



# Belle II

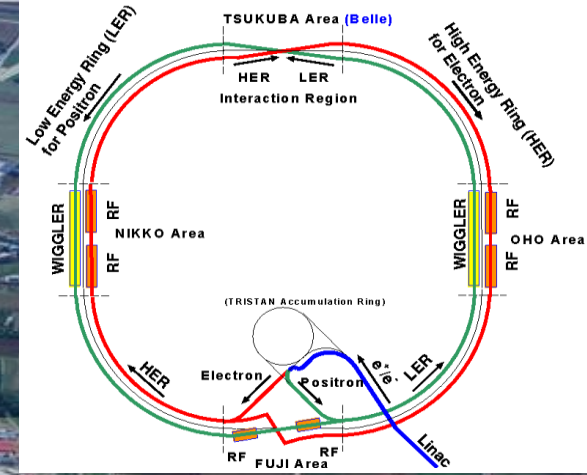


1

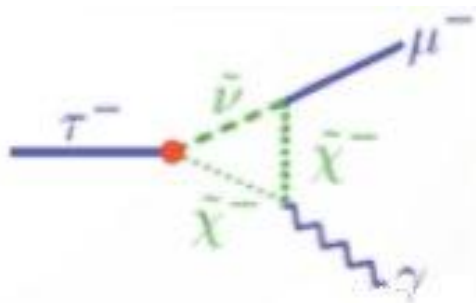
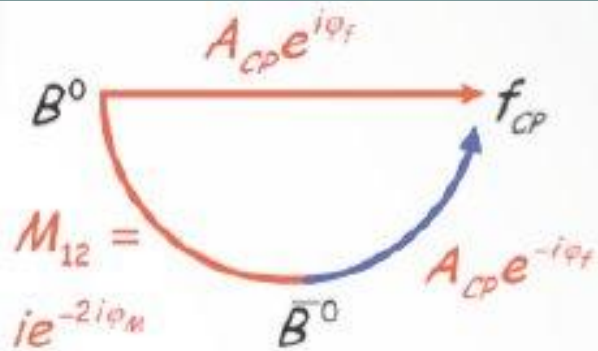
**EZIO TORASSA**  
**CDS - NUOVE PROPOSTE**  
**27 GIUGNO 2013**

# SuperKEKB e Belle II

## → upgrade di KEKB e Belle



parameters		KEKB		SuperKEKB		units
		LER	HER	LER	HER	
Beam energy	$E_b$	3.5	8	4	7	GeV
Half crossing angle	$\varphi$	11		41.5		mrad
Horizontal emittance	$\epsilon_x$	18	24	3.2	4.6	nm
Emittance ratio	$\kappa$	0.88	0.66	0.37	0.40	%
Beta functions at IP	$\beta_x^*/\beta_y^*$	1200/5.9		32/0.27	25/0.30	mm
Beam currents	$I_b$	1.64	1.19	3.60	2.60	A
beam-beam parameter	$\xi_y$	0.129	0.090	0.0881	0.0807	
<b>Luminosity</b>	<b>L</b>	<b><math>2.1 \times 10^{34}</math></b>		<b><math>8 \times 10^{35}</math></b>		<b><math>\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}</math></b>

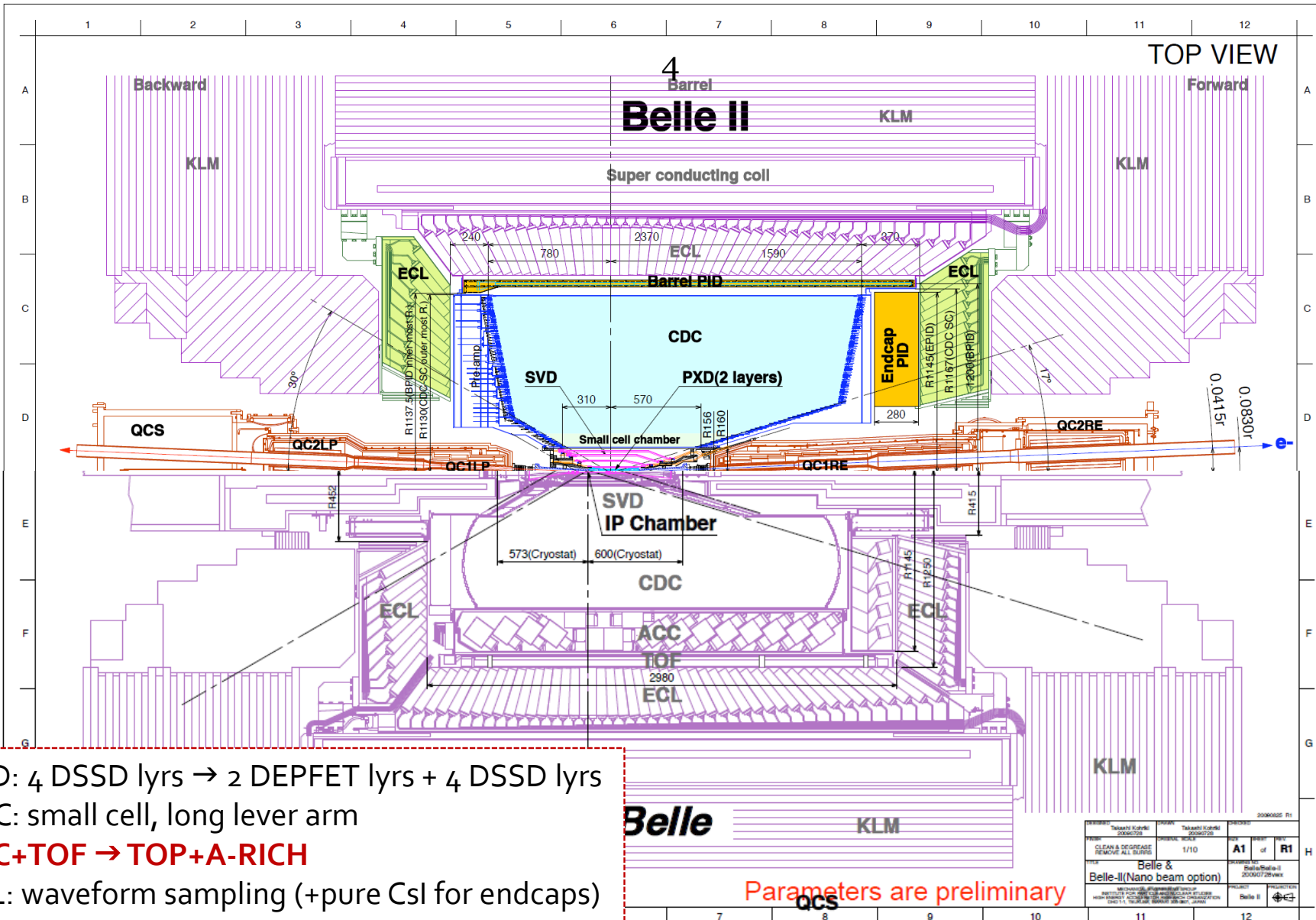


Con una luminosità più alta di un fattore  $10^2$  sarà migliorata la misura di  $A_{CP}$  saranno misurati i rapporti di decadimento di diversi canali rari.

