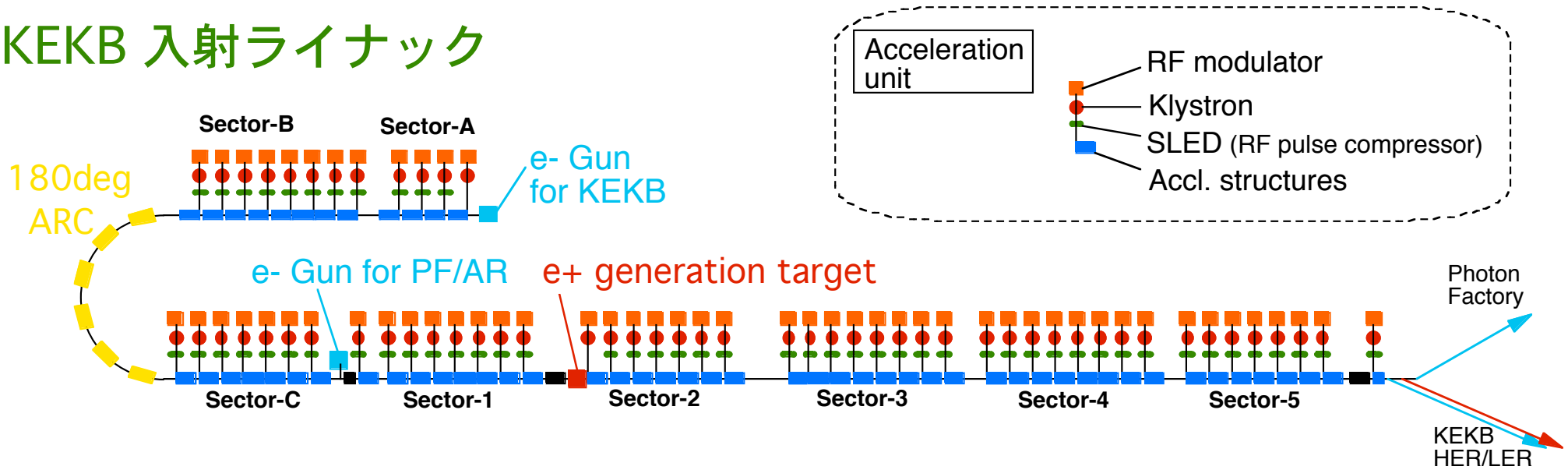
KEKB電子陽電子ライナック の改造計画

紙谷 琢哉 (KEK)

KEKB Accelerators Complex



KEKB 入射ライナック



加速ユニット 1 台当りのエネルギーゲイン

加速電界強度	21 MV/m
加速管長さ	1.928 m
加速管本数 (ユニット当り)	4 /unit

160 MeV/unit

ビーム加速能力最大値

e- to HER:	$(160 \text{ MeV/unit}) \times (55 \text{ accl. units}) = 8800 \text{ MeV}$
e+ to LER:	$(160 \text{ MeV/unit}) \times (29 \text{ accl. units}) = 4640 \text{ MeV}$
e- to Target:	$(160 \text{ MeV/unit}) \times (26 \text{ accl. units}) = 4160 \text{ MeV}$

KEKB 入射ライナックビームパラメータ

	電子 (e ⁻)	陽電子 (e ⁺)
ビームエネルギー	8.0 GeV	3.5 GeV
ビーム電荷量	1.0 nC/pulse	0.64 (1.2) nC/pulse
エミッタンス (normalized)	800 mm.mrad	2500 mm.mrad
エネルギー幅 (full width)	0.2 %	0.5 %
ビーム蓄積率	3.0 mA/sec	1.5 mA/sec (single bunch) 2.5 mA/sec (double bunch)



What is SuperKEKB ?

- **Physics motivation : SUSY Standard Model**



- **Luminosity : $10^{35} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$**

$$L \propto \frac{I_b \xi \xi_y}{\beta_y^*}$$

Beam current \rightarrow 9.4 A (factor of ~ 3.3)

Beam-Beam parameter \rightarrow Assumption: 0.05 from our experience

How much squeeze vertical beta at I.P \rightarrow 3 mm (factor of 3.3)
(2 mm may be reachable.)

