

ILC Gamma-Gamma Collision around $E_{\gamma\gamma} = 750\text{GeV}$

K. Yokoya

2016.1.7 LC推進委

$\gamma\gamma$ collider

- Laser-Compton散乱によりee colliderを $\gamma\gamma$ に変換
 - 縦偏極電子が必要
- 最大photon energy $E_{\gamma\max} = xE_e/(1+x+\xi^2)$
 - $x = 4E_e\omega_{\text{laser}}/m^2$
 - $\xi^2 = 0.2-0.3$ (non-linear Compton parameter)
 - x の最適値 $x_{\text{opt}} = 2[\sqrt{2}+1] = 4.8$
 - 高エネルギーガンマを得るには大きい x が有利
 - しかし $x > x_{\text{opt}}$ ではpair-creationがおこって生成したガンマが失われる
 - ただしこの効果のthresholdは厳密でない
 - 非線形効果をいれると $x_{\text{opt}} \sim 4.8(1+\xi^2)$
 - $\rightarrow E_{\gamma\max} = 0.8E_e$
- 選択
 - For $E_e=500\text{GeV}$, $\lambda_{\text{laser}} = 1.5\sim 2\mu\text{m}$, $E_{\gamma\max} \sim 400\text{GeV}$
 - 1TeV e+e- collider は $E_{\gamma\gamma} = 700\sim 800\text{GeV}$ にちょうどよい

Laser

- Laser parameter
 - $\lambda_{\text{laser}} = 1.5 \sim 2 \mu\text{m}$
 - $1 \mu\text{m}$ でもOKかもしれない？ 要simulation
 - Flush energy $\sim 5 \text{Joule}$
 - Pulse length $\sim 1\text{-}2 \text{ ps}$
 - Average power $O(100 \text{kW})$
- Laser systemの候補
 - Fiber laser
 - Optical cavity
 - FEL
- これらはいずれも現状ではreadyではないが、その気になって開発すれば、ILCが 1TeV に到達するまでにはどれかが可能になるだろう

Crossing Angle

- 多重Compton散乱で発生する低エネルギー電子がビームビーム力で大きく曲げられる。このため大きな交差角が必要
 - 25mradあたりが γ - γ にはよい
- TDR:では交差角14mrad (γ - γ については触れられていない)
- 設計当初はe+e-用交差角を20mradとしていた
 - RDRの検討の際に、e+e-用交差角を20mradから14mradに下げの案出され、承認された。
 - γ - γ 用にあとで交差角を直す場合、
 - ビームダンプは新たに作らなければならない
 - 20mrad→25mradとすると、新旧のビームダンプが重なるので、工事はむずかしい
 - 14mrad→25mradだと、新旧のビームダンプが離れるのでこの問題はない
- γ - γ に移行するとしても、e+e- にいずれもどることは必須である