Complementarietà rispetto ad **LHCb**

Observable	Expected th. accuracy	Expected exp. uncertainty	Facility
<b>CKM matrix</b>			
$ V_{us}  [K \rightarrow \pi \ell \nu]$	**	0.1%	<i>K</i> -factory
$ V_{cb}  [B \rightarrow X_c \ell \nu]$	**	1%	Belle II
$ V_{ub}  [B_d \rightarrow \pi \ell \nu]$	*	4%	Belle II
$\sin(2\phi_1) [c\bar{c}K_S^0]$	***	$8 \cdot 10^{-3}$	Belle II/LHCb
$\phi_2$		$1.5^\circ$	Belle II
$\phi_3$	***	$3^\circ$	LHCb
<b>CPV</b>			
$S(B_s \rightarrow \psi\phi)$	**	0.01	LHCb
$S(B_s \rightarrow \phi\phi)$	**	0.05	LHCb
$S(B_d \rightarrow \phi K)$	***	0.05	Belle II/LHCb
$S(B_d \rightarrow \eta' K)$	***	0.02	Belle II
$S(B_d \rightarrow K^*(\rightarrow K_S^0 \pi^0) \gamma)$	***	0.03	Belle II
$S(B_s \rightarrow \phi \gamma)$	***	0.05	LHCb
$S(B_d \rightarrow \rho \gamma)$		0.15	Belle II
$A_{SL}^d$	***	0.001	LHCb
$A_{SL}^s$	***	0.001	LHCb
$A_{CP}(B_d \rightarrow s \gamma)$	*	0.005	Belle II
<b>rare decays</b>			
$\mathcal{B}(B \rightarrow \tau \nu)$	**	3%	Belle II
$\mathcal{B}(B \rightarrow D \tau \nu)$		3%	Belle II
$\mathcal{B}(B_d \rightarrow \mu \nu)$	**	6%	Belle II
$\mathcal{B}(B_s \rightarrow \mu \mu)$	***	10%	LHCb
zero of $A_{FB}(B \rightarrow K^* \mu \mu)$	**	0.05	LHCb
$\mathcal{B}(B \rightarrow K^{(*)} \nu \nu)$	***	30%	Belle II
$\mathcal{B}(B \rightarrow s \gamma)$		4%	Belle II
$\mathcal{B}(B_s \rightarrow \gamma \gamma)$		$0.25 \cdot 10^{-6}$	Belle II (with $5 \text{ ab}^{-1}$ )
$\mathcal{B}(K \rightarrow \pi \nu \nu)$	**	10%	<i>K</i> -factory
$\mathcal{B}(K \rightarrow e \pi \nu) / \mathcal{B}(K \rightarrow \mu \pi \nu)$	***	0.1%	<i>K</i> -factory
<b>charm and <math>\tau</math></b>			
$\mathcal{B}(\tau \rightarrow \mu \gamma)$	***	$3 \cdot 10^{-9}$	Belle II
$ q/p _D$	***	0.03	Belle II
$\arg(q/p)_D$	***	$1.5^\circ$	Belle II

# Belle II Detector (in comparison with Belle)



SVD: 4 DSSD lyrs → 2 DEPFET lyrs + 4 DSSD lyrs  
 CDC: small cell, long lever arm  
**ACC+TOF → TOP+A-RICH**  
 ECL: waveform sampling (+pure CsI for endcaps)  
 KLM: RPC → Scintillator +MPPC

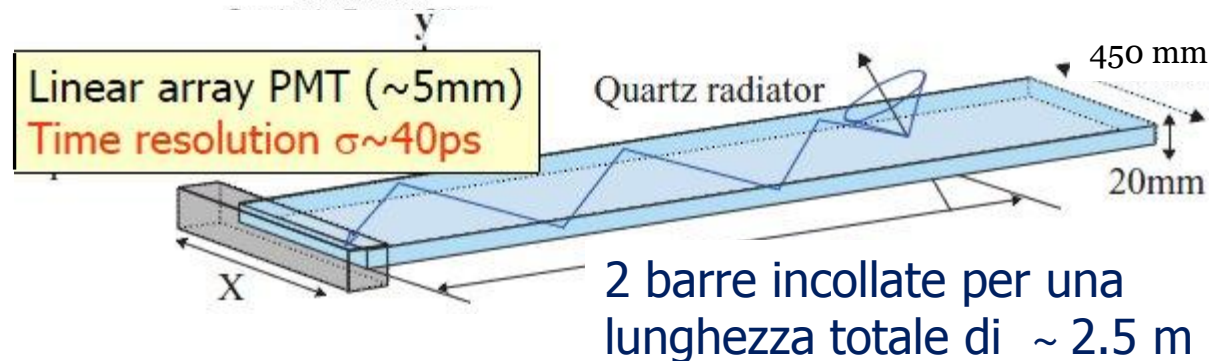
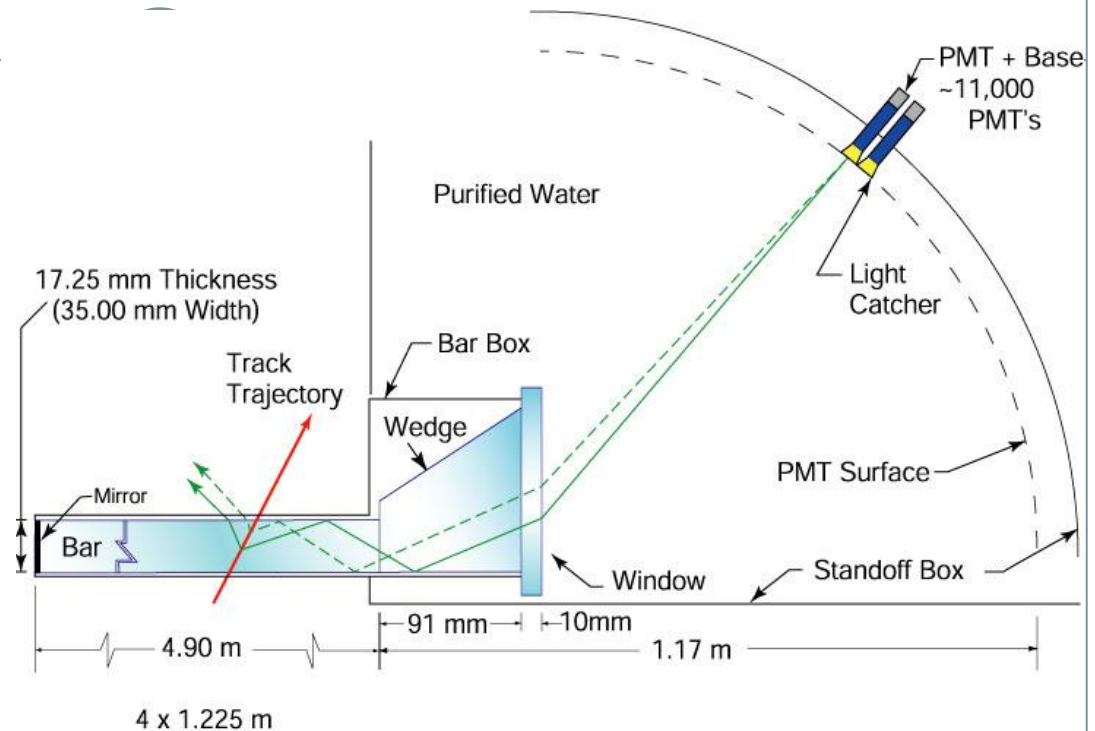
Parameters are preliminary

Task: Clean & Degrease	Frequency: 1/10	Part: A1	of: RI
Belle & Belle-II (Nano beam option)			
Belle II 2008/2009			
Belle II			

# Dal DIRC (Babar/SuperB) al TOP (Belle-II)

L'informazione sull'angolo Čerenkov non è più trasformata in una forma geometrica (cerchio o parabola) ma in un tempo di propagazione.

