

Belle-II

Presentazione Richieste in sezione 2014



S.Bettarini
per il gruppo Belle-II Pisa
28 Giugno 2013

Sunto

- (Breve) Introduzione
- L'acceleratore SuperKEKB ed il detector Belle-II:
 - Status & Schedule
- La partecipazione italiana
- Il gruppo di Pisa (manpower)
- L'SVD e attività a Pisa: in dettaglio
- Tempistica e richiesta servizi di sezione
 - Da oggi a fine 2013
 - 2014
- Richieste finanziarie
- Conclusioni/prospettive

Introduzione

- Belle-II a SuperKEKB costituisce una importante opportunit  per fare misure di precisione e scoprire eventuali discrepanze dallo SM:
 - Rare decay measurements
 - Lepton flavour violation
 - Violazione CP nel Charm
 - Sinergia/complementarita' col programma di LHC
- Abbiamo trovato una collaborazione (Belle-II) aperta e disponibile verso nuovi collaboratori.

In Italia esiste un gruppo :

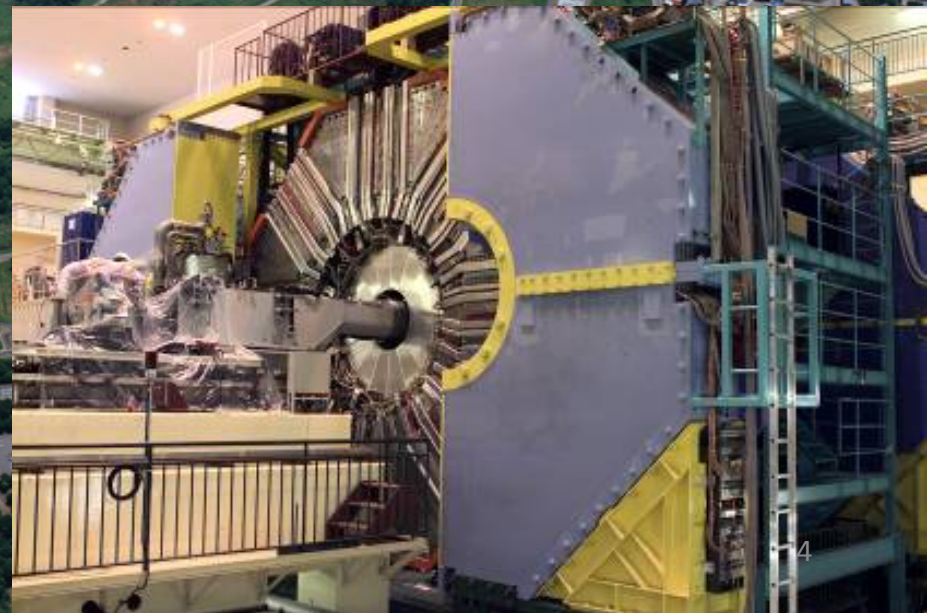
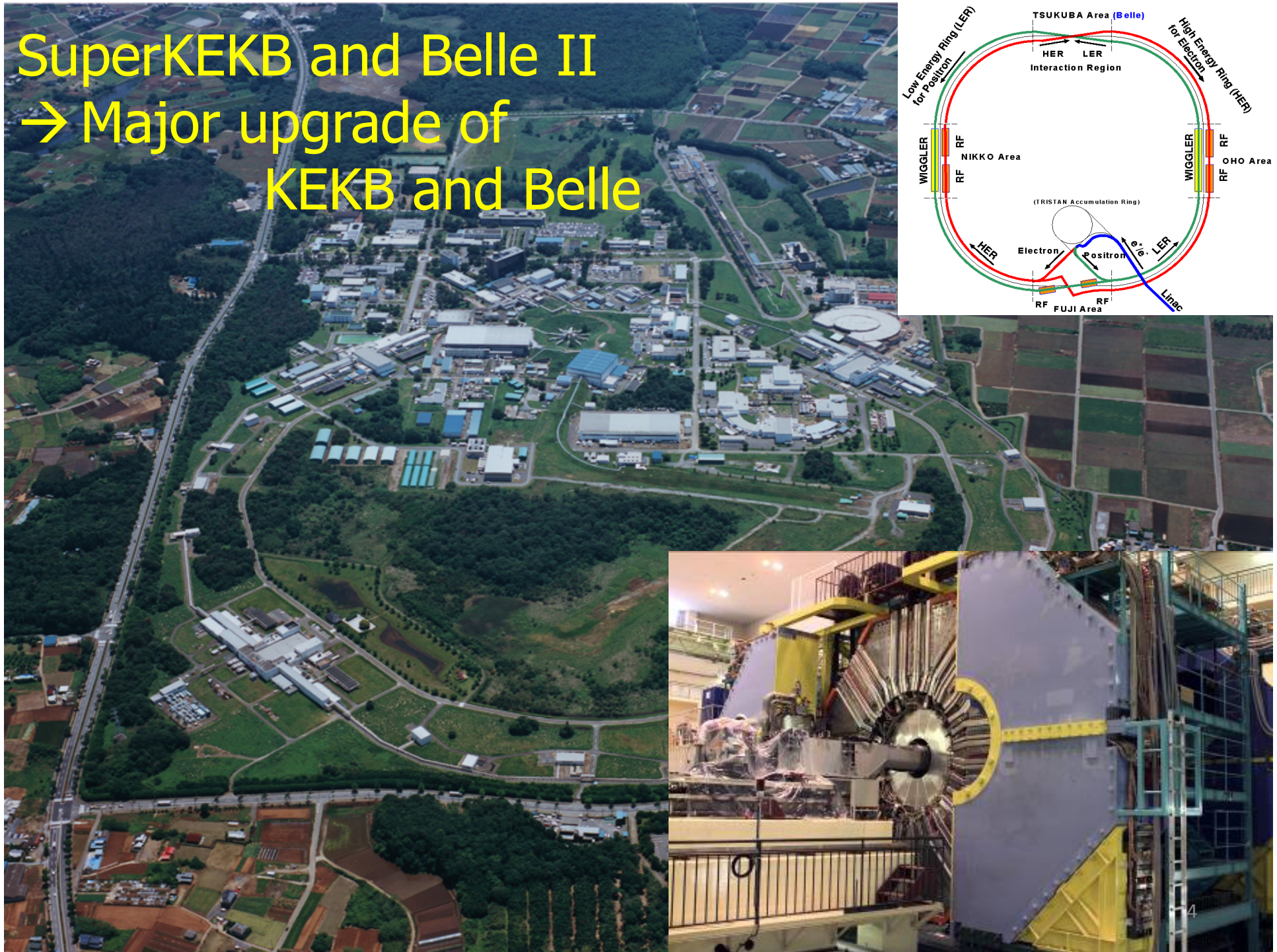
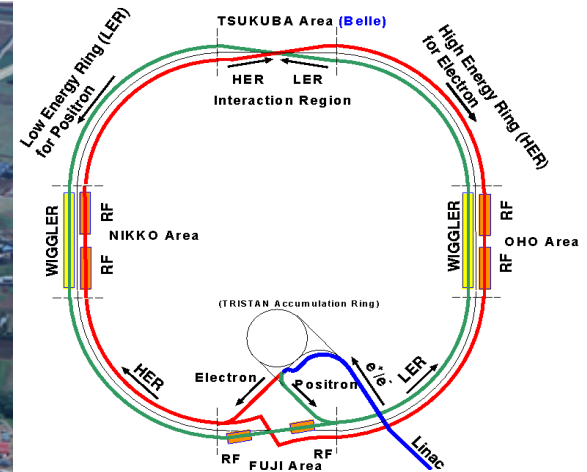
- fortemente motivato allo studio della fisica del flavour
- in grado di dare contributi importanti su diversi sottosistemi:
 - Vertex detector (PI,TS)
 - Particle identification (TO,PD)
 - Electromagnetic calorimeter (PG,NA,RM3,LNF,ENEA-Casaccia)
 - Computing (TO,PI,NA,LNF,RM3)
- le attivita' che si propone di fare risultano compatibili con le risorse disponibili
- Per la fisica e gli aspetti generali si rimanda alla recente presentazione in sezione dell'esperimento Belle-II(22/5 by F.Forti). Mi focalizzero' sulle attivita' del gruppo di Pisa, entrando nei dettagli se necessario, per consentire di valutare la compatibilita' con le attivita' gia' presenti.
- E' gia' stato fatto un incontro (17/5, Belle-II & CMS) con il gruppo Alte Tecnologie per valutare eventuali conflitti: non sembrano esserci grosse difficolt  (diversa tempistica).