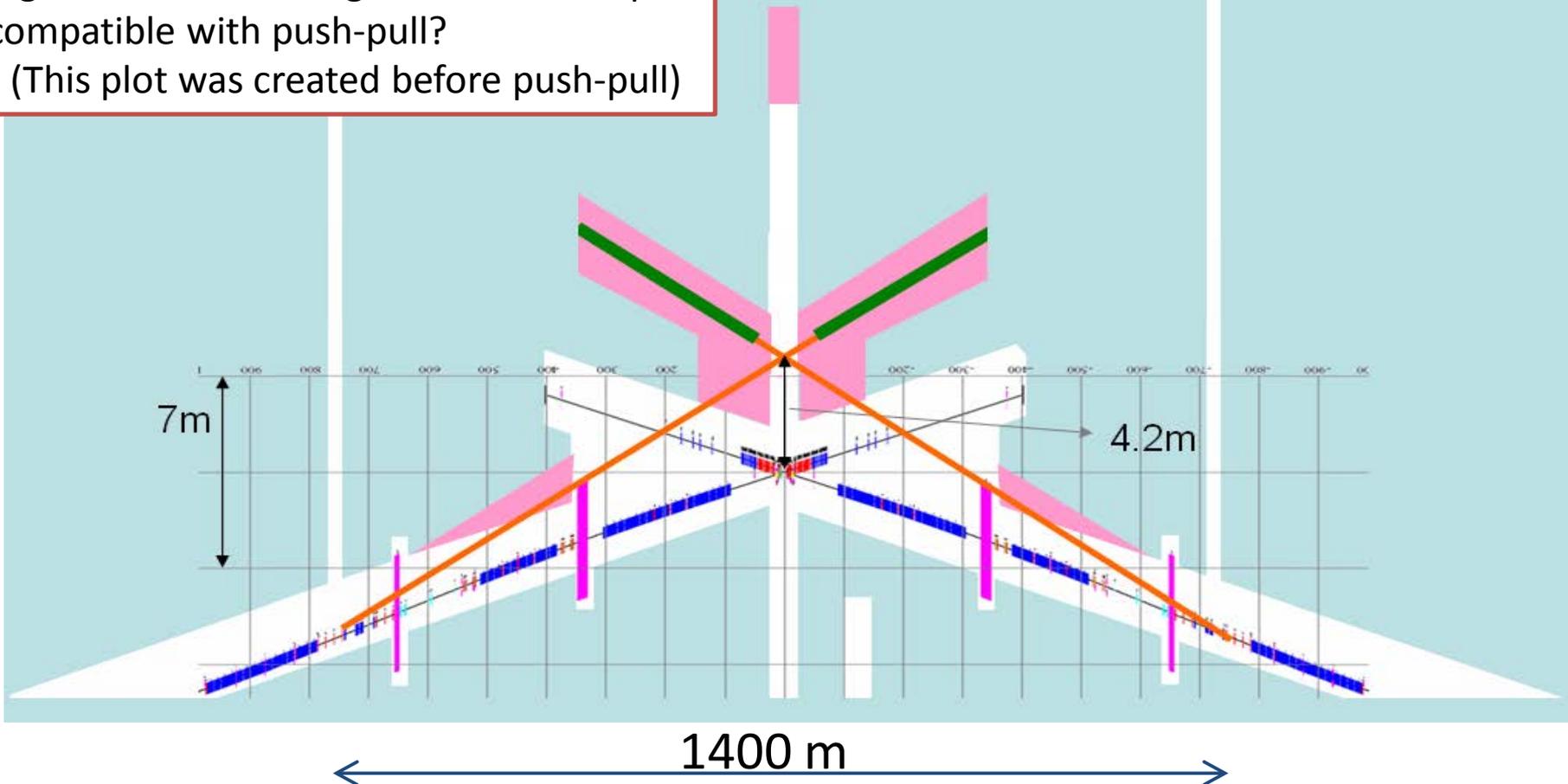
14mr => 25mr

A.Seryi, LCWS06

This doesn't look realistic

- Big CFS work including new main dumps
- compatible with push-pull?

(This plot was created before push-pull)