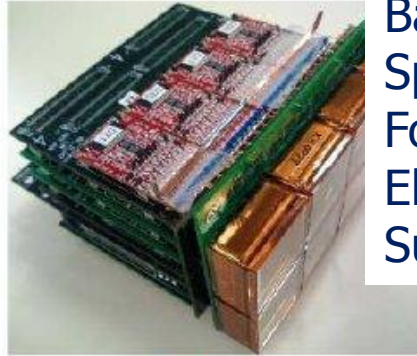
Si può migliorare la risoluzione aggiungendo un contributo geometrico cioè usando una matrice di PMT. Lo spazio occupato viene comunque notevolmente ridotto.



# Componenti TOP

6

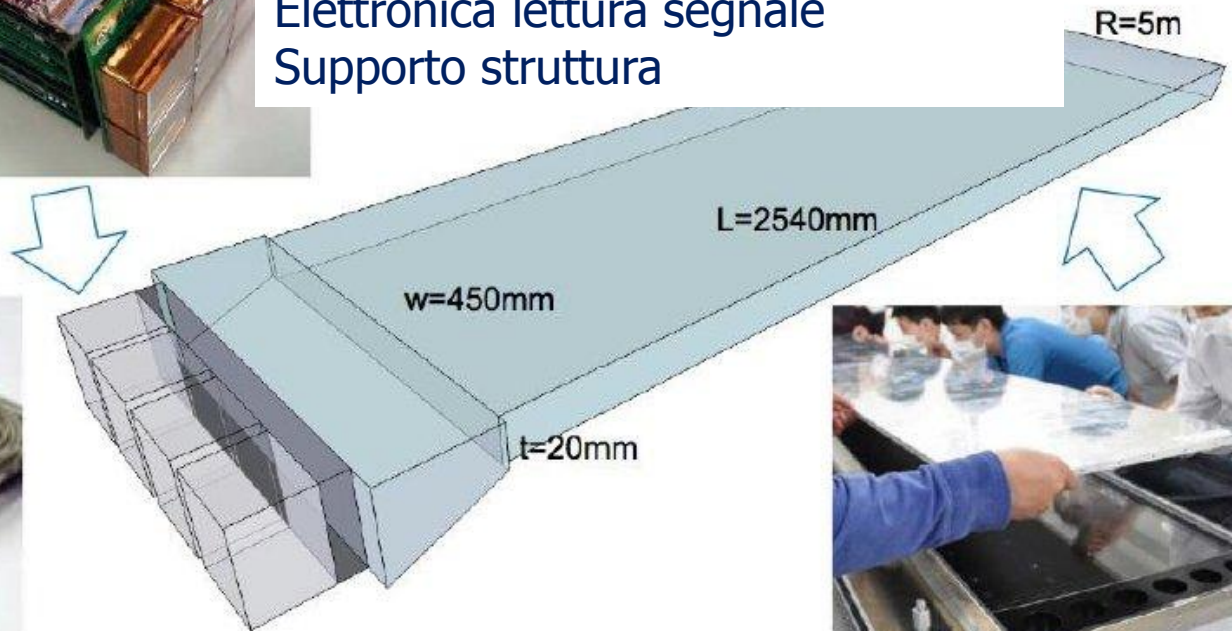
## TOP



Barra di quarzo, box di espansione  
Specchio a fine barra  
Fotorivelatori (MCPD MT)  
Elettronica lettura segnale  
Supporto struttura



Hamamatsu MCP-PMT



# Fotorivelatore

Il potere di separazione dipende dalla differenza dei tempi di volo (TOF) dalla differenza dei tempi di propagazione dei fotoni Čerenkov (TOP) e dal numero di fotoni rilevati.

$$\text{Separation power : } S = \frac{\Delta TOF + \Delta TOP}{\sigma_{\text{top}}} \times \sqrt{N_{\text{det}}}$$

$$\sigma_{\text{top}} = \sqrt{\sigma_{\text{photodetector}}^2 + \sigma_{\text{radiator}}^2}$$

> ~ 50ps (Chromatic)

- $\sigma_{\text{photodetector}}$  : Time Transit Spread (TTS)
- $N_{\text{det}}$  : number of detected photons

## Requirements

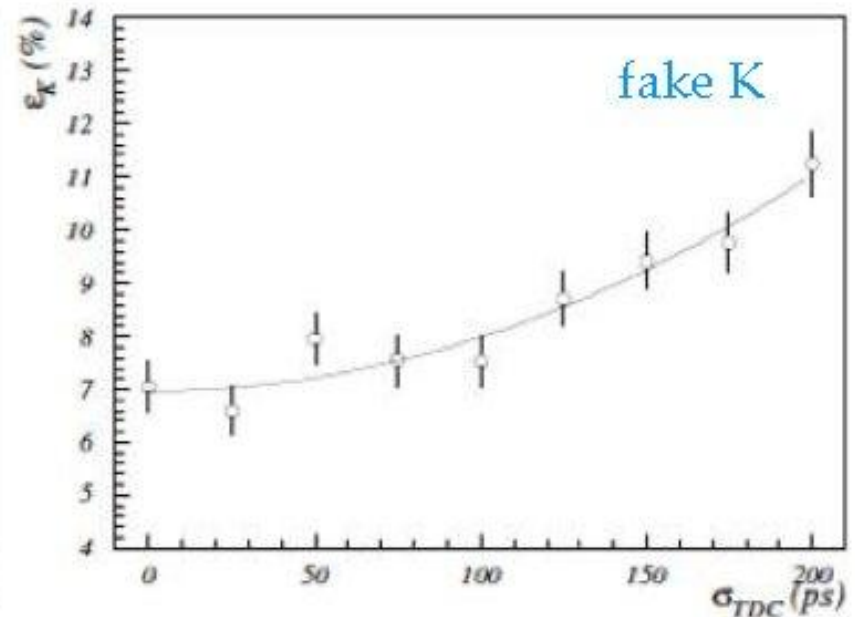
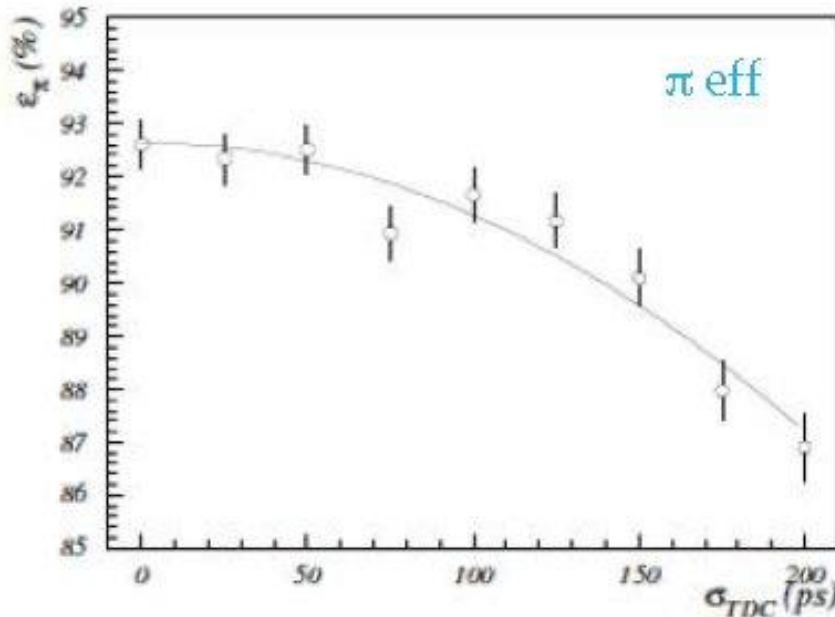
- TTS : <50ps
- Gain :  $1.0 \times 10^6$ 
  - Single photon detection
  - Enough statistics for TTS
- QE : >20% @  $\lambda = 400\text{nm}$
- Available in B -field