SuperKEKB luminosity projection

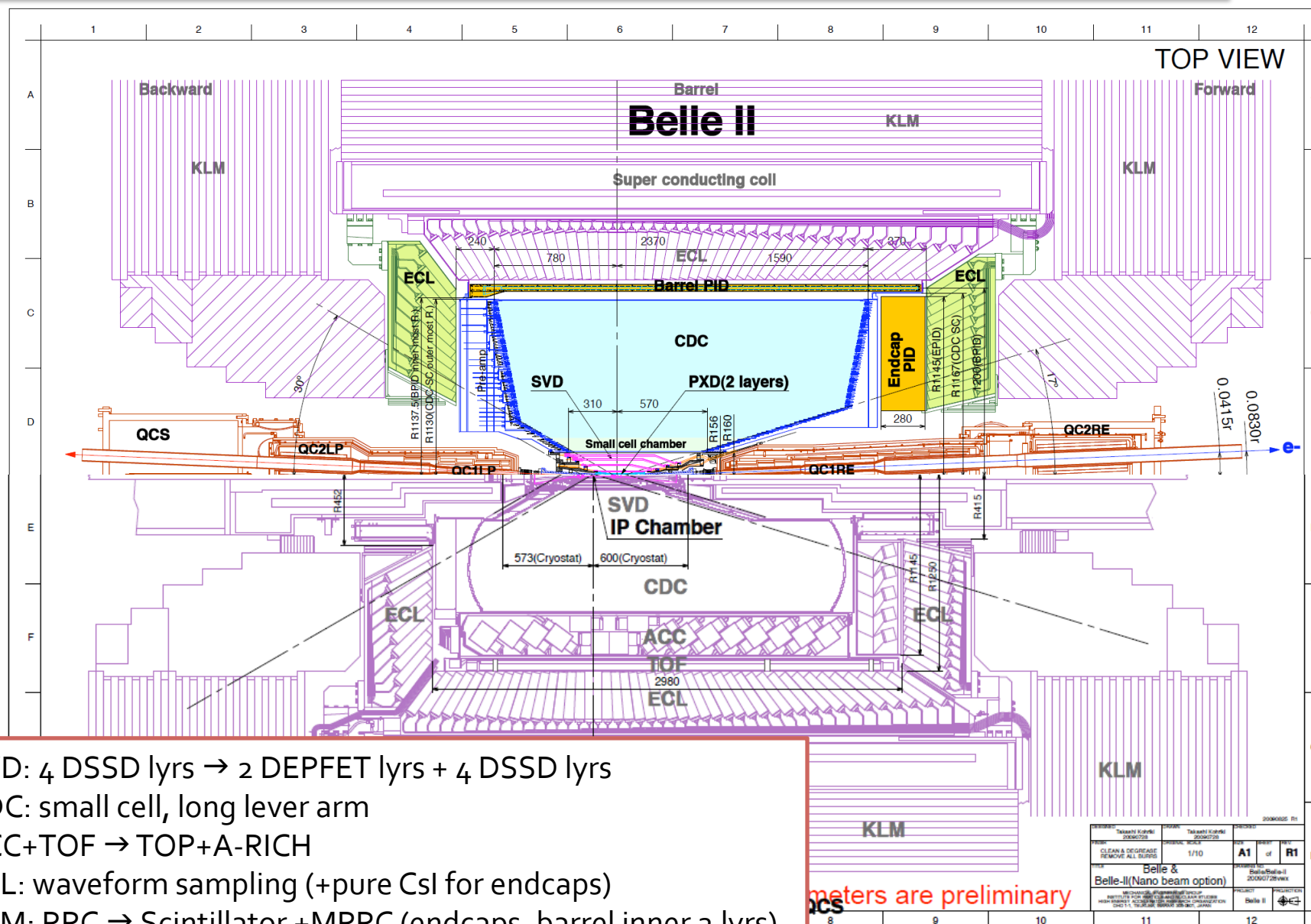


SuperKEKB and Belle II

→ Major upgrade of
KEKB and Belle



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 (endcaps, barrel inner 2 lyrs)

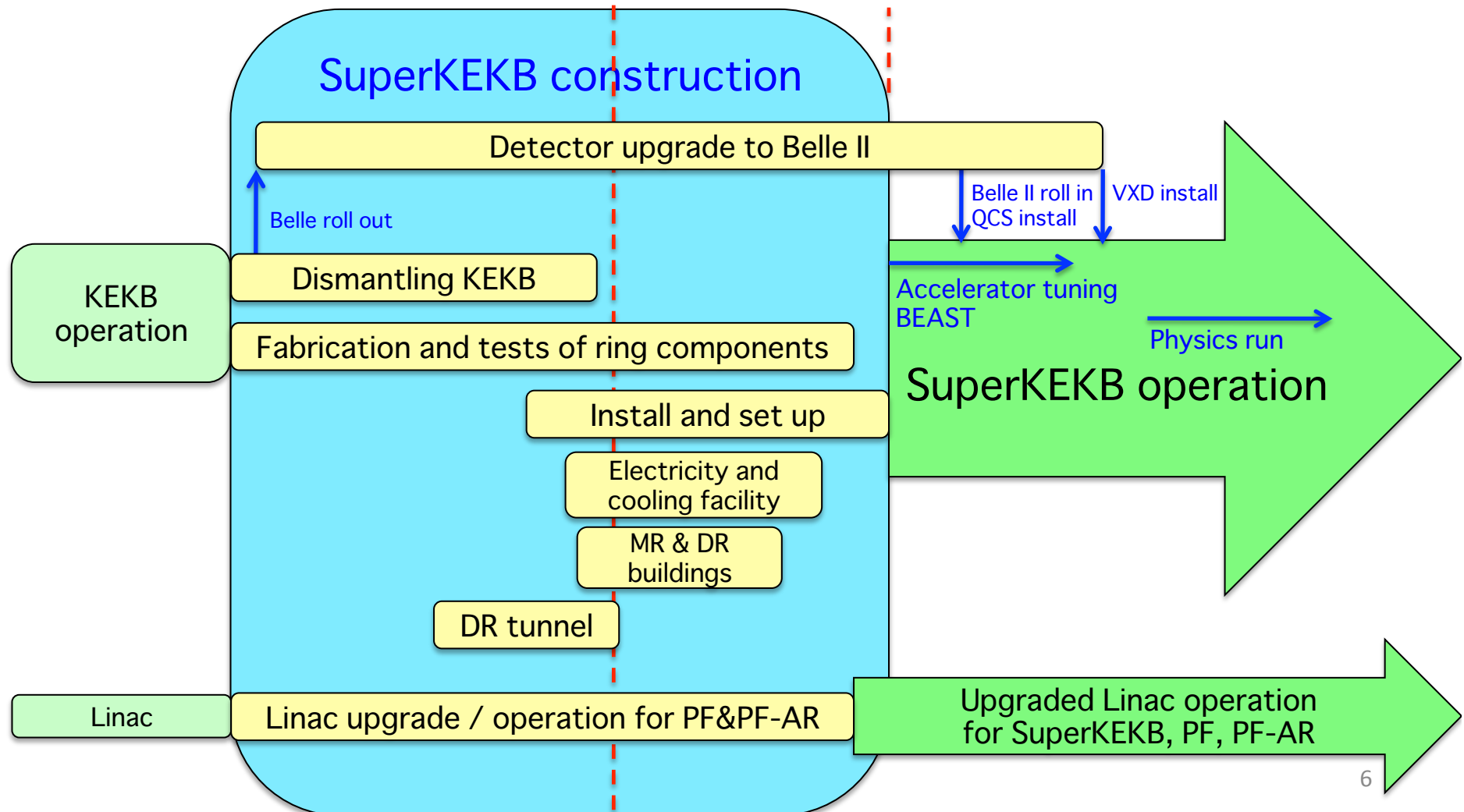
meters are preliminary

DESIGNER	TAKEAKI KANEKI	REVIEWER	TAKEAKI KANEKI
PROJECT	CLEAN & DECORATED REMOVE ALL SURFES	REVISION	1/10
DATE	Belle & Belle-II(Nano beam option)	APP. OF	A1
APPROVED BY	MECHANICAL ENGINEERING GROUP HAWAIIAN TECH. INST. FOR ELECTRONIC SCIENCES ONE 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100	DATE	20060728
PROJECT	Belle II	REVISION	1

SuperKEKB/Belle II schedule

Calendar	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	...
Japan FY	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	..

Feb. 2013 Jan. 2015

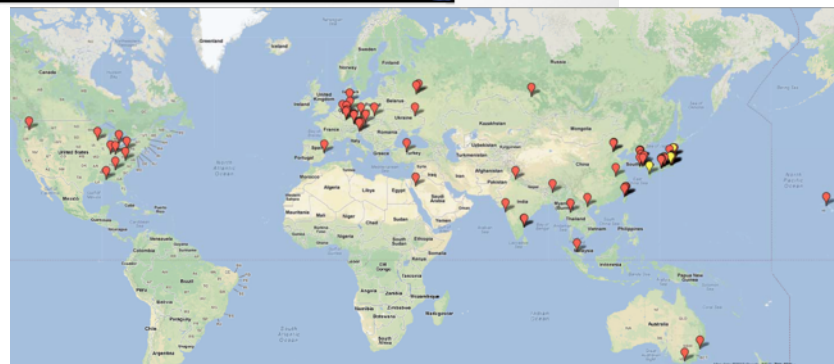


Gruppo Italiano

- Piuttosto cospicuo. Ancora ultimi aggiustamenti.
- PD e RM1 entreranno sotto dotazioni. BA ha deciso di uscire.
- FTE/Phys = 53%, dovuto ad altre attività in corso
 - Babar, BES-III, CMS, GrII, GrV....
- Ci aspettiamo che migliori nel tempo

Instit.	NPhy	NEng	NTot	FTEPhy	FTEEng	FTETot
LNF	6	2	8	3	0.4	3.4
NA	6	2	8	2.7	0.5	3.2
PD	3		3	1.3		1.3
PG	5		5	3.1		3.1
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
TOTAL	43	6	49	23	2.9	24.9

Fino a ora: Collaborazione Belle-II
~450 physicists, 70 institutions, 20 countries



CSN1: Tempi e sigle

- A gennaio 2013 le assegnazioni di SuperB sono state per la maggior parte riprese dalla commissione, lasciando solo poco metabolismo
- 3 giugno: presentazione proposta Belle-II alla CSN1 ed approvazione di massima
- 25 giugno: primo incontro con i referees (Andreazza, Bonivento, Camarri)
- 4-7 luglio: Belle2 General Meeting dove fare l'applicazione e diventare formalmente membri della collaborazione
- 15 luglio: assegnazione (su sigla P-SuperB) dei fondi necessari per arrivare a fine 2013 sulle nuove attività
- Settembre – presentazione attività dettagliata
- 2014 – apertura sigla Belle-II.