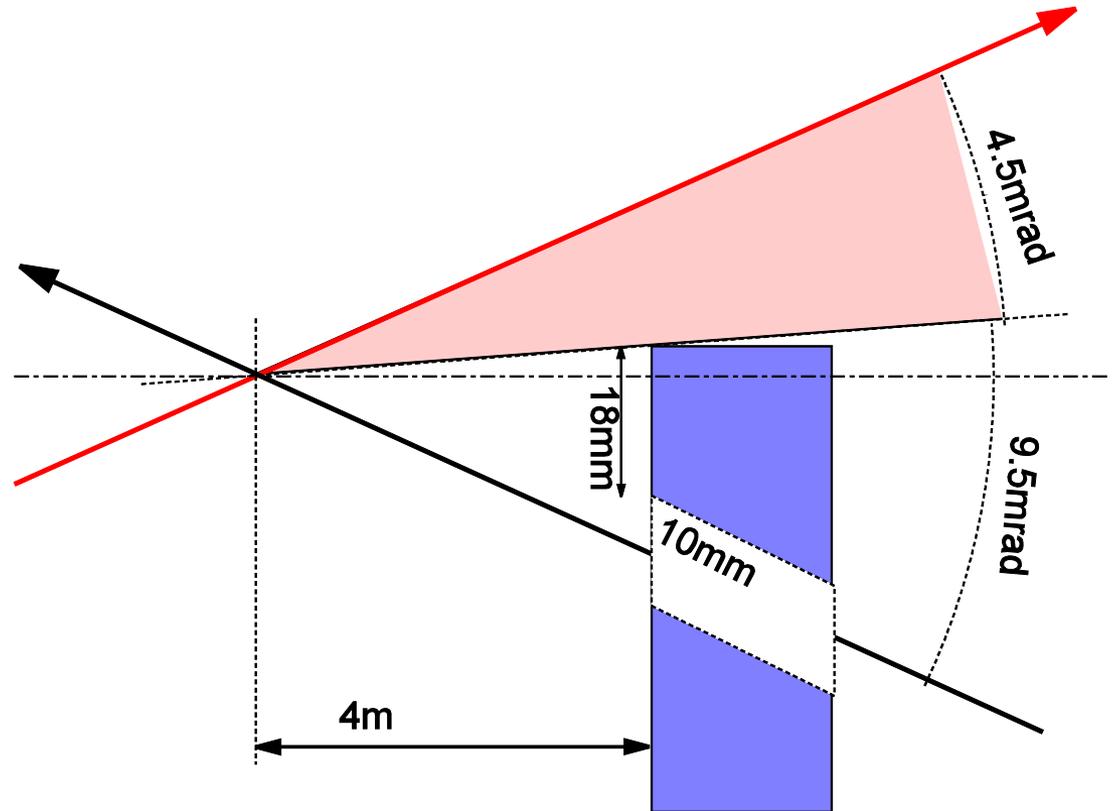


- additional angle is $5.5\text{mrad} = (25-14)/2$ and detector need to move by about 3-4m

IR Geometry

crossing angle	angle for outgoing beam
14 mrad	4.5 mrad
20 mrad	10.5 mrad
25 mrad	15.5 mrad

The required angle for outgoing beam is proportional to $\sqrt{N/\sigma_z}$, independent of E_{CM}



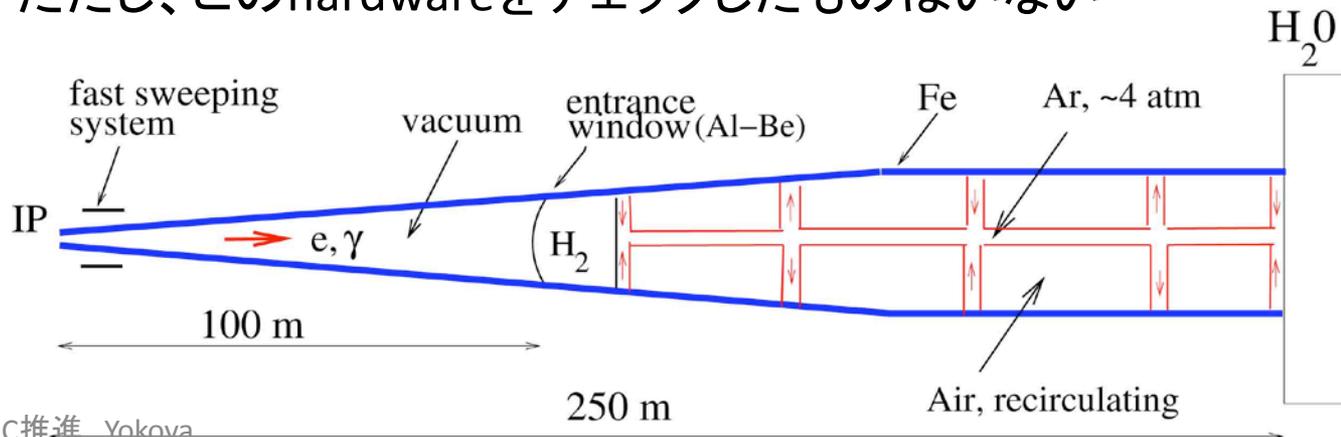
$\gamma\gamma$ Luminosity Reduction due to Small Crossing Angle

- $\text{Sqrt}(N/\sigma_z)$ should be proportional to θ
(θ = angle for out-going beam)
- $\rightarrow N$ は $\theta^2 \sigma_z$ に比例
- \rightarrow Luminosity は $(\theta^2 \sigma_z)^2$ に比例
- σ_z を長くするとhour-glass効果が問題。1.5倍くらいならいいか
- \rightarrow crossing angle 20mradなら、25mradにくらべてluminosityは半分くらい。14mradでははるかに小さい。
- なお、理想的な場合の $\gamma\gamma$ luminosityは、e+e-の1/3程度 (TESLA-TDR)

crossing angle	θ	σ_z	L/L0
14 mrad	4.5 mrad	450 μ m	0.016
20 mrad	10.5 mrad	450 μ m	0.47
25 mrad	15.5 mrad	300 μ m	1