La scelta del fotorivelatore è importante. I MicroChannel Plate MCP-PMT hanno le caratteristiche richieste

# Effetti risoluzione TOP

8

Una risoluzione del TOP superiore a  $40 \div 50$  ps si traduce in un peggioramento delle efficienze di selezione e in un aumento di falsi positivi:



$B \rightarrow \pi\pi$

Eff. Fake

98.1% 2.9%

88.5% 11.6%

$B \rightarrow \rho\gamma$

Eff. Fake

99.0% 1.9%

87.5% 10.0%

Belle-II

Belle

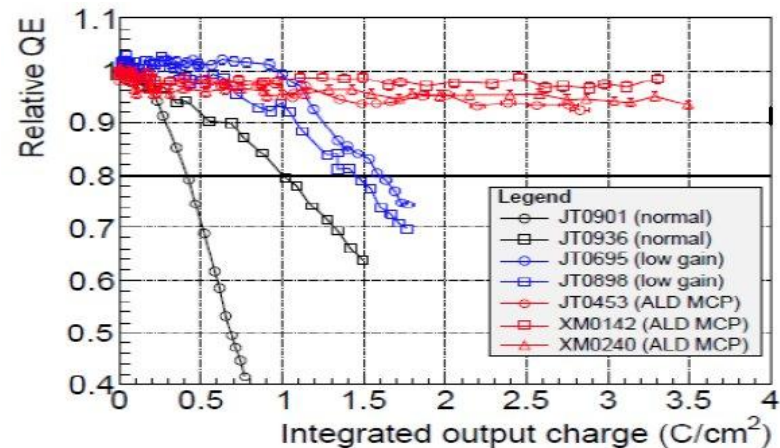
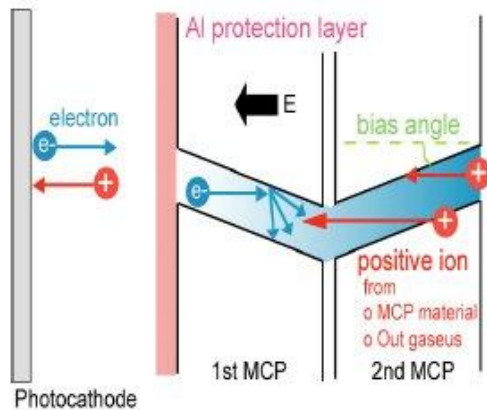


# Situazione attuale TOP

9

## *Produzione MCP-PMT:*

si e' scelto di optare per gli ALD MCP-PMT, nuovi fotorivelatori che grazie ad un substrato protettivo (Atomic Layer Deposition) hanno un'ottima resistenza alla radiazione. I PMT caratterizzati finora (1/2 del totale) saranno restituiti a Hamamatsu. E' necessario il raddoppio dei setup per il controllo qualità, tali test saranno fatti a Nagoya ed a KEK.



## *Produzione barre di quarzo*

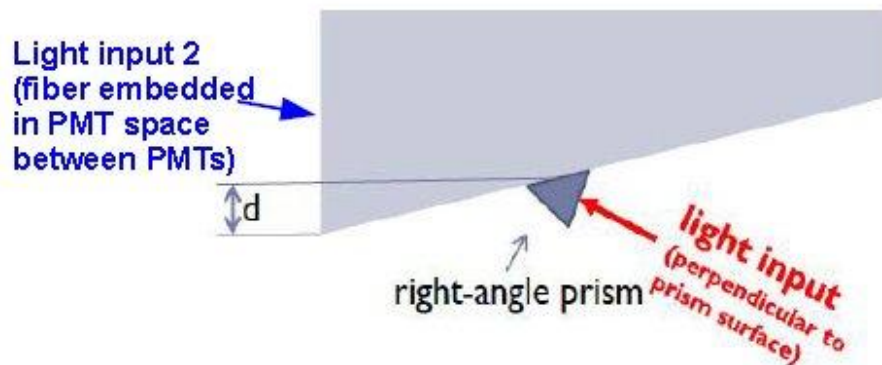
Due produttori sul mercato: Okamoto (Japan)+Zygo (USA)

Il via libera del DOE per il finanziamento e l'avvio della produzione dipende dal superamento di una review (CD-2/3), il test di un prototipo (1/16 del rivelatore) è appena terminato, i risultati saranno presentati alla prossima riunione.

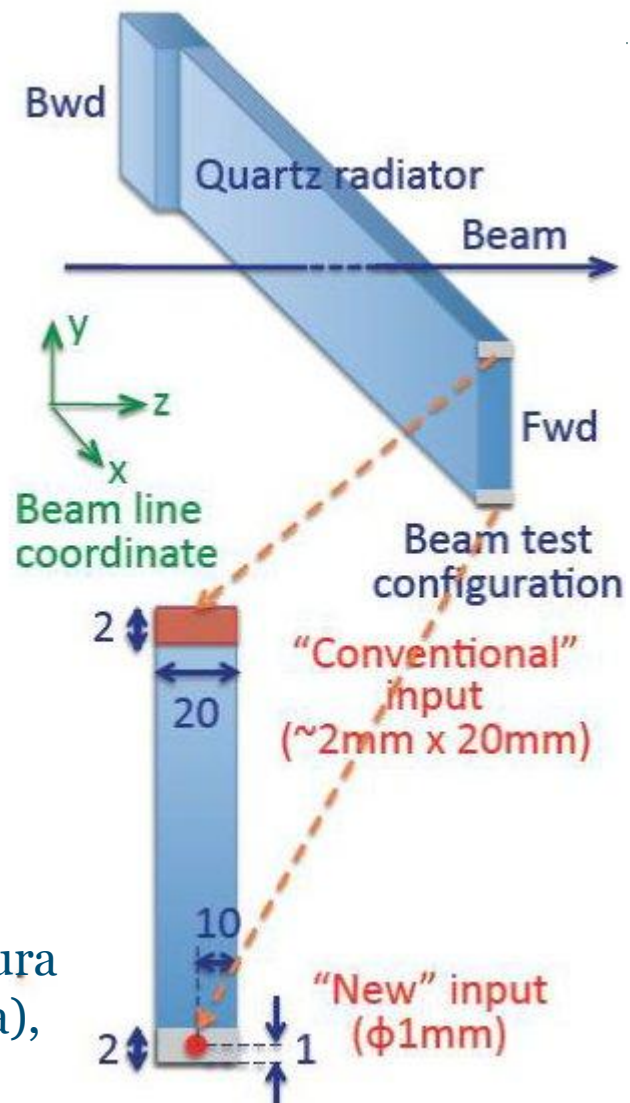
# Contributo Italiano al TOP calibrazione temporale

