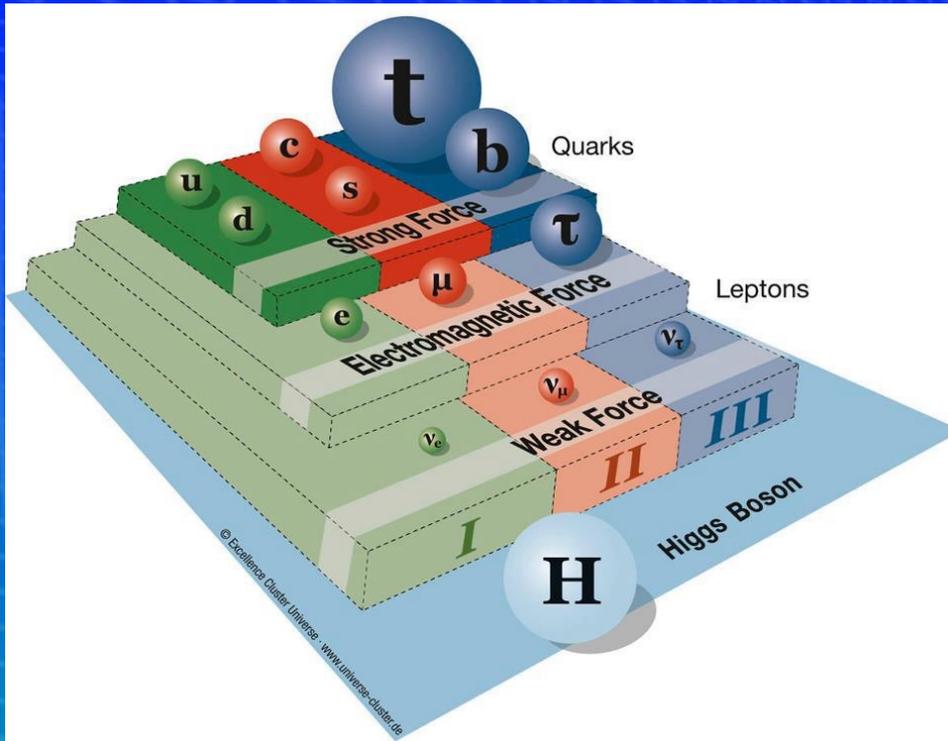


# Modello Standard delle Interazioni Fondamentali



- Quark e leptoni
  - Tre generazioni
- Mediatori delle forze
  - Forza Forte → gluone
  - Forza Elettromagnetica → fotone
  - Forza Elettrodebole → Bosoni W e Z
- Bosone di Higgs
  - Necessario per fornire massa alle particelle
- Tutte particelle puntiformi con massa molto diversa tra loro
- Legandosi tra loro formano l'universo conosciuto

Leptoni (carica -1)	Neutrini (carica 0)
Elettrone	Neutrino elettronico
Muone	Neutrino muonico
Tauone	Neutrino tauonico

Quark tipo up (carica 2/3)	Quark tipo down (carica -1/3)
Up	Down
Charm	Strange
Top / (Truth)	<b>Bottom / Beauty</b>

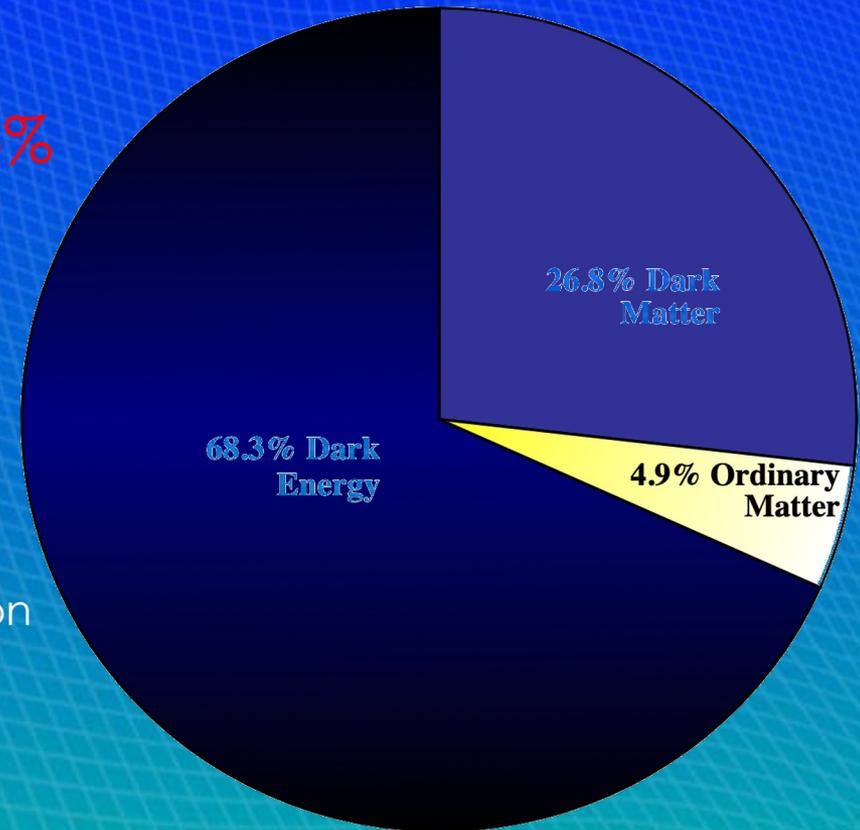
# Di che cosa siamo fatti ?