Gruppo Belle-II Pisa

- Nota: continua impegno in Babar e viene aperta una iniziativa di gruppo 5 (PixFEL)
- Totale 5.7 FTE, 10 persone

Last	First	Role	FTE	
Angelini	Carlo	Full Professo	50	
Batignani	Giovanni	Full Professo	70	
Bettarini	Stefano	Staff research	70	Resp.Loc./
Casarosa	Giulia	Postdoc	40	
Fella	Armando	Engineer	100	
Forti	Francesco	Associate Pro	70	Resp. Naz./Resp. SVD-it
Giorgi	Marcello	Full Professo	0	
Paoloni	Eugenio	Staff research	70	
Perez	Luis.Alejandr	Postdoc	50	
Rizzo	Giuliana	Staff research	50	

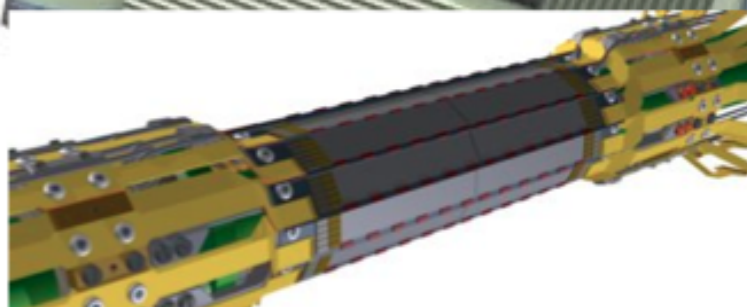
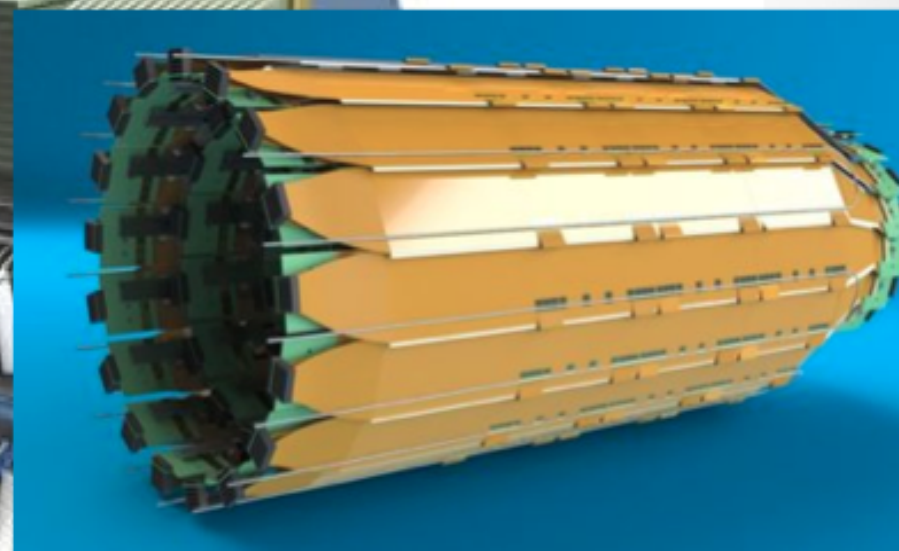


Belle II Detector – vertex region

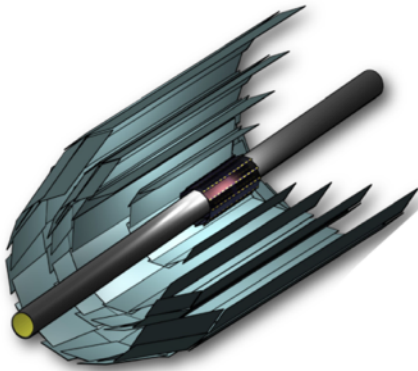


Beryllium beam pipe
2cm diameter

Vertex Detector
2 layers DEPFET + 4 layers DSSD

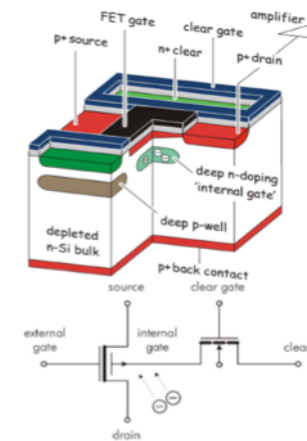


Vertex Detector



Beam Pipe $r = 10\text{mm}$
 DEPFET
 Layer 1 $r = 14\text{mm}$
 Layer 2 $r = 22\text{mm}$
 DSSD
 Layer 3 $r = 38\text{mm}$
 Layer 4 $r = 80\text{mm}$
 Layer 5 $r = 115\text{mm}$
 Layer 6 $r = 140\text{mm}$

DEpleted P-channel FET



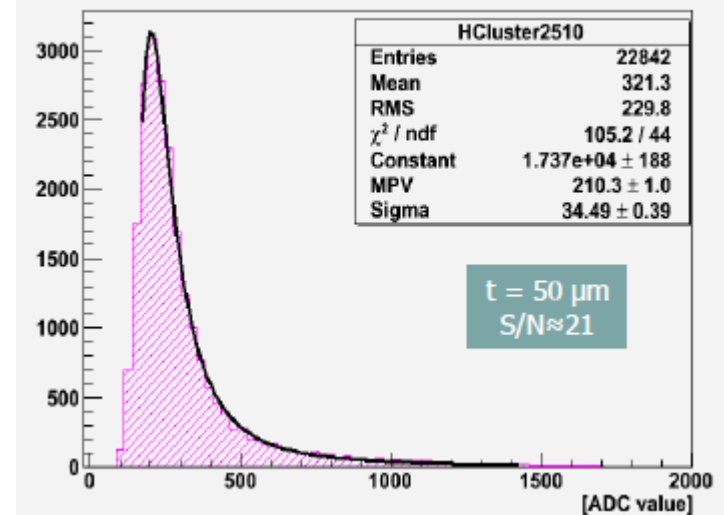
Mechanical mockup of pixel detector



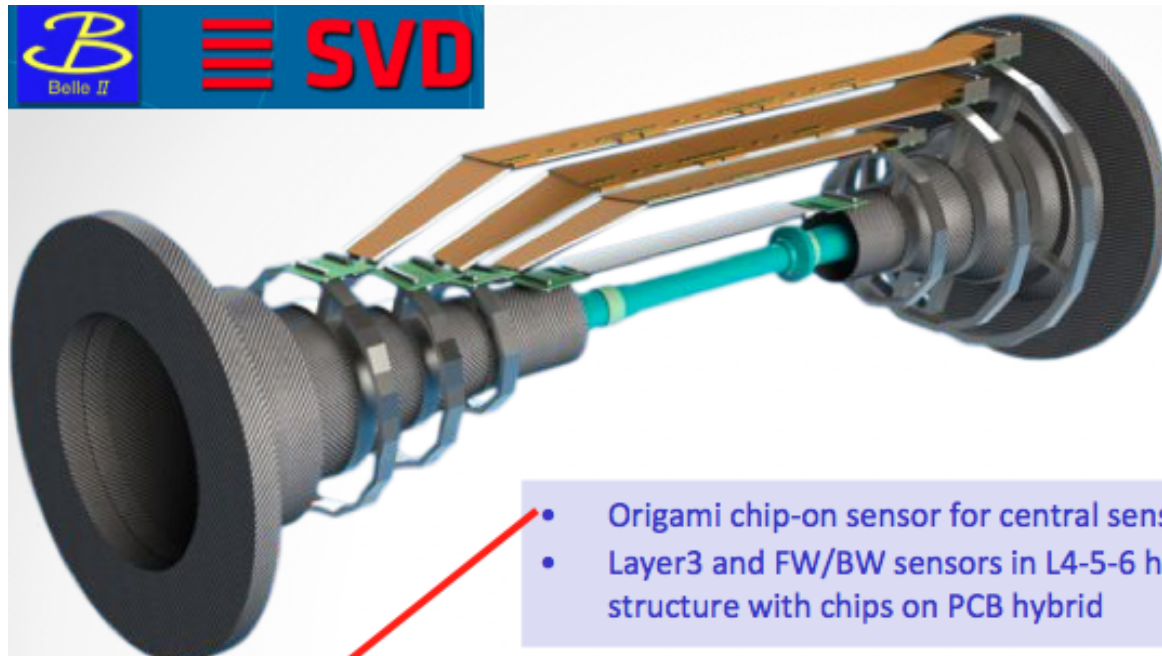
DEPFET pixel sensor



Cluster 5x5 (Mod10)(RunNo6615)