10

Nel test in corso in Giappone, la verifica della calibrazione temporale e' affidata a impulsi luminosi iniettati a fondo barra (figura a destra). E' necessario un sistema complementare capace di iniettare impulsi che arrivino in sincrono sui PMT senza attraversare tutta la barra.



Abbiamo iniziato a simulare le soluzioni possibili per l'immissione della luce nel quarzo. Prevediamo di realizzare una catena completa che va dal laser alla lettura dei PMT. Collabora al progetto Marc Rosen (UH Manoa), che ha realizzato il TOF calib system per BES-III



# Setup a Padova

11



## Testa laser:

P 39  $\mu$ W – 500 mW (classe 1)

t 40 ps

$\lambda$  409 nm

## MCP-PMT in prestito da Nagoya:

JT0893 3480 V

JT0900 3490 V

## Laser :

Advanced Lased Diode System

EIG1000D (2008)

# Programma 2013

12

Disegno del sistema di calibrazione temporale

Obiettivo : definire le specifiche della sorgente laser , delle fibre, degli splitter, della tecnica di iniezione della luce per consentire di monitorare a livello  $< 40$  ps la risoluzione temporale del rivelatore. (nb:  $40$  ps  $\sim 8$  mm)

**Padova:** sistema ottico per l'illuminazione dei MCP-PMT

- disegno del sistema di iniezione degli impulsi luminosi
- tests incollaggio dei diffusori/prismi/lenti sulla box di espansione
- simulazione dei percorsi ottici

**Torino:**

- tests: sistema di distribuzione della luce dal laser alle fibre:
- tests: confronto del time jitter su diversi tipi di fibra
- simulazione dei percorsi ottici
- processamento dei segnali in uscita dall'ASIC per l'analisi delle calibrazioni laser
- programmazione VHDL del FPGA di backend per la sparsificazione dei segnali

# Belle-II Italia

13

- FTE/Phys = 53%, dovuto ad altre attività in corso
  - Babar, BES-III, CMS, GrII, GrV....

	<b>Instit.</b>	<b>NPhy</b>	<b>NEng</b>	<b>NTot</b>	<b>FTEPhy</b>	<b>FTEEng</b>	<b>FTETot</b>
<b>ECL</b>	LNF	6	2	8	3	0.4	3.4
	NA	6	2	8	2.7	0.5	3.2
<b>TOP</b>	PD	3		3	1.3		1.3
	PG	5		5	3.1		3.1
<b>Tracker</b>	PI	9	1	10	4.7	1	5.7
	RM1	3		3	0.6		0.6
	RM3	5	1	6	3.2	1	3.2
	TO	3		3	2.2		2.2
	TS	3		3	2.2		2.2
	<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	<b>23</b>	<b>2.9</b>	<b>24.9</b>

# Belle-II Italia

14

- Quadro generale di attività presentato in commissione il 3 giugno.
- Primo incontro con i referee avvenuto il 25 Giugno. Partecipazioni e richieste sono state aggiornate, sono ancora possibili aggiustamenti
- Dimensionamento del gruppo adeguato, sigla nazionale Belle2 creata per il 2014.  
Per il 2013 resta la sigla SuperB  
(<http://www.ac.infn.it/preventivi/2014/>)
- Sostegno da parte dell'INFN confermato nella riunione di Bedeschi con la giunta

● CSN I
Riepilogo di commissione
Riepilogo "call" di commissione
Riepilogo dettagliato
ATLAS
BABAR
BELLE2
BESIII
CALC1-TIER1
CDF2
CMS
COMPASS
KLOE
LHC-b
LHCf
MEG
NA62
P-ILC
P-SUPERB
PMU2E
TOTEM
UA9

# Belle-II TOP

15

Nagoya, KEK, Hawaii, Cincinnati, Lubiana, PNNL, Padova, Torino

## Torino

Roberto Mussa 60%

Umberto Tamponi 100%

(Fabrizio Bianchi 60% computing)

## Padova

Posocco Mario 70%

Sartori Paolo 30%

Torassa Ezio 30%

Disponibilità a collaborare da parte di Giraudo (TO), Benettoni (PD), DalCorso (PD) ma al momento non vi è nessun impegno ufficiale di Tecnici e Tecnologi in nessuna delle due Sezioni (come risulta dalla tabella mostrata in precedenza).

# Richieste 2013 (Cat. A)

16

Consumi ed inventario finalizzato a definire il sistema di calibrazione temporale:

	TO	PD
-4 MCPPMT @6kEu/PMT:	12 kEu	12 kEu
- 1 box di espansione:		20 kEu
- fibre + attrezzature ottica:	3 kEu	3 kEu
- elettronica, cavi , connettori, boards:	3 kEu	
-4 front end boards per lettura MCPPMT:	32 kEu	
- laser head upgrade per scendere sotto 25 ps:		8 kEu



# Richieste 2014 e 2015 (Cat. A)

17

Riassumono i costi previsti per la realizzazione del sistema di calibrazione senza entrare nel dettaglio della distribuzione tra diversi istituti

## Spese 2014:

- FPGA per sottrazione dei piedestalli online: 2 kE
- Altri MCPMT per tests: 2 modello nuovo (ALD) 12 kE
- Fotonica: fibre, connettori, splitters, diffusori/prismi: 25 kE
- CAEN HV 1 mainframe + 2 schede: 21 kE

## Spese 2015, a disegno finalizzato:

- sistema di monitoraggio stabilita' : radiometro/fibre: 10kE
- Fotonica: fibre, connettori, splitters, diffusori/prismi: 125 kE
- Unità laser Disegno base: 4\*12 kE/laser ~ 50 kE
- CAEN HV: 1 mainframe + 4 schede 35 kE

*Nagoya chiede manpower tecnico: 8 mesi-uomo (2 tecnici) in 2 anni, per l'assemblaggio delle barre e del sistema di calibrazione a KEK*

# Richieste 2014 (Cat. B)

18

Riassumono i costi previsti per i consumi (Cons) e trasferte (Tras)  
Sono riferiti solo a Padova