L'eterna ricerca dei costituenti "fondamentali"

- 1800: atomi, tavola periodica
- 1897: elettrone (Thomson, Nobel 1906)
- 1919: protone (Rutherford, aveva già il Nobel 1909)
- 1932: neutrone (Chadwick, Nobel 1935)
- 1967: quark leggeri (Kendall, Friedman & Taylor, Nobel 1990)
- 1974: Charm quark (Richter & Ting, Nobel 1976)
- 1977: Beauty/Bottom quark (Ledermann, Premio Wolf 1982)
- 1995: **Top quark** (esperimenti CDF, D0): **il quark piu' pesante**
- **2012: Bosone di Higgs** (esperimenti ATLAS e CMS, Higgs&Englert Nobel 2013)
- Nota: nel 2015 sono state scoperte le onde gravitazionali, ma la corrispondente particella, il **gravitone**, non e' stata ancora scoperta.

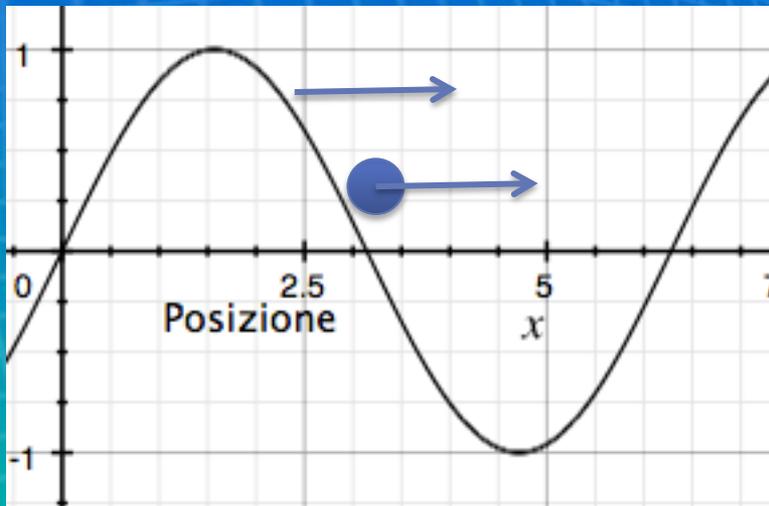
# Molto altro

- La materia (o anti-materia) ordinaria costituisce solo il 5% dell'universo.
- Il resto è tutto da capire
- 26.8%: materia oscura
  - Materia che non vediamo e di cui non conosciamo l'origine
- 68.3%: energia oscura
  - responsabile dell'espansione dell'universo