Idea of 10^{35} : factor of $I_b \times \beta_y^* = 3.3 \times 3.3 = 10$



SuperKEKB でのライナック要改造項目

(1)		KEKB		SuperKEKB
ビームエネルギー (e-)		8.0 GeV	----->	3.5 GeV
	(e+)	3.5 GeV	----->	8.0 GeV !!

(エネルギーを逆転させるのは、電子雲の影響をちいさくするため)

陽電子加速エネルギー 8 GeV化！

(2)		June 2002	KEKB design	SuperKEKB
蓄積電流	(e-)	0.95 A	--> 1.1 A	---> 9.4 A !!
	(e+)	1.5 A	--> 2.6 A	---> 4.1 A !!

ビーム強度の増強！

(3) 陽電子のエミッタンスは今より小さくする

[衝突点の設計上の制約より]

---> e^+ ダンピング・リング!

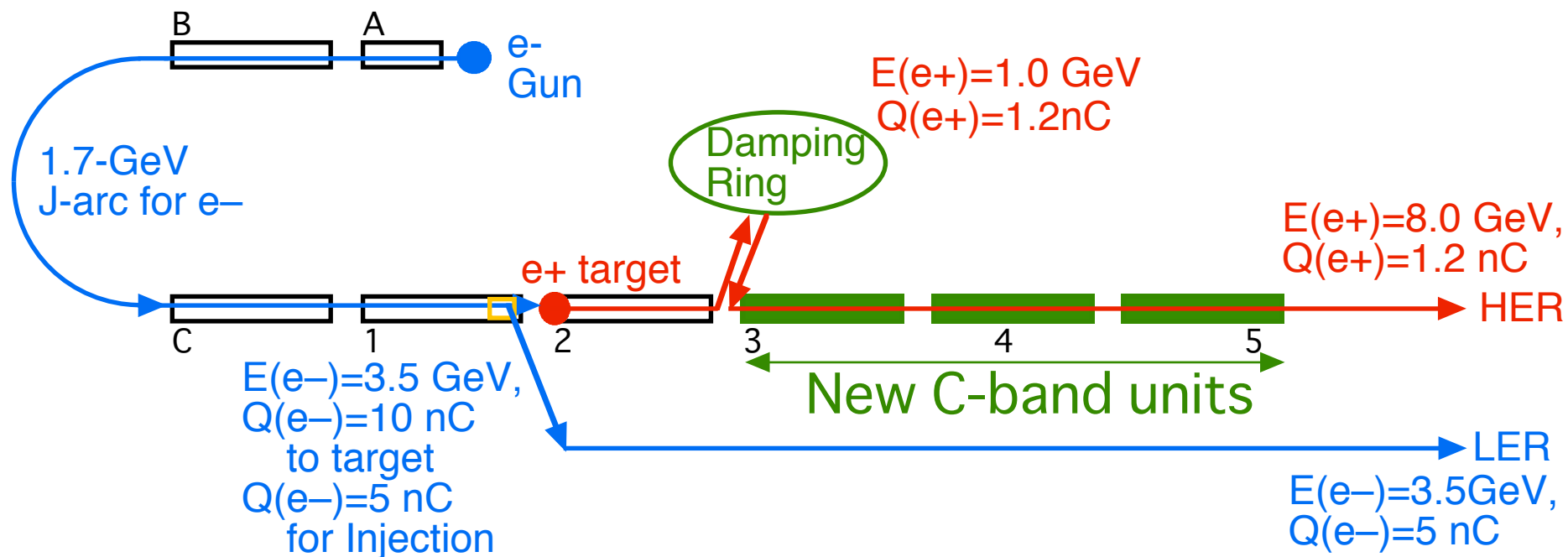
(4) 連続かつ e^+/e^- 同時入射を可能にする

---> 2バンチ運転で1つを陽電子生成に、

もう一つを入射用に使う

早いキッカーで分ける!