DEPFET sensor: very good S/N



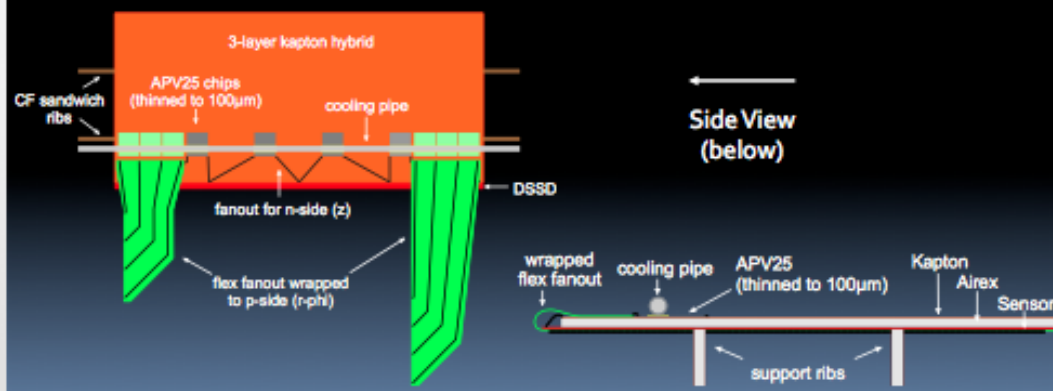
- 4 layers with silicon strips (DSSD) with APV25 read out
- Individual sensors connected to APV25 chips, to reduce capacitive load

- Origami chip-on sensor for central sensors in L4-5-6
- Layer3 and FW/BW sensors in L4-5-6 have more conventional structure with chips on PCB hybrid

Origami Chip-on-Sensor Concept

- Low-mass double-sided readout
- Flex fanout pieces wrapped to opposite side
- All chips aligned on one side → single cooling pipe (D = 1.6 mm)

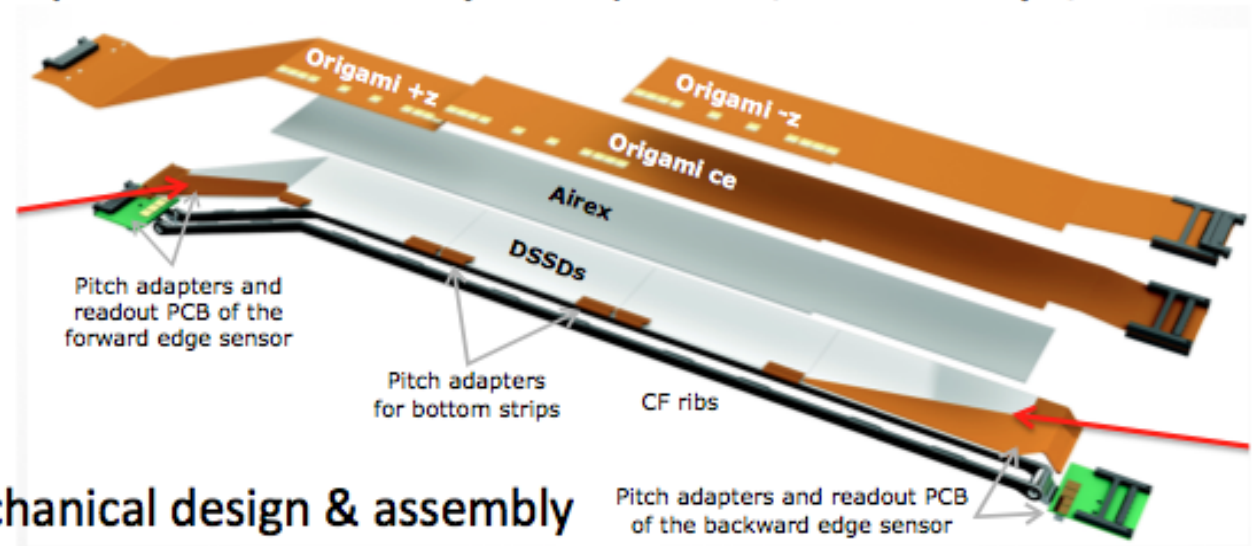
Double Origami module



BelleII Pisa activity

The activity of Pisa will be mainly focused on:

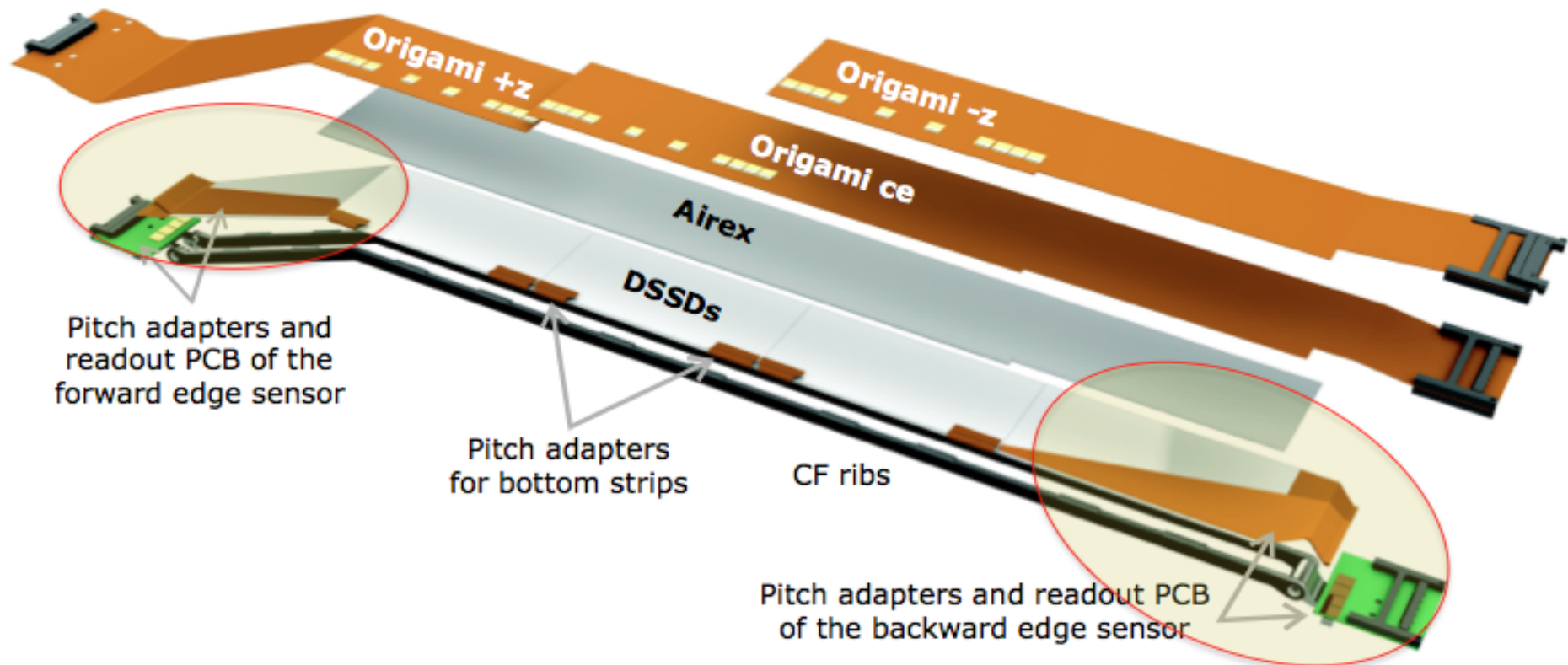
- Contribution to assembly of strip detector modules: Assemble FW and BW sensors of Layer 4-5-6 & ship to other assembly sites (Vienna, IPMU-Tokyo, TATA at IPMU lab)



- Participate in overall mechanical design & assembly
- Investigate possible replacement of the old Power-Supply
- SVD software development:
 - Si only tracking & PXD data reduction with ROI (region of interest) selection
 - Alignment
- Participation to the PXD-VXD joint test-beam in Desy