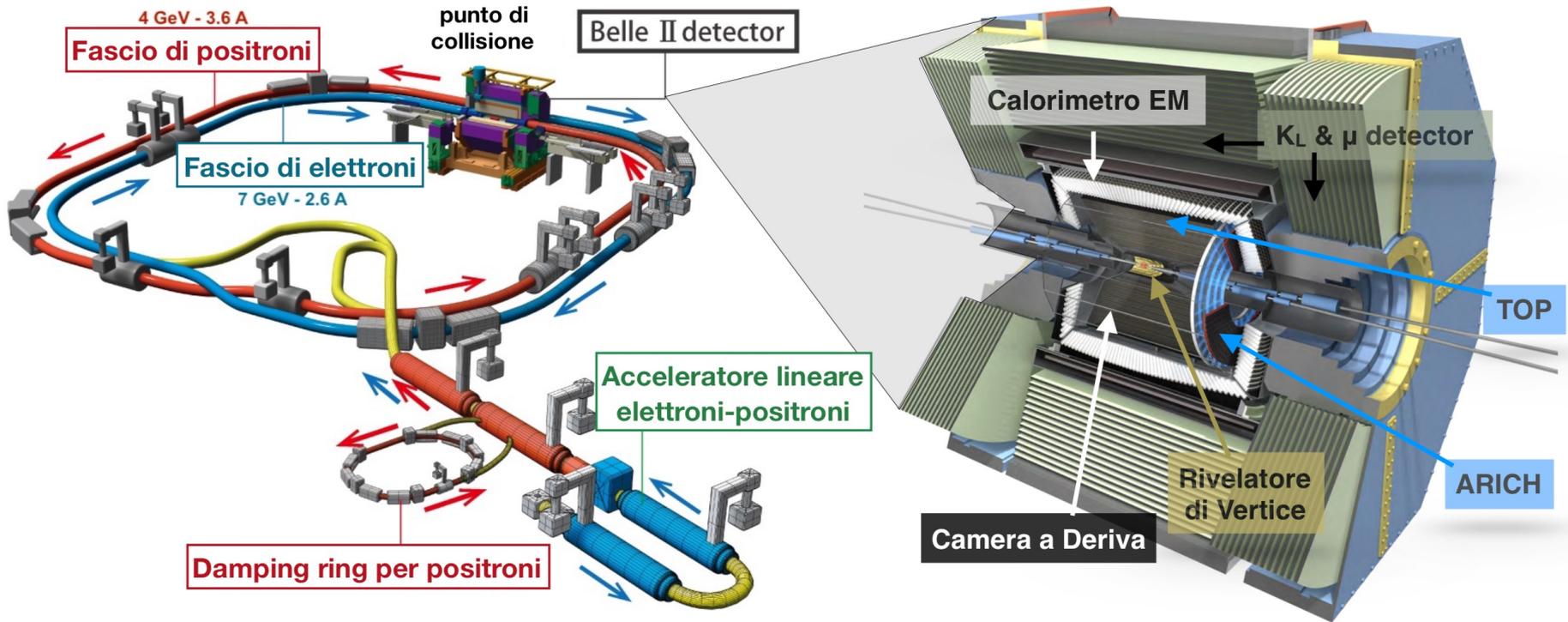


# Come si accelerano le particelle ?

- **Mediante un campo ELETTRICO.**
- **Il campo elettrico esercita un forza** sulle particelle cariche
- Un onda elettromagnetica a radiofrequenza che si propaga produce un campo elettrico che si muove con la particella
- Per arrivare ad alte energie il trucco è essere sempre sulla cresta dell'onda



