

Małopolska Noc Naukowców w IFJ PAN



Zakład Neutrin i Ciemnej Materii

Kraków:

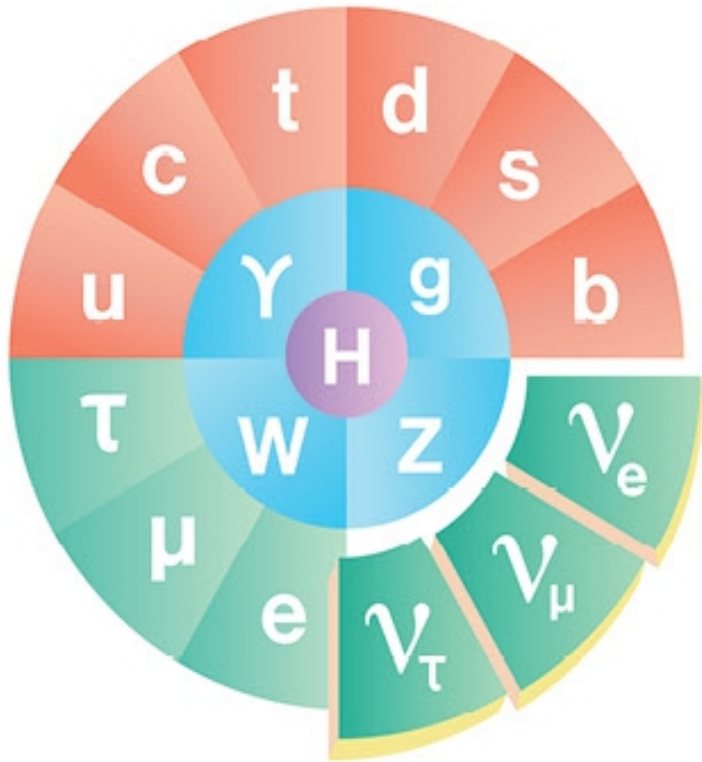
dr Małgorzata Harańczyk,
dr Anna Dąbrowska

J-PARC Japonia:

Prof. dr hab. Agnieszka Zalewska,
dr. Marcela Batkiewicz,
dr. Tomasz Wachała

Neutrino

są cząstkami elementarnymi



To znaczy, że tak jak kwarki czy elektrony nie mogą być podzielone na mniejsze składniki

Potwierdzone jest istnienie 3 rodzin, zapachów neutrin.

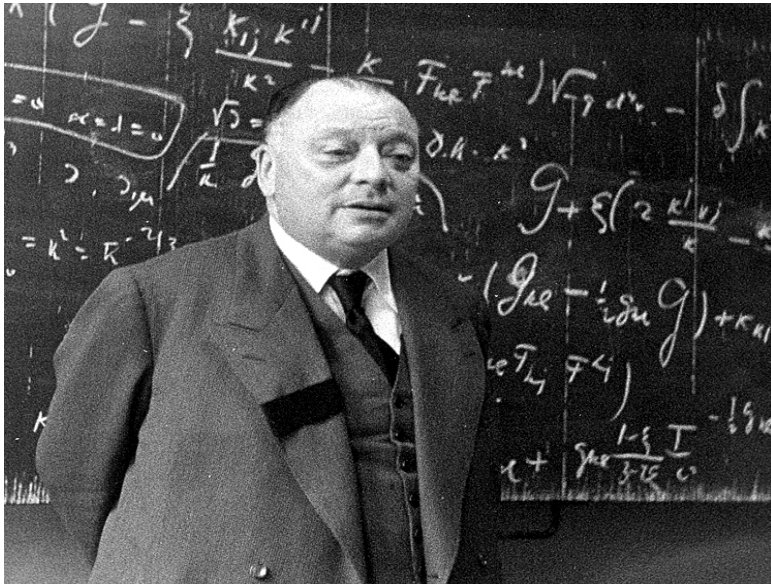
Neutrino są wszechobecne



We wszechświecie jest ich najwięcej, z wszystkich cząstek, które mają masę.

Kwadrylion (10^{15})
neutrino przenika
twoje ciało w każdej
sekundzie.