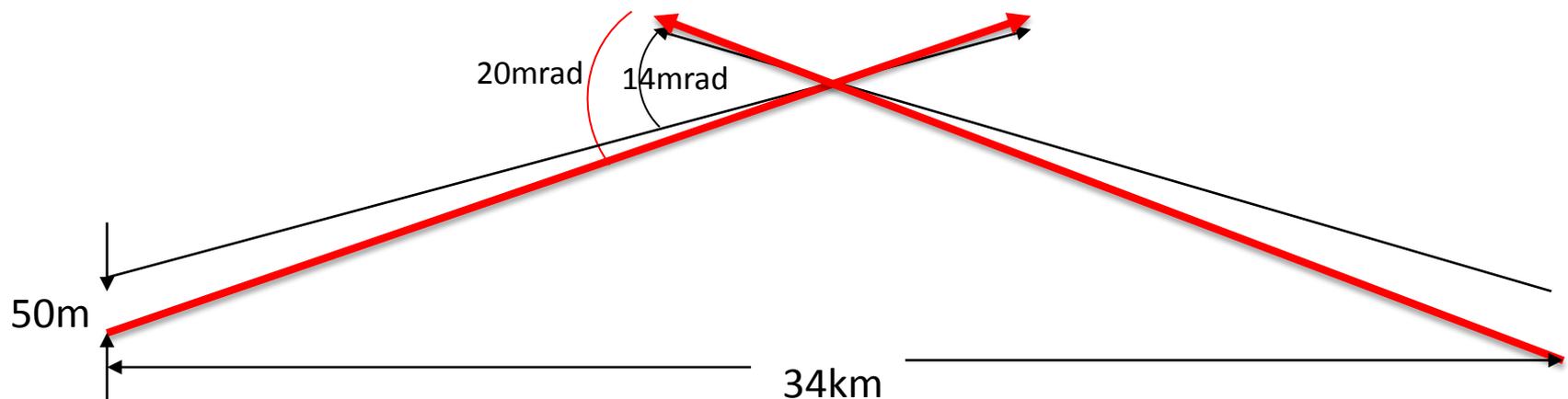
γ - γ への移行

- 交差角20mradならそのまま γ - γ に使える。
- ただし、その場合でも γ - γ への移行の際には多くに変更がある。
- 当然、レーザーシステムの追加
- 偏極電子源をもうひとつ(およびDRへの入射ライン)
- ビームダンプ
 - Main dumpを~10MW photon dumpとしても使う
 - 逆コンプトンからのPhoton beamは、beamstrahlungより強く、細く($1/\gamma$), かつ曲げられない
 - ダンプの窓がもたない
 - 高圧アルゴンガスによるガンマビームの拡散(Telnov)
 - ただし、このhardwareをチェックしたものはいない



Time Limit of Design Change

- 14mrad \rightarrow 20mradに際して必要な変更
 - CFS: geometryが最大25mずれる \rightarrow 佐貫さん
 - BDS: \rightarrow 奥木さん
 - Detector: \rightarrow 杉本さん、田内さん
- これらの変更は**建設開始直前でも可能だろうか??**
- であるなら、今後1-2年の内に $\gamma\gamma$ の重要性が認識された場合、設計変更は可能であろう



とりあえず検討しておくべきこと

- γ - γ のパラメータを作っておく
- 交差角20mradの場合、設計のどこを修正する必要があるか
 - 特にdetector

結論

- その気になれば、ILCが1TeVに達するまでに、 $\gamma\gamma$ の技術は出来上がるだろう
- 交差角14mradのままでは $\gamma\gamma$ のLuminosityは非常に低い
- $\gamma\gamma$ に移行する際に、交差角を変更するのは、大きな土木工事を必要とするので、現実的でない
- したがって、のちに $\gamma\gamma$ に移行するなら、建設当初から20mrad程度の交差角にしておくべきである。
- ただし、いまから1-2年後に750GeV $\gamma\gamma$ の重要性が認識されたばあいでも、設計変更は間に合うのではないか

Back up