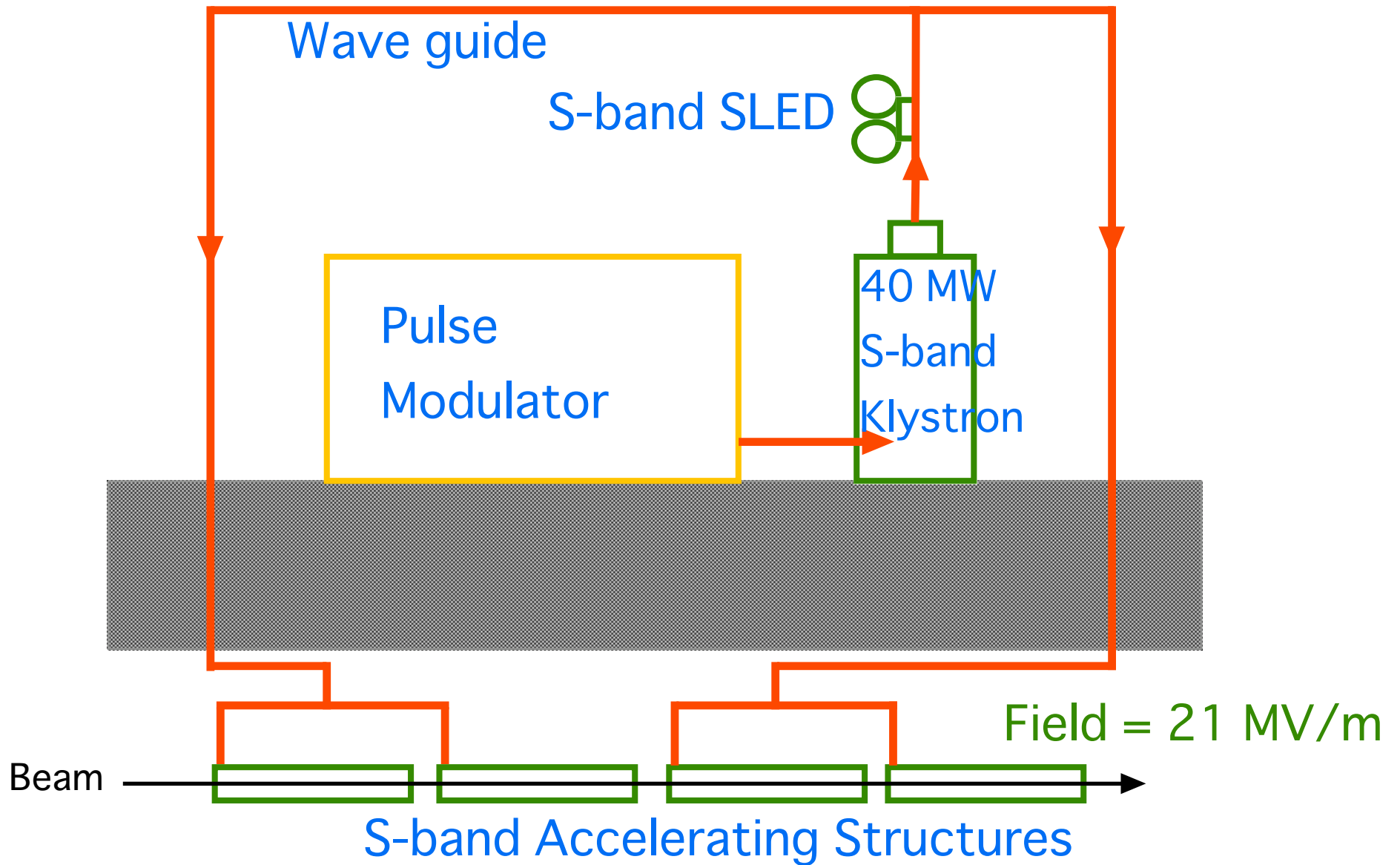
(A) 加速電界 2 倍化スキーム



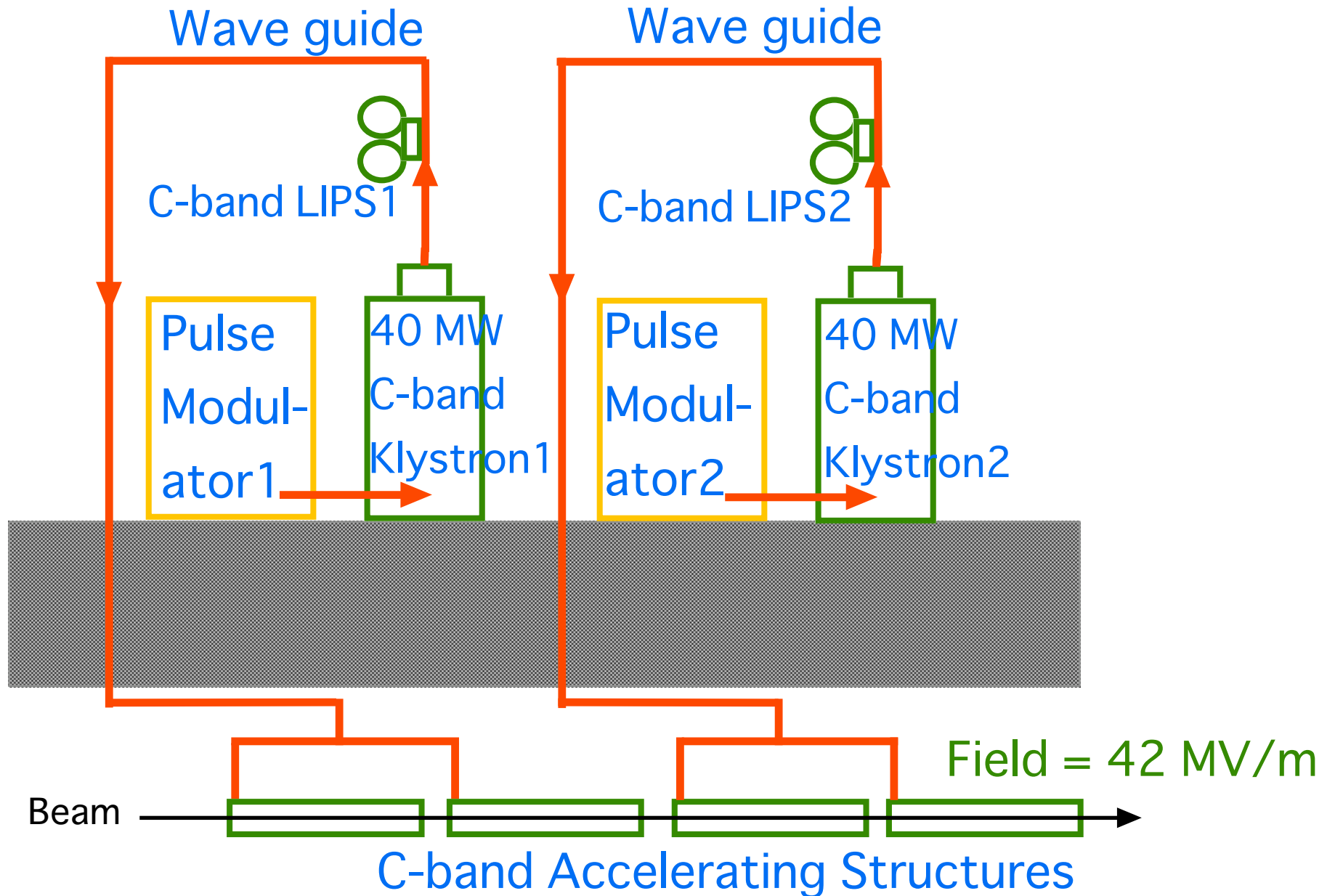
24 台の加速ユニットを C-band に改造する ($E_{\text{acc}} = 21 \rightarrow 42 \text{ MV/m}$)
($E_{\text{gain}} = 160 \rightarrow 320 \text{ MeV/unit}$)
(max. e^+ total $E_{\text{gain}} = 4640 \rightarrow 8640 \text{ MeV}$)

e^+ ダンピングリングによりエミッタンス及びビームサイズを小さくして C-band 加速管の小さいアパーチャーでもロスしないようにする

Present S-band accelerator unit



New C-band accelerator unit



SuperKEKB用 C-band 加速管のパラメータ

	S-band (現在)	C-band unit
RF 周波数 (f)	2856 MHz	5712 MHz
加速モード	2/3 π	2/3 π
シャントインピーダンス	57 M Ω /m	75 M Ω /m
Qファクター (Q)	13700	9700
開口径 (2a)	24.3 ~ 20.3 mm	14.0 ~ 10.6 mm
群速度 (v_g)	0.012 c	0.019 c
KLY からのRFパワー	41 MW 4 μ sec	2 x 40 MW 2 μ sec
RF圧縮でのパワー増倍率	3.4 with SLED	3.4 with LIPS
加速電界強度 (E_0)	21 MV/m	42 MV/m

C-band R & D 項目

クライストロン

Toshiba 50 MW C-band Klystron 入札済み

パルスモジュレーター (コンパクト型)