## Cons:

- 1.5 kEu / FTE: 1.95 kE

## Tras:

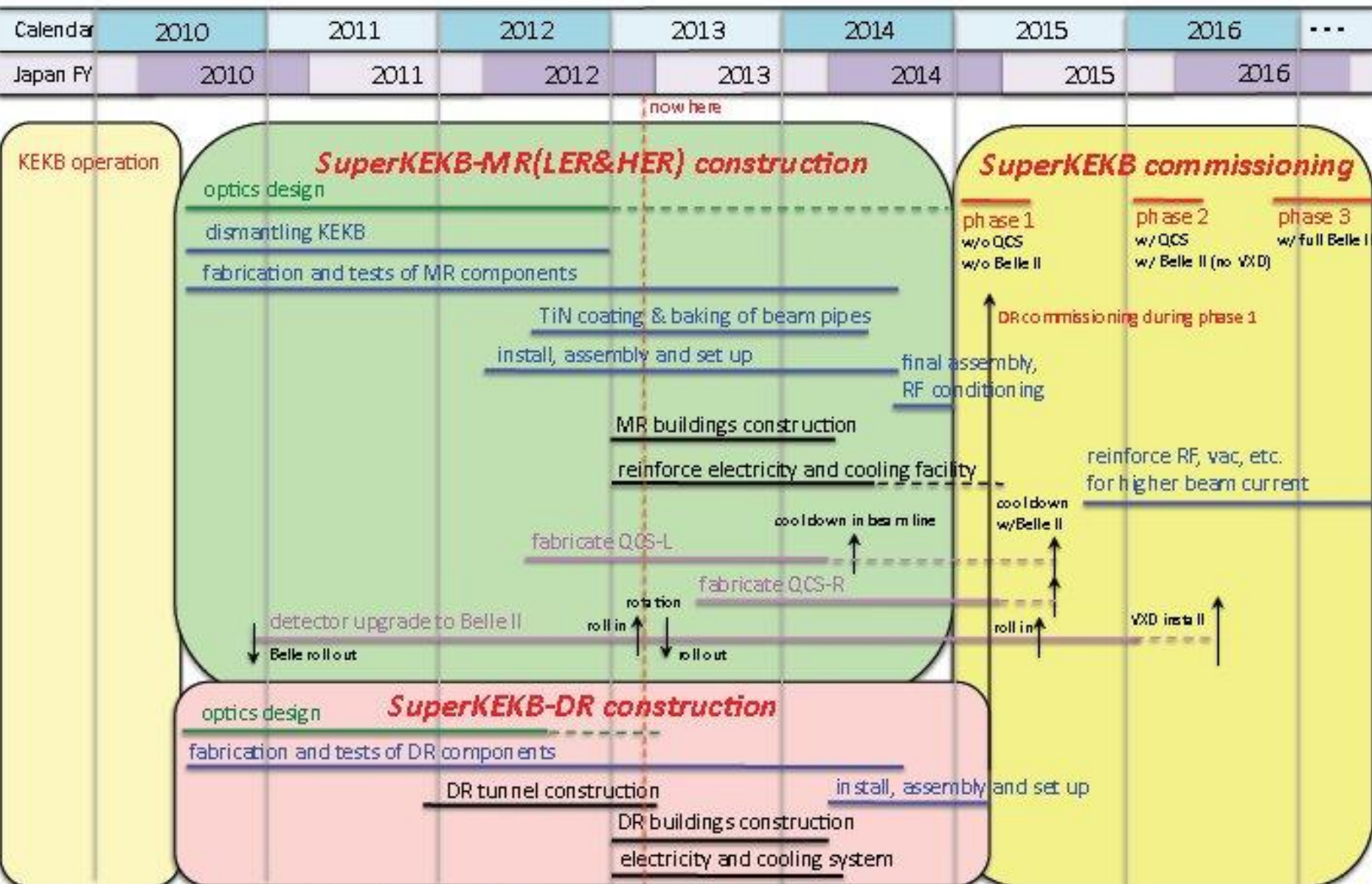
- 3 General meeting x 2 pers x 2.5 kEu 15 kEu  
- Meeting e workshop sottosistema 2 kEu / FTE 2.6 kEu