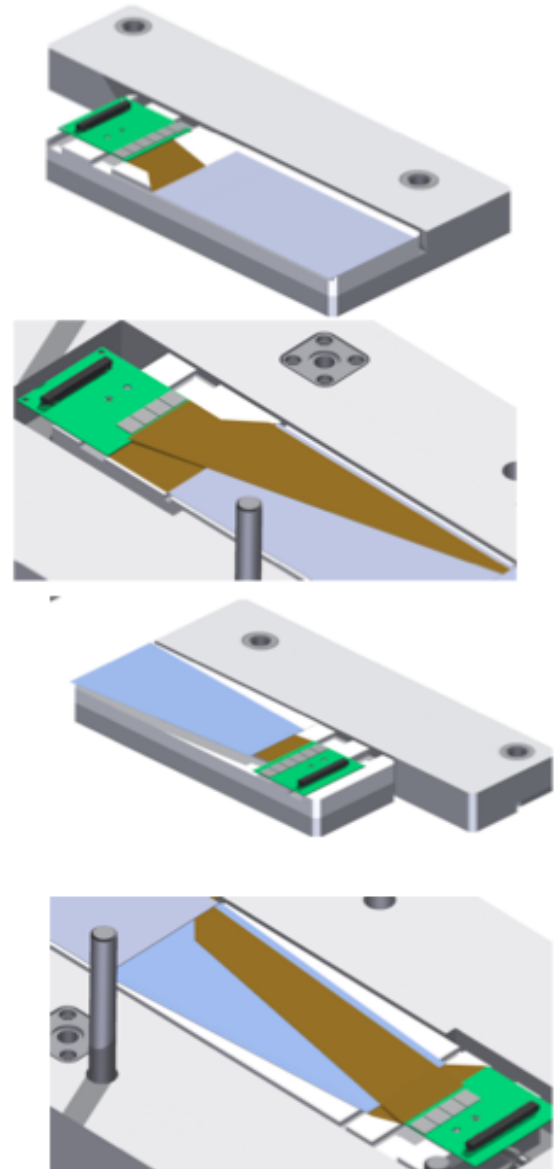
Assembly procedures

- Produce single-sensor subassemblies of the very forward and very backward sensors
- Connect sensor to pitch adapter, pitch adapter to hybrid
- Ship the sensor subassembly to the other assembly sites



Attività di assemblaggio a Pisa

- Ricezione, ispezione e test componenti
 - Sensori, pitch adapter (PA) – solo ispezione
 - Ibridi – ispezione e test
- Incollaggi
 - PA a sensore e a ibrido – procedure da definire
 - Necessario studio su tecnica di incollaggio
- Microsaldatura
 - Su due livelli con pitch 45um
 - Da fare in due(phi) + due(z) fasi con test intermedio
 - Canali con problemi da non connettere (o staccare)
- Test finale
 - Teststand, laser, sorgente
 - Forse da fare burn-in, ma non ancora definito
- Spedizione
 - Sistema di trasporto da definire



Numeri ed elementi

Layer▼	Radius▼	ladders▼	Sens/ladder▼	Sensors▼	RO/sensor▼	RO chips▼
6	135	16	5	80	10	800
5	104	12	4	48	10	480
4	80	10	3	30	10	300
3	38	7	2	14	12	168
				172		1748

- Da produrre in totale 50 forward + 50 backward (inclusi spare)
- Ritmo per sostenere la produzione dei ladder:
 - Necessario 6 forward + 6 backward al mese.
 - Ci dobbiamo attrezzare per $8 + 8 / \text{mese} = 2 + 2 / \text{settimana}$.
- Piano:
 - Per assemblare ciascun modulo ci vuole in totale circa una settimana
 - Incollaggi – 2 giorni; Microsaldatura – 2 giorni; Test – 1 giorno
 - Si possono tenere **2+2 moduli in lavorazione**
 - 4 stazioni di allineamento sotto la macchina di misura
 - Jig sufficienti per mantenere il parallelismo
- Micro saldature
 - 1 modulo (fwd o bwd) = $10 \text{ chip} * 128 * 2 = 2560$ saldature
 - A regime dovremmo microsaldare 4 moduli/settimana = circa 2000 saldature al giorno

SVD sensor assembly: Work in progress

- Started to look at the procedures to adapt them to our environment
- In any case lots of jigs (22) are needed
- Three possible gluing technology under test
 - Siringe dispensing
 - Stamping
 - Microdot printing
- **The plan is the following:**
 - **B2GM july: present list of procedures**
 - **September: design jigs and review procedures (SVD Mechanics review in September at KEK)**
 - **B2GM november: final review of jigs, procedures and prototypes**
 - **Before end of autumn: first production of mechanical grade sensor assemblies**
- People involved: G. Batignani, S. Bettarini, F. Bosi, F. Forti, G. Rizzo

Power supplies

Reference Table 3/p. 95

NEW

Power Supply

- Procure new low voltage power supply system and replace the 20-year old power supply system that was built for the Belle SVD
- Improvements in granularity and monitoring features
- Totals: LV = $n_{\text{sensor}} \times 2 = 344$; HV = $n_{\text{sensor}} = 172$



Started interaction with CAEN to understand possible solutions.

For LV: 96 LVunit 10V / 5A. Floating and with sense
each unit powers 4 sensors on one side

For HV:

- option 0: 8 HV 100V/5mA – marginal, same as Kenwood
- option 1: 96 HV 100V/ 1mA – one per pair of sensors (half ladder)
- option 2: 192 HV 100V/ 1mA (maybe 0.5mA) – one per sensor

People involved: F.Forti, C.Avanzini

First Estimate: 150 kE with new high density boards in development

(Silicon) Tracking software

- Activity started by E.Paoloni, G.Casarosa, A.Perez
- BASF2 installed in Pisa and running
- Visited Wien to understand tracking code
- First plots produced
- Started to work to understand how to reduce the extrapolation error to Layer 2
- The test-beam will be the best occasion to see the system (PXD +SVD) at work and test the implementation on FPGA of the pixel data-reduction algorithms based on ROI

Necessita' laboratorio (assemblaggio sensori)

- Mitutoyo CMM manuale:
 - Manutenzione “straordinaria” (10kE) con
 - Possibile sostituzione/registrazione valvole pressostatiche
 - Registrazione guide e calibrazione assi
 - Software update
- Sostituzione PC#1 con monitor (1kE), dedicato a:
 - Monitoring
quote CMM via GPIB
(NI GPIB-USB-HS:0.5kE)
 - Programmi LabVIEW per
allineamento/survey
 - Gestione gluing robot
(I&J Fisnar)



Laser scan

- Sostituzione PC#2 (con GPIB<->USB) per pilotare:
 - Waveform generator (Agilent) per impulsare i.r. laser
 - Controller tavola x-y (Newport)

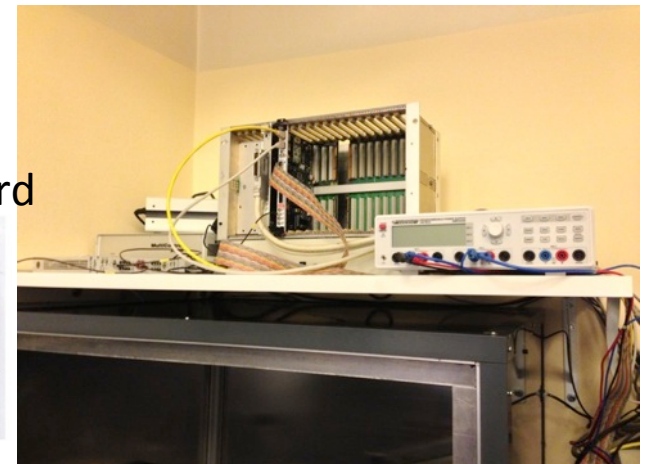
Gestione Probe-station e strumenti di misura

- Sostituzione PC#3 (con GPIB<->USB)
- Prevedibili misure singole senza probe-card con punte sotto probe-station semiautom. e/o manuale
- Long-term stability measurements



Test-stand

Duplicare il test-stand di Vienna:
CPU VME NI VME-PCI8015 = 6kE
Bench Power Supply LV-HV = 3kE
PC#4 with mass storage = 1kE



Consumabili di laboratorio (10kE)

Assemblaggio sensori:

- Vestizione da clean-room (camici, guanti,...)
- Vari tipi di tips/pinze/cleaning tools per chucks e jigs
- Colle bi-componenti, punte miscelanti, siringhe per il dispenser
- Isopropilico
- Componenti per circuiti per vuoto (tubi/raccordi fast/switches) per servire i chucks per l'assemblaggio.