初期設計完了 -> 1号機製作中

サブブースター

気象用 40 kW Klystron を 5712 MHz 用に改造予定

RF パルス圧縮器 (LIPS type TE038-mode)

設計検討中

加速管 (2 π /3-mode, S-band のスケールダウンモデル)

初期設計完了 -> 1号機製作中

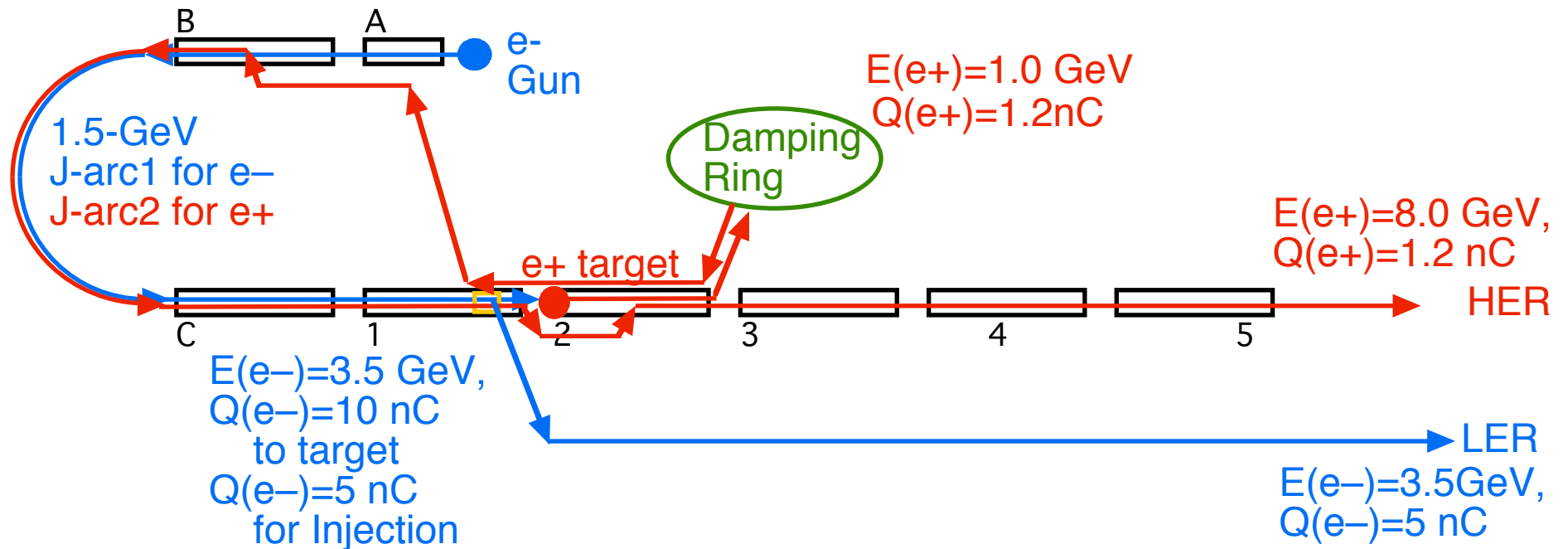
導波管, RF 窓, フランジ, 3-dB ハイブリッド

設計検討中 -> 設計完了次第、試作予定

2003年春, ハイパワーテスト及びビーム加速テスト予定

モジュレーター1台 + クライストロン1台 + 1m-加速管

(B) 陽電子ビーム還流スキーム



RF源や加速管の改造は不要であるが、運転が複雑になる

次の RF パルスまでビームを待たせる e+ ダンピングリング 必要

e+ ビームリターン, e+用第2 J-arc, ターゲットバイパスライン 必要

--> 同じ RF pulse に異なる種類のビームを乗せて加速する

(一次 e- と e+) (高エネ e+ と 低エネ e+)

ビーム強度の増強

e- ビーム強度

3.0 mA/sec --> 15.0 mA/sec
(1 nC/pulse) (5 nC/pulse)

すでに陽電子生成用に 10 nC e- beam の実績あり

ビームの質は悪いので入射バックグラウンドが問題

e+ ビーム強度

1.5 mA/sec --> 3.0 mA/sec
(0.6 nC/pulse) (1.2 nC/pulse)