# Backup

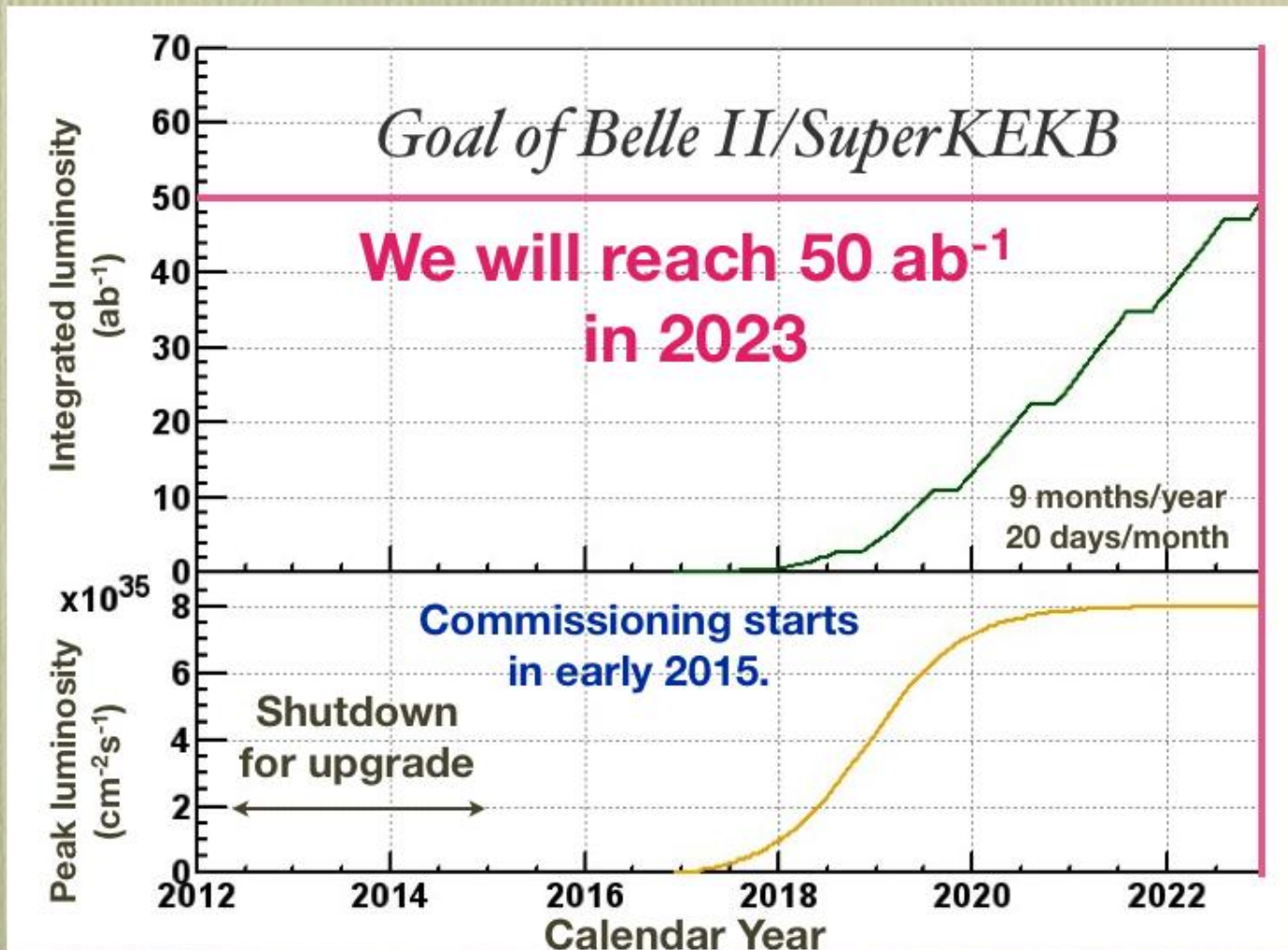
19



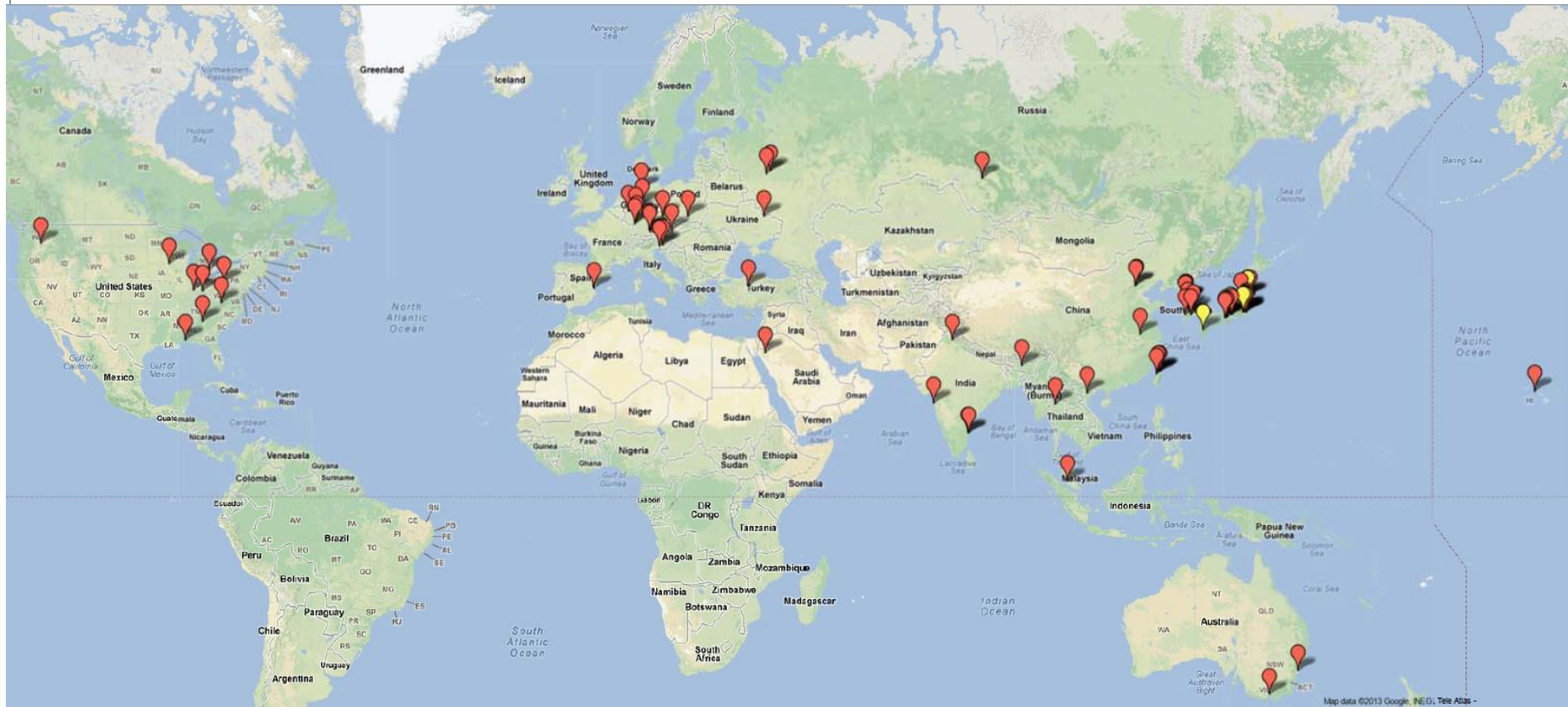
# SuperKEKB rings master schedule



# SuperKEKB luminosity projection



# Collaborazione Belle-II



452 physicists, 70 institutions, 20 countries

# Belle II Organization

## Executive Board

Chair : H. Aihara

aihara@phys.s.u-tokyo.ac.jp

## Institutional Board

Chair : E. Won

eunil@hep.korea.ac.kr

**Spokesperson : Peter Krizan**

peter.krizan@ijs.si

**Project Manager : M. Yamauchi**

masanori.yamauchi@kek.jp

**Speakers Committee**

Chair : Y. Sakai

Yoshihide.Sakai@kek.jp

T.Iijima, C.Schwanda, A.Schwartz

D.M.Asner, T.Aziz, A.E.Bondar,  
A.Bozek, T.Browder, P.Chang,  
Z.Dolezal, T.Iijima, T.Muller,  
Y.Sakai, C.Schwanda, M.Seviar,  
E.Won, C.Yuan, K.Akai

## Physics

### Coordinator

: B.Golob/K.Trabelsi

bostjan.golob@ijs.si

karim.trabelsi@kek.jp

**t-independent** : B.R.Ko

**t-dependent** : M.Staric

**Dalitz** : J.Dalseno

**Missing E** : K.Hara

**Analysis Model** : P.Urquijo

## Technical

### Coordinator

: Y.Ushiroda

ushiroda@post.kek.jp

**PXD** : H.G.Moser, C.Kiesling

**SVD** : T.Tsuboyama, M.Friedl

**CDC** : S.Uno

**PID** : I.Adachi, S.Korpar,  
K.Inami, G.Varner

**ECL** : A.Kuzmin

**KLM** : P.Pakhlov, L.Piilonen

**DAQ/TRG** : R.Itoh, Y.Iwasaki

**IR** : H.Nakayama

**STR** : J.Haba

## Soft/Computing

### Coordinator

: T.Hara/T.Kuhr

takanori.hara@kek.jp

Thomas.Kuhr@kit.edu

**Distributed Computing**

: M.Seviar

**Data Handling System**

: K.Cho

**Database** : M.Bracko

**Cord Management**

**Software Framework**

: R.Itoh

**Tracking** : M.Heck

**Simulation tools**

**Web, mail servers**



**KEK** si trova a Tsukuba, circa 80 km a nord-est di Tokyo

**Nagoya** si trova a circa 200 km a sud-ovest di Tokyo



# Dal DIRC al TOP

25

**LAL 95-88**  
**DAPNIA/SPP 95-27**  
**January 1996**

## **PROPAGATION OF PHOTONS INDUCED BY A PROTON BEAM IN A QUARTZ BAR**



**S. Plaszczyński, E. Torassa, G. Wormser**

Laboratoire de L'Accélérateur Linéaire  
IN2P3-CNRS et Université de Paris-Sud, F-91405 Orsay