# SuperKEKB e Belle II

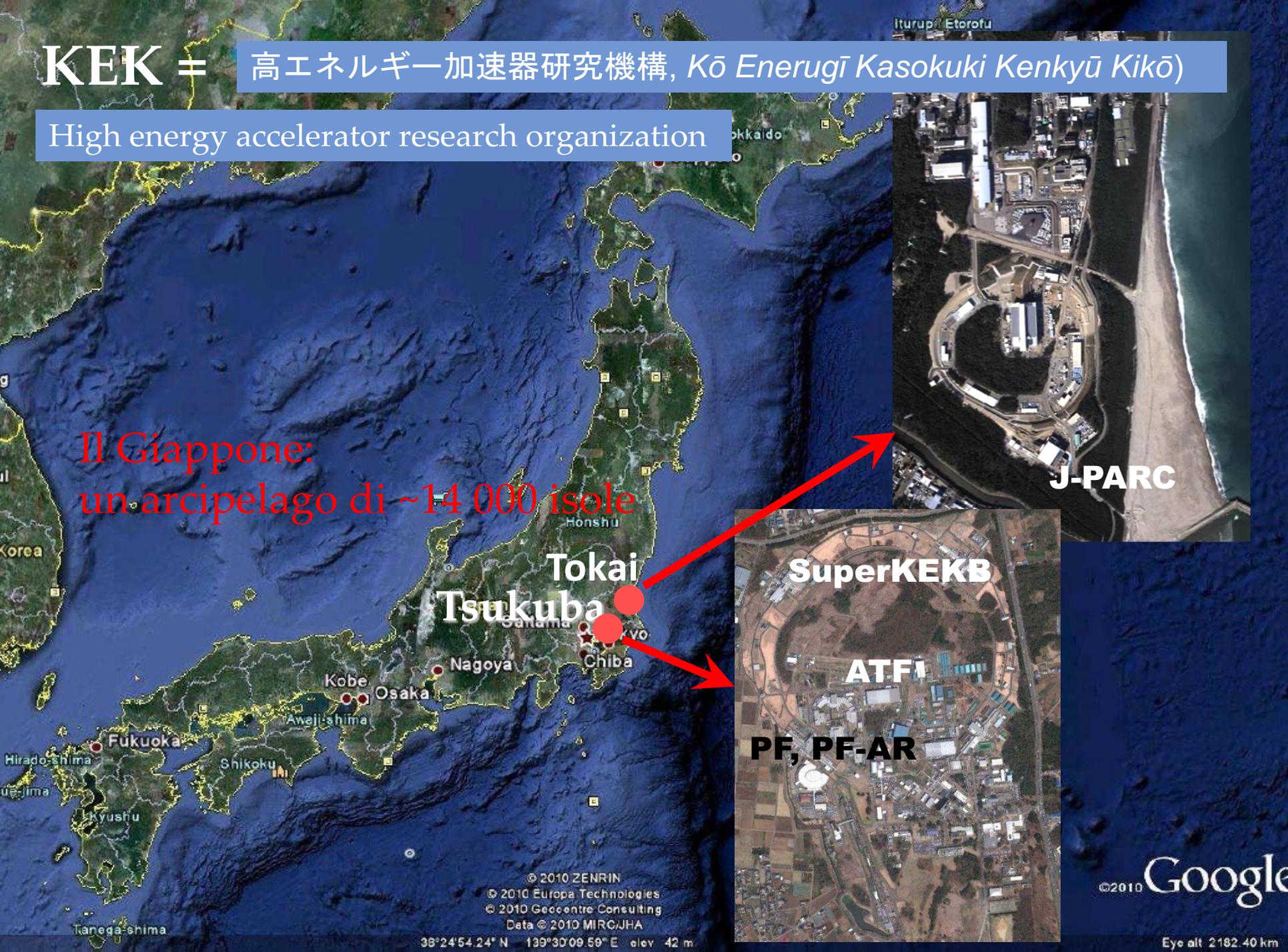


Elettroni e positroni compiono 100 000 giri al secondo!

**KEK** = 高エネルギー加速器研究機構, *Kō Enerugī Kasokuki Kenkyū Kikō*)

High energy accelerator research organization

Il Giappone:  
un arcipelago di ~14 000 isole



**J-PARC**



**SuperKEKB**

**ATF1**

**PF, PF-AR**

© 2010 ZENRIN  
© 2010 Europa Technologies  
© 2010 Geocentre Consulting  
Data © 2010 MIRC/JHA  
38°24'54.24" N 139°30'09.59" E elev. 42 m.

©2010 Google

Eye alt 2182.40 km

# Giappone “misterioso”

- Giappone: “Nihon” o “Nippon”
- Qual e' la capitale del Giappone ?
  - Non c'e'
  - <https://www.jluggage.com/why-japan/tokyo-is-not-capital-of-japan.html>
  - Non esiste una legge che definisca Tokyo come capitale
- Come si contano gli anni in Giappone ?
  - Usando le ere, che cambiano quando cambia imperatore
  - L'Imperatore è il capo di stato del Giappone
  - [https://en.wikipedia.org/wiki/Japanese\\_era\\_name](https://en.wikipedia.org/wiki/Japanese_era_name)
  - 1926      昭和      Shōwa      Emperor Shōwa, 1926–1989.
  - 1989      平成      Heisei      Akihito, 1989–2019.
  - 2019      令和      Reiwa      Naruhito, 2019–present.
  - Reiwa significa “beautiful harmony”
- Con cosa si prende il cibo in Giappone ?
  - I bastoncini: Hashi



# Conservazione

- Nei decadimenti NON si conserva la massa:
  - Se  $M \rightarrow m_1 m_2$ , in generale  $M \geq m_1 + m_2$
  - L'uguaglianza è vera solo se tre particelle sono in quiete (o quando le loro velocità sono molto inferiori a quelle della luce).
- Cosa si conserva ?
  - Carica: la somma delle cariche delle particelle figlie = carica genitrice.
  - Energia-impulso (il quadrivettore di energia e quantità di moto):
- Esempio:  $A \rightarrow B + C$ 
  - Carica:  $Q(A) = Q(B) + Q(C)$
  - 4-impulso:  $(E_A, \vec{p}_A) = (E_B, \vec{p}_B) + (E_C, \vec{p}_C)$  cioè  $E_A = E_B + E_C$  e  $\vec{p}_A = \vec{p}_B + \vec{p}_C$
  - Quindi dalla misura di energia ed impulso su B e C si può calcolare la massa di A:
  - $m_A c^2 = \sqrt{E_A^2 - (p_A c)^2} = \sqrt{(E_B + E_C)^2 - (p_B c + p_C c)^2}$  : massa invariante

# Identificazione delle particelle

$\vec{p} = m\vec{v}$  Non ci dà ancora informazione sull'identità della particella!

- La velocità della luce nel vuoto, indicata con  $c$ , è la velocità massima raggiungibile.
- La velocità della luce in un mezzo materiale è:

$$v_l = \frac{c}{n}$$

dove  $n$  è l'indice di rifrazione del mezzo materiale.

- In acqua:  $n=1.33$   $v_l = 0.75 \cdot c$
- Se in acqua una particella carica ha una velocità maggiore di  $0.75 \cdot c$  avviene l'effetto Cherenkov: la particella genera un cono di luce, simile all'onda d'urto di un aereo supersonico.

$$\cos\theta = \frac{1}{n\beta} \quad \beta = \frac{v}{c} \quad \vec{p} = m\vec{v}$$