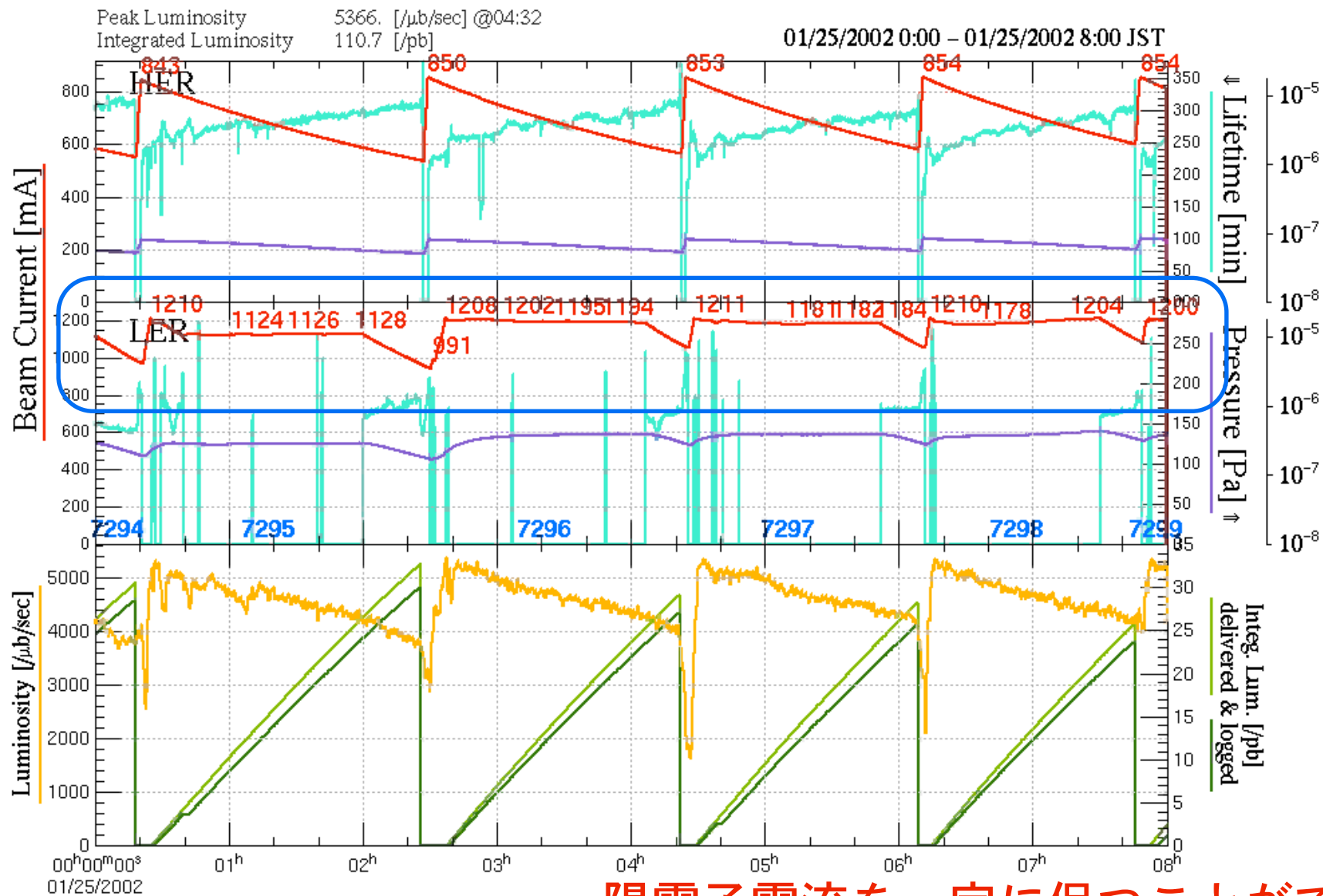
(ダンピングリングがあると2バンチ入射は困難)