**R. Aleksan, A. Amadon, P. Besson, P. Bourgeois, G.H. Monchenault,  
P. Jarry, M.C. Lemaire, J. Lemeur, G. London, J.P. Robert**

CEA Saclay, DAPNIA, F-91191 Gif sur Yvette Cedex

# 2014 Sottosistemi

26

**SVD**

	apparati	consumo	licenze-SW	missioni	trasporti	Grand Total
PI	160	80		67	10	317
TS		30	2.5	19	2	53.5
<b>Grand Total</b>	<b>160</b>	<b>110</b>	<b>2.5</b>	<b>86</b>	<b>12</b>	<b>370.5</b>

**PID**

	apparati	consumo	inventario	missioni	Grand Total
PD				10	10
TO	25	10	33	20	88
<b>Grand Total</b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>33</b>	<b>30</b>	<b>98</b>

**ECL**

	apparati	consumo	inventario	missioni	Grand Total
LNF		14.5		12	26.5
NA		33	14	21	68
PG	46.3	15		41	102.3
RM1		22	46	15	83
RM3		22		12	34
<b>Grand Total</b>	<b>46.3</b>	<b>106.5</b>	<b>60</b>	<b>101</b>	<b>313.8</b>

**COMP**

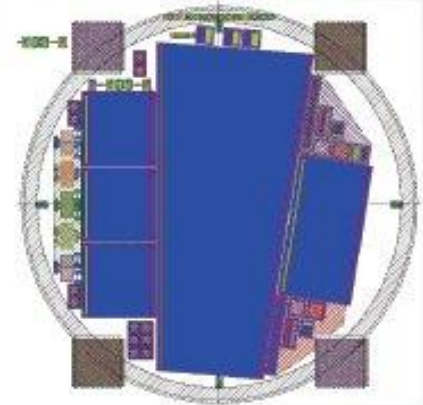
	missioni	Grand Total
LNF	8	8
Na	12	12
Pi	12	12
RM3	4	4
To	9	9
<b>Grand Total</b>	<b>45</b>	<b>45</b>

**Grand Total  
1200**

# Vertex Detector (PXD+SVD)

## Trieste:

- Contribution to silicon detector testing (Micron)
- Environmental & Radiation Monitoring
  - Take advantage of development funded in SuperB for diamond detectors with fast remote readout



## Pisa:

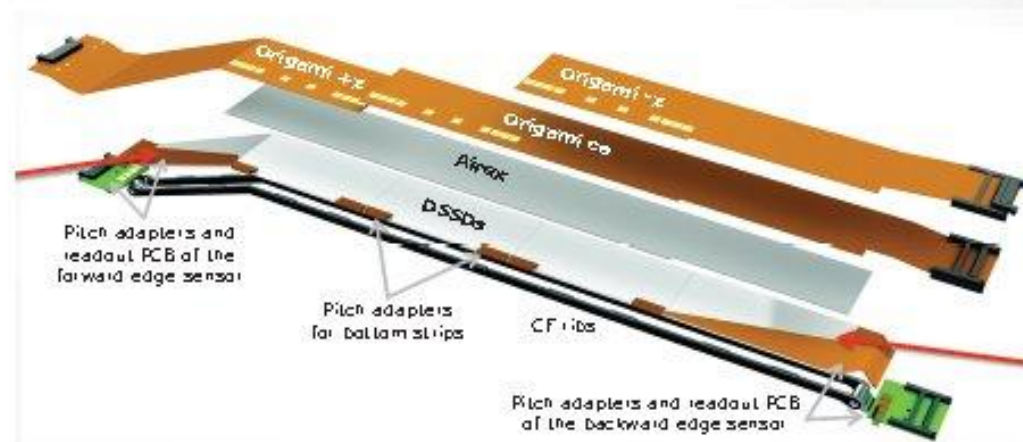
- Contribution to assembly of strip detector modules:

- On critical path
- Assemble FW and BW sensors of Layer 4-5-6 & ship to other assembly sites (Vienna, IPMU-Tokyo, TATA at IPMU lab)

- Participate in overall mechanical design & assembly

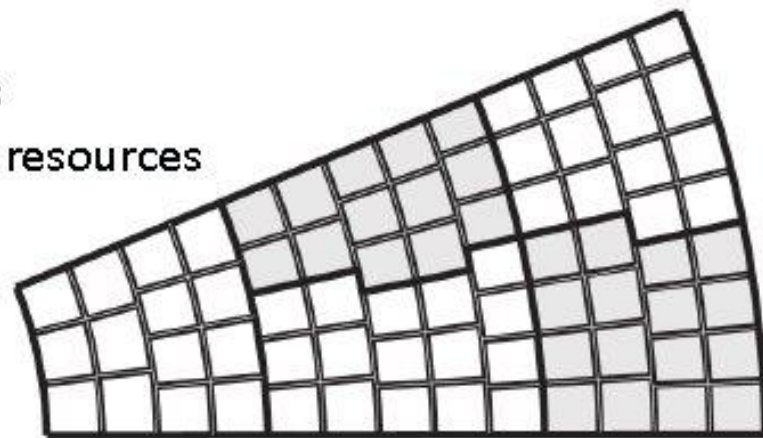
- SVD software development:

- Si only tracking & PXD data reduction with ROI (region of interest) selection
- Alignment



# Electromagnetic Calorimeter

- Perugia, Roma3, Napoli, Frascati, Casaccia (Roma1)
- For day one software activities
  - Simulation + Calibration software
- For phase 2 (installation in 2017-2018)
  - Contribution to endcap construction (expensive pure CsI). Two possibilities:
    - Components (including crystals) + construction of three complete endcap modules
    - Purchase of LAAPD, Front-end, ADC and construction and characterisation of three endcap modules – no crystals
  - Possibility of additional commitments
  - Detailed plan will depend on available resources
- R&D
  - R&D for different solutions
    - LAAPD for reading CsI
    - Different technologies for backward Endcap



# PID

29

SUBSYSTEM	ITEM	Sede	CAT	TOT COST	2013	2014	2015	2016	2017	2018
PID	Laser(s)		ATTR	56	6	25	25			
PID	Componenti ottici + fibre		CORE	170	20	75	75			
PID	Fotosensori di riferimento		ATTR	44	24	10	10			
PID	Meccanica/elettronica di supporto		CORE	40		30	10			
PID	<b>subTotale Calibration system</b>			<b>310</b>	<b>50</b>	<b>140</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
PID	Power supplies		CORE	55	7	6	18	24		
PID	Missioni testbeam+cosmici		MISS	40	9	10	5			
PID	Missioni commissioning		MISS	73	8	20	30	15	3	3
PID	Missioni coordinamento		MISS	20	5	5	5	5	5	5
<b>PID</b>	<b>Totale PID</b>			<b>498</b>	<b>66</b>	<b>156</b>	<b>143</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0</b>