Scala temporale

- Entro il 2013
 - Design/realizzazione dei jigs
 - Costruzione del primo modulo completo meccanico
- Febbraio 2014
 - Inizio assemblaggio di produzione (seconda copia jigs)
- Periodo di produzione
 - Nell'ipotesi più ottimista (8+8): 6-7 mesi
 - Più realisticamente (6+6): 8-9 mesi
- Fine 2014
 - Conclusione assemblaggio a Pisa
- Poi:
 - Assemblaggio dei ladder nei centri di produzione (Vienna/Tokyo)
 - Da metà 2015 - montaggio dei ladder sulla struttura meccanica a KEK

Richieste servizi di sezione

(seconda meta' 2013)

- **Alte Tecnologie:**
 - Bosi 3 m.u. + disegnatore 3 m.u.: sviluppo nuove tecniche di gluing (stamping, u-printing); adattare le procedure per la costruzione dei sensori Forw e Back e disegnare le shipping/test boxes; design/realizzazione/modifica chuck per realizzazione prototipo meccanico entro fine anno
 - Tecnico (3 m.u.): tests nuove tecniche di gluing; partecipare alla realizzazione del prototipo meccanico Forw e Back e ottimizzazione procedure
 - Tecnico (2 m.u.): ottimizzazione chuck di u-saldatura. Elaborazione programmi di u-saldatura alla K&S: z and ϕ (f.o.-det e f.o.-ibrido) su sensore Forw e Back su componenti di classe C (con pad).
- **Officina meccanica (1 m.u. da ottobre):**
 - aggiustaggio chucks e realizzazione piccoli tools meccanici
 - realizzazione (semplice) supporto sensori per test-stand

Richieste finanziarie 2013 (in kE)

(Coprono anche attivita' residue di SuperB)

missioni	Assegnato		17 metabolismo + 2 MDI +2 SVT specifico disponibili
consumo	Assegnato		21 3.5
missioni	B2GM Tsukuba febbraio 3x2.5K	7.5	21 17 metabolismo + 4 SVT microcooling disponibili 20
missioni	Vienna per SVD 6x0.9K	4.5	gia' spesi
missioni	Meeting italia vari	1.5	gia' spesi
missioni	WS computing Karlsruhe 1 persona	1.5	gia' impegnati
missioni	Vienna meeting SW Bellell 3 pers	2	gia' impegnati
missioni	SW Review Monaco giugno 4 x 1K	3	gia' impegnati
missioni	B2GM Virginia 3 x 2.5K	7.5	
missioni	Workshop VXD Desy 6 x 1K	6	
missioni	B2GM Giappone novembre 5x2.5K	12.5	
missioni	Preparazione test beam desy (in foglio VXD)	5	
consumo	Lab: calibrazione e aggiornamento Mitutoyo di misura	10	
consumo	Jigs per assemblaggio	30	
consumo	Lab: consumi costruzione	10	
consumo	Materiale per prototipi meccanici	5	
inventari	Setup teststand	10	
inventari	Lab: aggiornamento PC (10 anni)	5	

Richieste servizi di sezione: 2014

- Alte Tecnologie:
 - Bosi: 50% (+ 4 m.u. disegnatore)
 - Seguire la realizzazione meccanica dei chuck per l'assemblaggio sensori e shipping/test boxes
 - Preparazione/contatti Vienna/Tokyo per assemblaggio finale moduli
 - Contributo generale a meccanica/cooling SVD:
progettazione/simulazione shielding termico svd e meccanica di inserimento
 - Tecnico per assemblaggio moduli (1 FTE per i primi 9 mesi)
 - Tecnico (u-saldatura): 50% (per i primi 9 mesi)
- Officina meccanica:
 - 3 m.u. per modifica/aggiustaggio chuck e shipping/test boxes

Richieste finanziarie 2014 (in kE)

- Generali (missioni e consumi)

Sede	N Fis	N Tec	N Tot	FTE Fis	FTE Tec	FTE Tot	Cons B	Miss B
<i>PI</i>	9	1	10	4.7	1	5.7	8.55	61.9

3B2GM 2.5kE x 5 pers=37.5 +5kE coord nazionale+2kE/FTE=11.4k + B2-IT: 8 pers x 1 mtg = 8k

- Per attivita' di sottosistema

	apparati	consumo	missioni	trasporti	Grand Total
PI (SVD)	160	80	67	10	317
missioni	S V D	2 SVD workshop 2kE x 4 pers			16
missioni		3 contatti+prep.installazione 2kE x 6pers (tech inclusi)			36
missioni		Test-beam Desy 5 kE x 2 pers			10
missioni		Coordinatore SVD			5
consumo		jigs per assemblaggio (copia)			30
consumo		costruzione shipping boxes			40
trasporti		spedizioni			10
consumo		consumi costruzione (colle, cleaning-tools, isopropilico,...)			10
apparati		Power Supply SVD (Anticipabile a fine 2013)			150
apparati		Schermo termico e meccanica			10

Conclusioni

- Dopo la cancellazione di SuperB, la maggioranza del gruppo di Pisa ha seguito l'interesse sulla fisica del flavour ed ha intrapreso l'avventura Belle-II capitalizzando l'expertise sulla costruzione di rivelatori al Silicio e sul software del rivelatore.
- L'attività è di fatto già partita su molti fronti (SW di tracciatura, costruzione moduli).
- L'infn vede con favore questa opportunità...
- Sarà nostro compito far crescere il gruppo stimolando l'interesse per l'analisi dei dati.

Back-up

Why flavour physics

Statistics

1. Explore the origin of CP violation

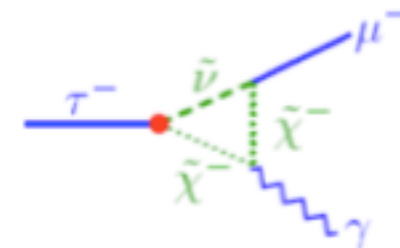
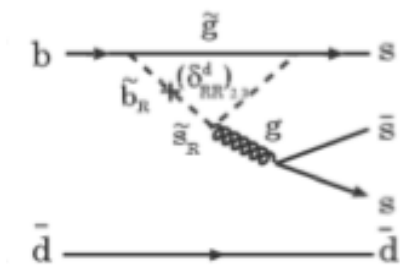
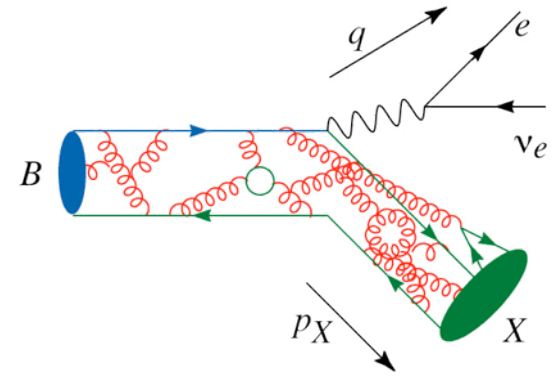
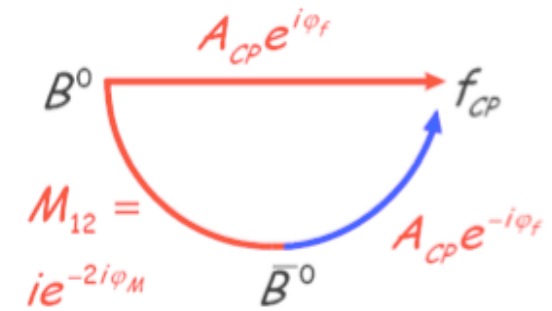
- Key element for understanding the matter content of our present universe
- Established in the B meson in 2001
- Direct CPV established in B mesons in 2004

2. Precisely measure parameters of the standard model

- For example the elements of the CKM quark mixing matrix
- Disentangle the complicated interplay between weak processes and strong interaction effects

3. Search for the effects of physics beyond the standard model in loop diagrams

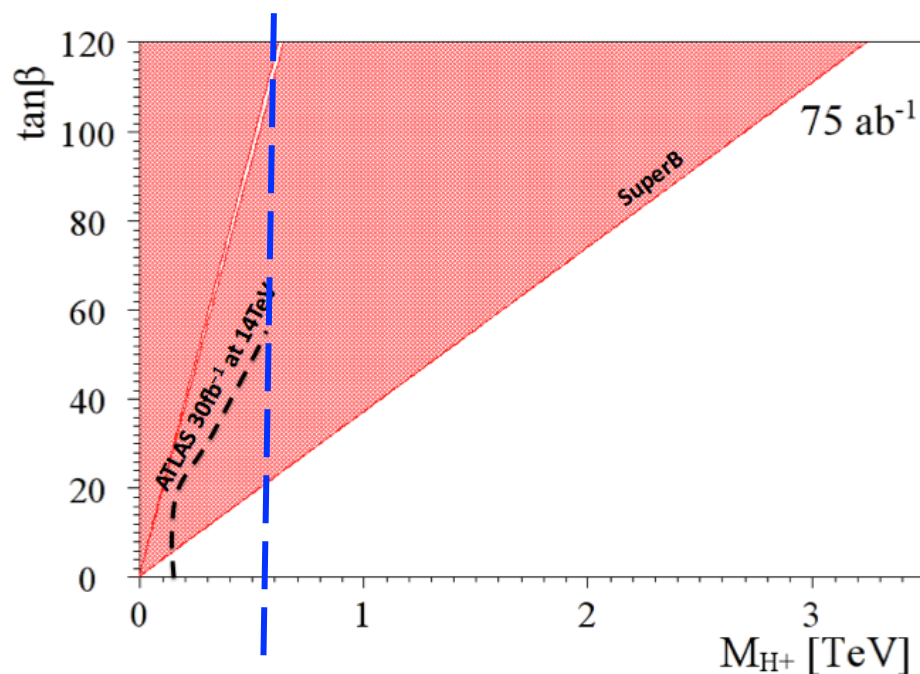
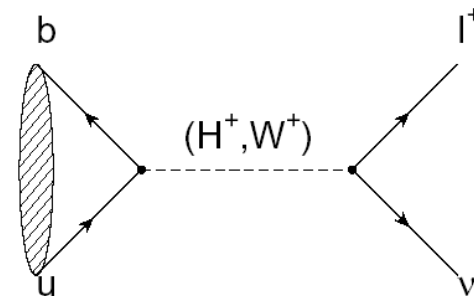
- Potentially large effects on rates of rare decays, time dependent asymmetries, lepton flavour violation, ...
- Sensitive even to large New Physics scale, as well as to phases and size of NP coupling constants



$B_{u,d}$ physics: Rare Decays

- Example: $B^\pm \rightarrow \ell^\pm \nu$
 - Rate modified by presence of H

$$r_H = \frac{\mathcal{B}_{SM+NP}}{\mathcal{B}_{SM}} \quad r_H = \left(1 - \frac{m_B^2}{m_H^2} \tan^2 \beta \right)$$



Observable	B Factories (2 ab^{-1})	SuperB (75 ab^{-1})
$\mathcal{B}(B \rightarrow \tau \nu)$	20%	4% (†)
$\mathcal{B}(B \rightarrow \mu \nu)$	visible	5%
$\mathcal{B}(B \rightarrow D \tau \nu)$	10%	2%

Currently the inclusive b to sy channel excludes $m_{H^+} < 295 \text{ GeV}/c^2$.