陽電子収集系の改造

Flux Concentrator でエネルギーアクセプタンス拡大

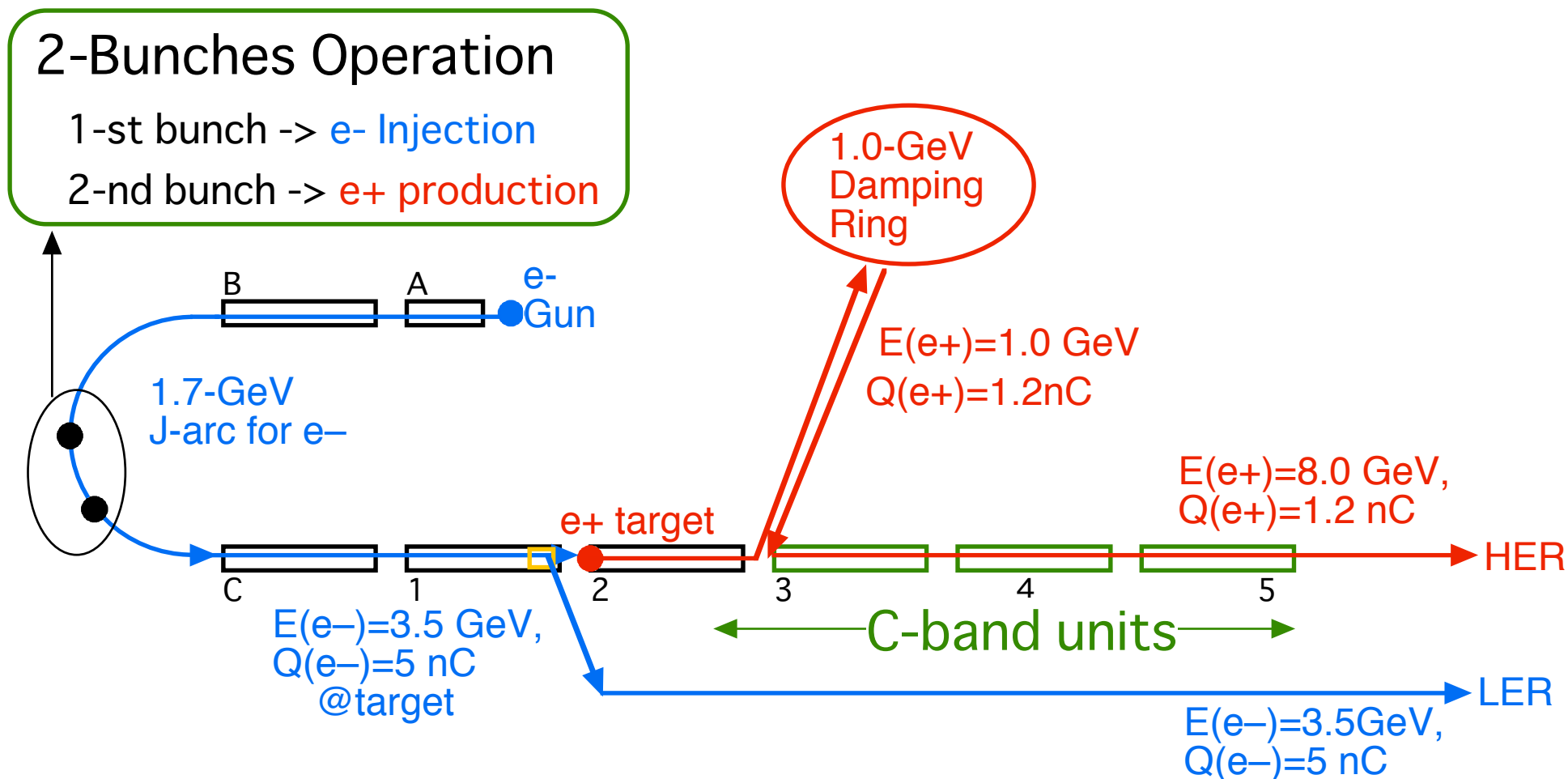
連続入射スタディー

Belle測定器をONにしたまま入射する



陽電子電流を一定に保つことができる。
陽電子入射のデッドタイムが無くなる。

e⁺/e⁻ 同時入射を可能にするスキーム



キッカーで第1バンチは陽電子生成標的に、第2バンチは入射ラインに行くように分離させる。

まとめ

SuperKEKB の実現可能性検討の一環として、入射ライナックの改造についての検討を進めている。

- (1) C-bandユニットによる加速電界 2 倍化
C-band コンポーネントの R & D を進めている
- (2) ビーム還流スキーム（副案として検討）
- (3) ビーム強度の増強（ e^- 5 倍、 e^+ 2 倍）
- (4) 連続、 e^+/e^- 入射を可能にする
2 バンチ加速モード & キッカーによる分離