The current combined limit places a stronger constraint than direct searches from the LHC for the next few years.

Charged Lepton Flavour Violation (LFV)

- ν mixing leads to a low level of charged LFV ($B \sim 10^{-54}$).
 - Enhancements to observable levels are possible with new physics scenarios.
 - Searching for transitions from 3rd generation to 2nd and 1st, i.e.

$\tau \rightarrow \mu$ and

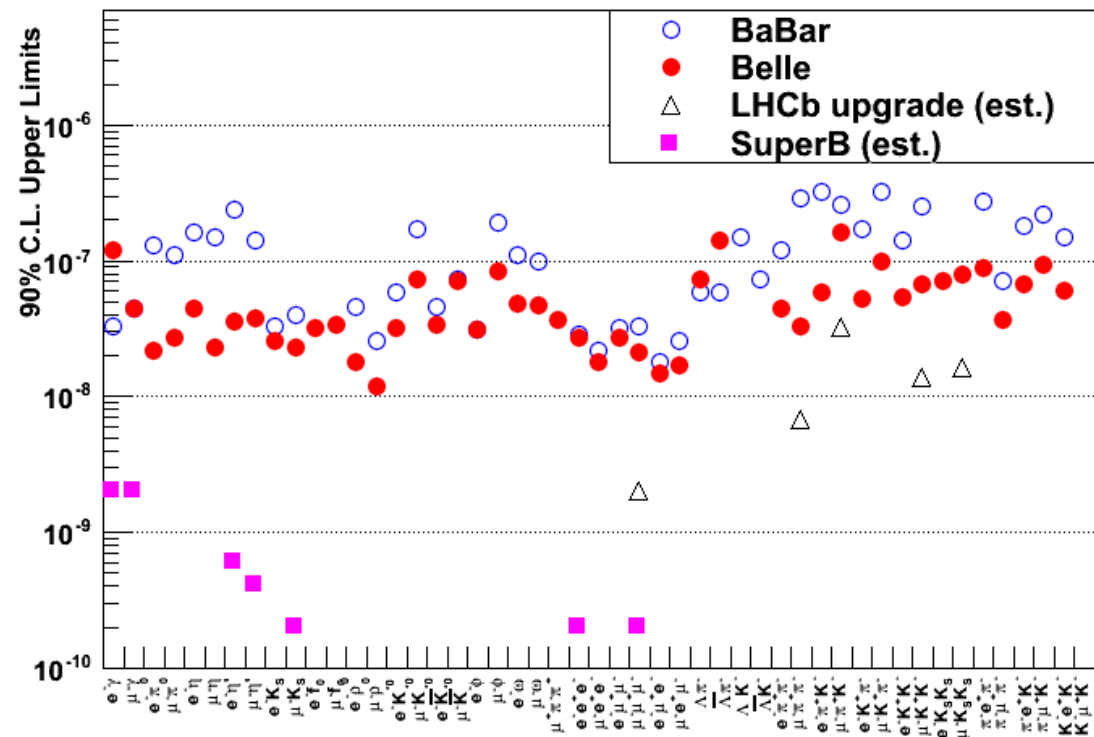
$$\tau \rightarrow e$$

Almost two orders of magnitude improvement at SuperB(Belle-II) over current limits.

- x80 for background-free channels (3 leptons)

- x10 for channels with irreducible backgrounds ($u\gamma$)

- Hadron machines are not competitive with e^+e^- machines for this.



Machine design parameters



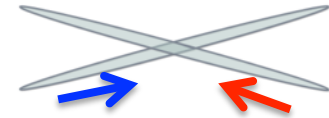
parameters		KEKB		SuperKEKB		units
		LER	HER	LER	HER	
Beam energy	E_b	3.5	8	4	7	GeV
Half crossing angle	ϕ	11		41.5		mrad
Horizontal emittance	ϵ_x	18	24	3.2	4.6	nm
Emittance ratio	κ	0.88	0.66	0.37	0.40	%
Beta functions at IP	β_x^*/β_y^*	1200/5.9		32/0.27	25/0.30	mm
Beam currents	I_b	1.64	1.19	3.60	2.60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

- Nano-beams and a factor of two more beam current to increase luminosity
- Large crossing angle
- Change beam energies to solve the problem of short lifetime for the LER

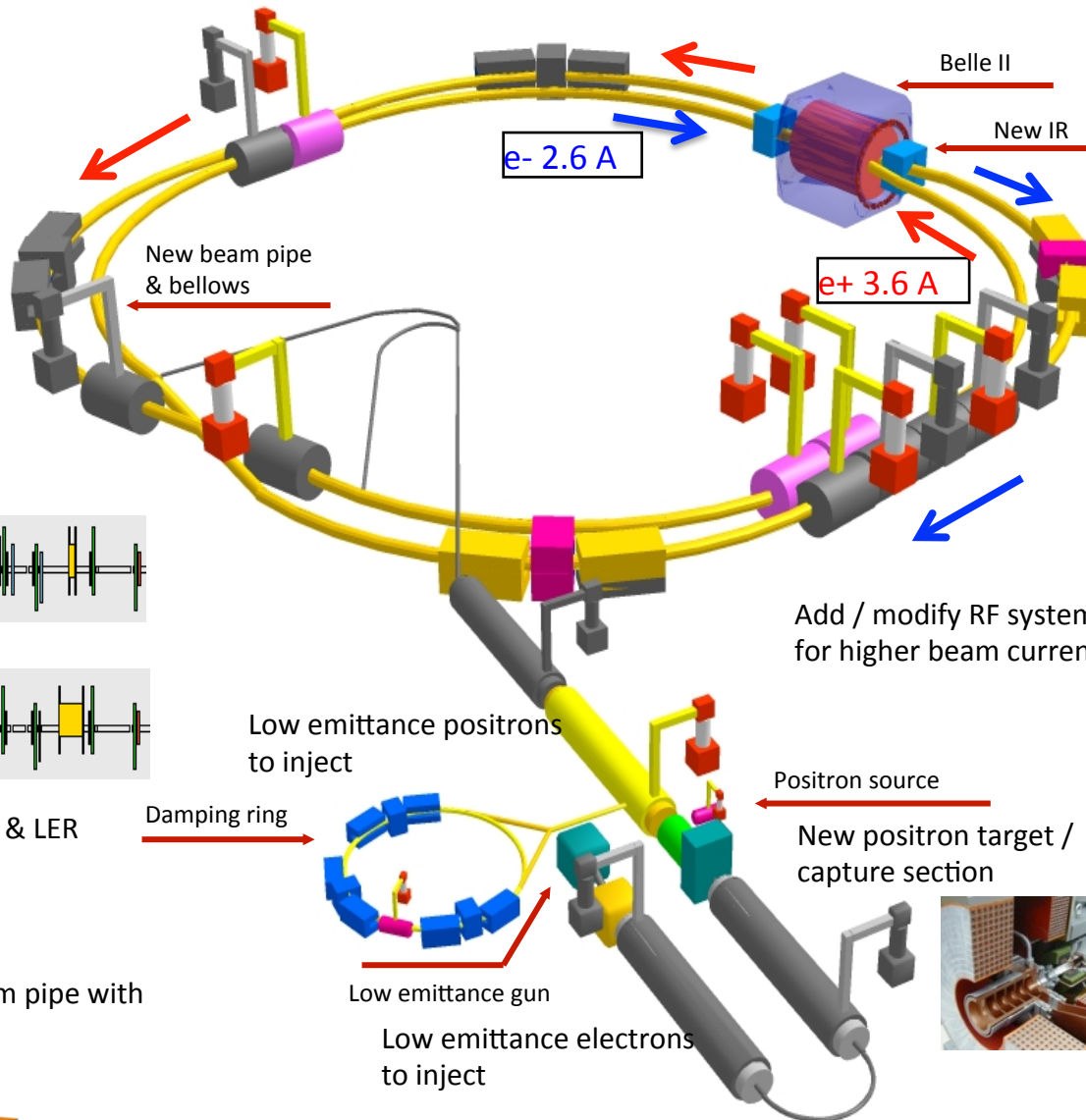
KEKB to SuperKEKB



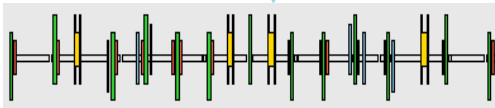
Colliding bunches



New superconducting / permanent final focusing quads near the IP

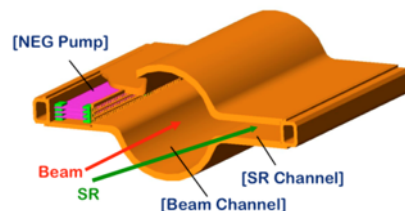


Replace short dipoles with longer ones (LER)



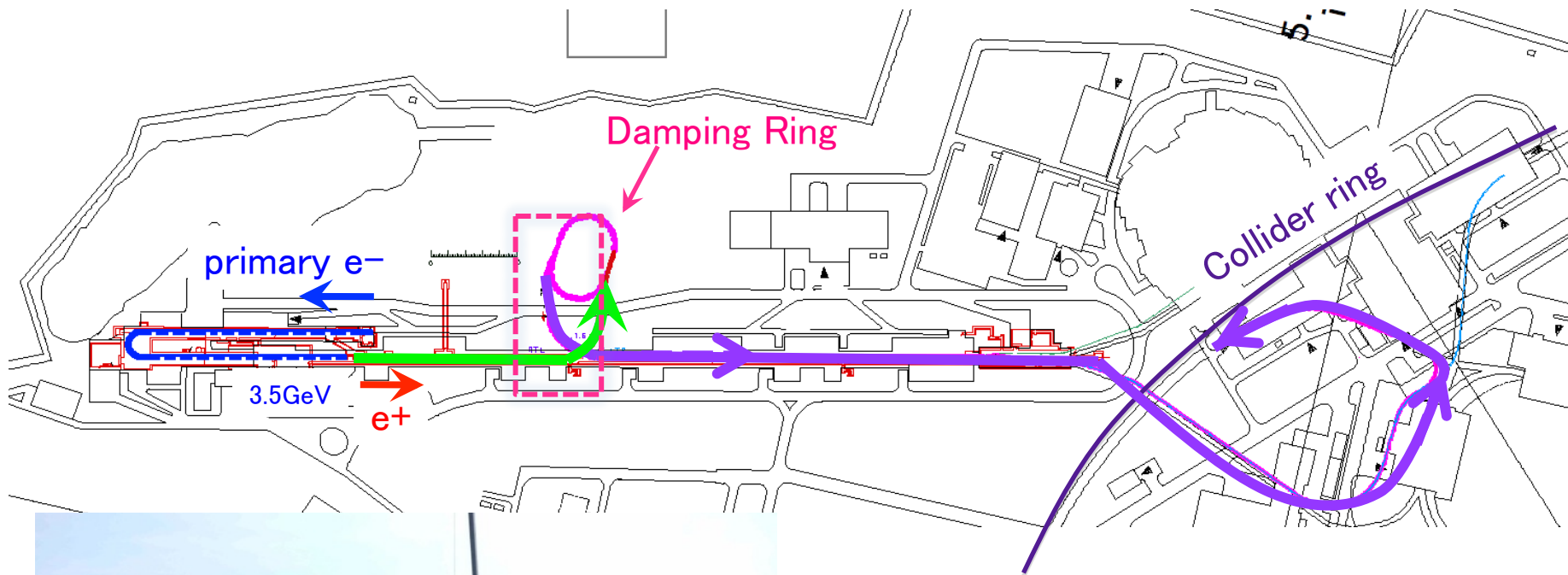
Redesign the lattices of HER & LER to squeeze the emittance

TiN-coated beam pipe with antechambers



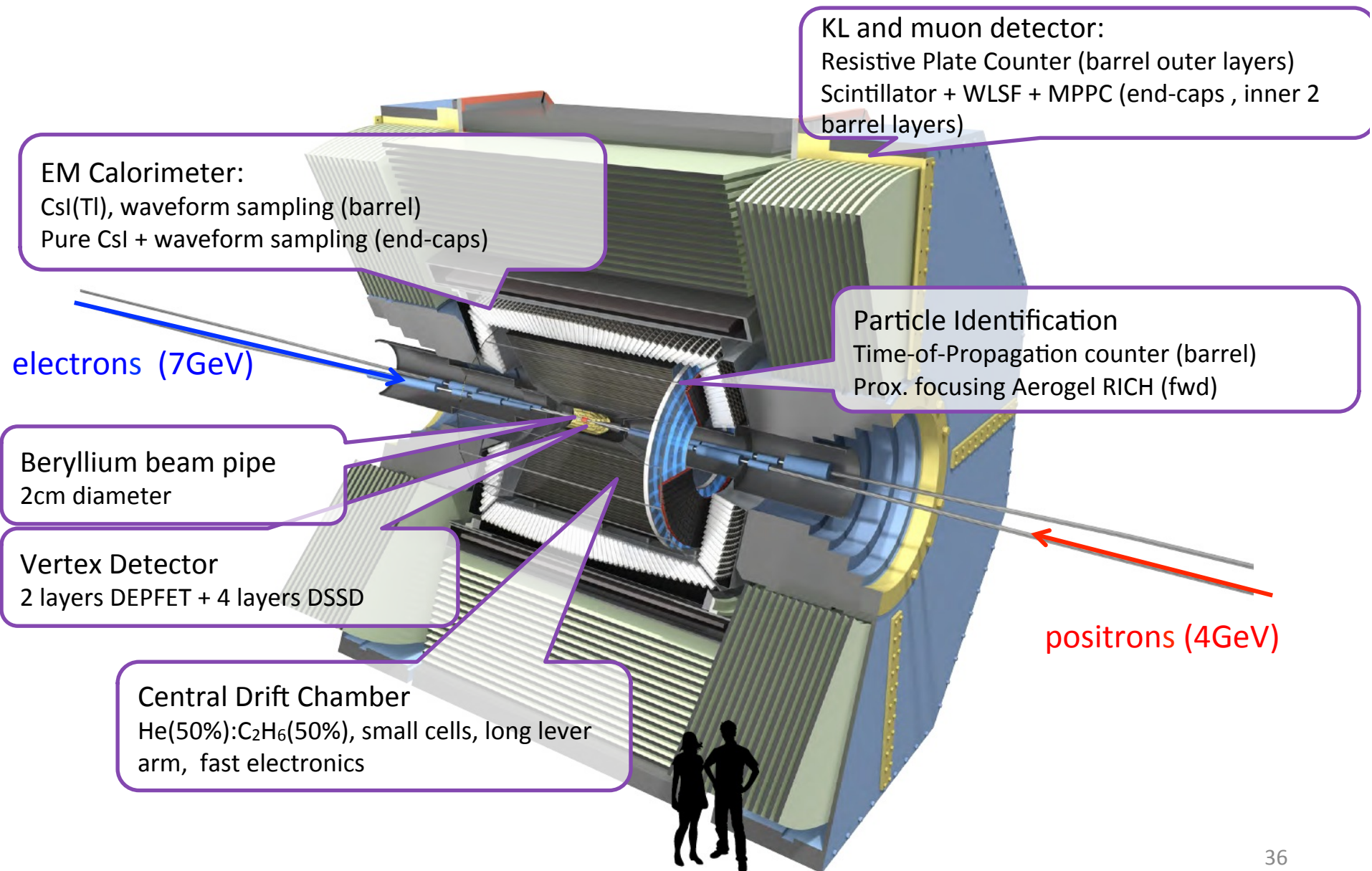
To obtain x40 higher luminosity

Damping ring: construction started in Jan 2012



- Fabrication of accelerator components ongoing.
- Buildings will be constructed in JFY2012-13 after the tunnel is completed
- Damping ring will be completed by the end of JFY2014.

Belle II Detector



Full list of jigs for Forw/Back assembly

- HDI test (holder): 4ϕ and $4z = 8$

JIGS

- Det-PA-HDI aligning/Gluing: 2ϕ and $2z$, x Forw/Back = 8
 - Several umetric screws needed
- u-bonding: 1ϕ and $1z$, x Forw/Back = 4
- Test by test-stand: 1, x Forw/Back = 2
- Rework: 1ϕ and $1z$, x Forw/Back = 4
- Out of the 3 possible gluing technique under test, stamping is the most promising:
 - More accurate control (deposited 200 um thick layer of glue) against diffusion/capillarity
 - Possible to export to other phases of the module construction
- A stamping tool (comb-like stamp + gluing pot) is to be realized for each side (ϕ/z) and Forw/Back = 4

Possibili Opzioni

Contributo per i layer PXD 1-2

- Il progetto DEPFET è molto ambizioso e un po' marginale (secondo noi).
 - Potrebbe essere in ritardo per le difficoltà di produzione
 - Potrebbe non avere la performance richiesta a causa dei background e della complessità del sistema
- Possibilità di (ma sono tutte da capire)
 - Costruire un layer a triplets con APV25 da inserire in caso di ritardo
 - Concludere l'R&D su INMAPS iniziato in SuperB in modo da proporre un sistema a pixel veloci