Neutrino są (prawie) nieuchwytnie



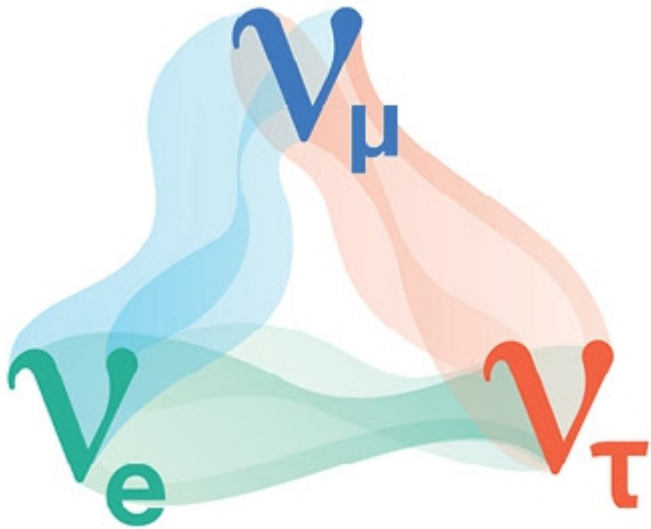
Nie przenoszą ładunku elektrycznego ani kolorowego

Niezwykle lekkie



Udało się zaobserwować dopiero po 26 latach od zapostulowania ich istnienia

Neutrino oscylują



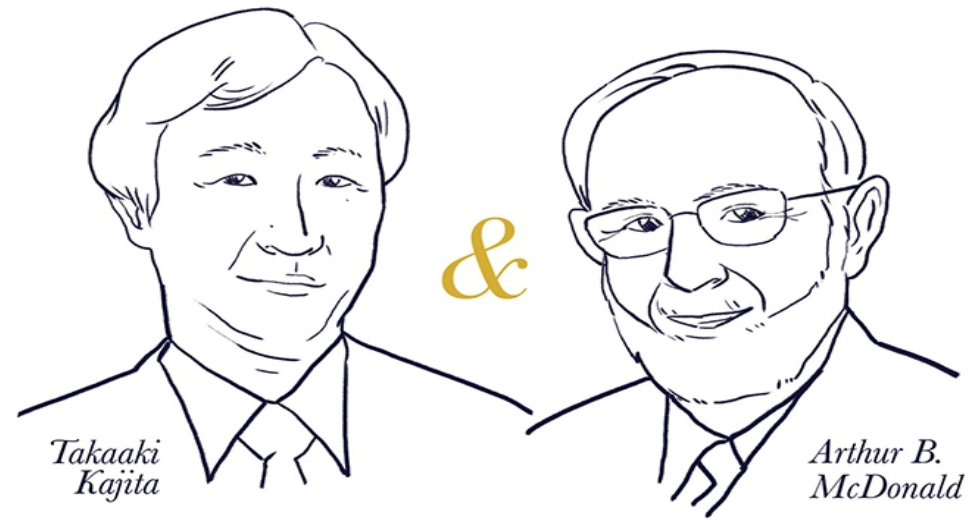
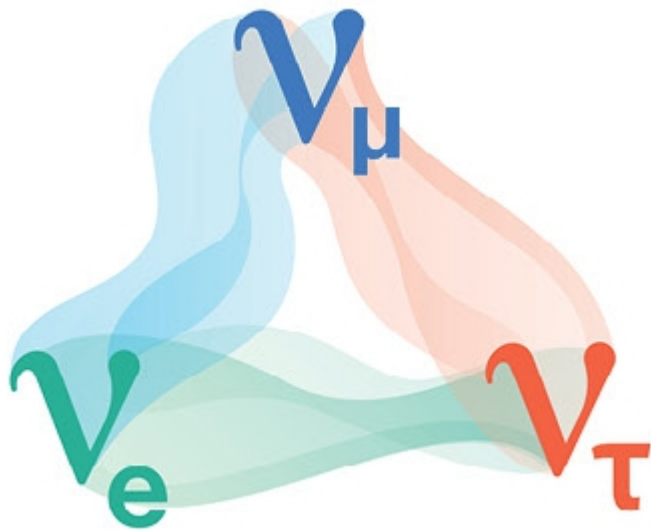
Neutrino zmieniają swój zapach w trakcie podróży.

Ten fenomen jednoznacznie potwierdza, ich niezerową masę.

Nie wszystkie parametry oscylacji są zmierzone.
Nowe eksperymenty!

Neutrina oscylują

2015 NOBEL PRIZE
in Physics



NEUTRINO OSCILLATIONS
The discovery of these oscillations shows that neutrinos have mass.

Image by Abigail Malate



Nie wszystkie parametry
oscylacji są zmierzone.
Nowe eksperymenty!

Neutrino są bardzo lekkie

Masa neutrin jest bardzo mała.

Wartości mas neutrin nie są jeszcze zmierzone.



Inne cząstki uzyskują masę w oddziaływaniach z polem Higgsa.

W przypadku neutrin nie jest pewne czy tak jest.

Nowe eksperymenty!

Neutrino

pochodzą z różnych źródeł

Naturalne:

Atmosferyczne

Słoneczne

Kosmiczne

Sztuczne:

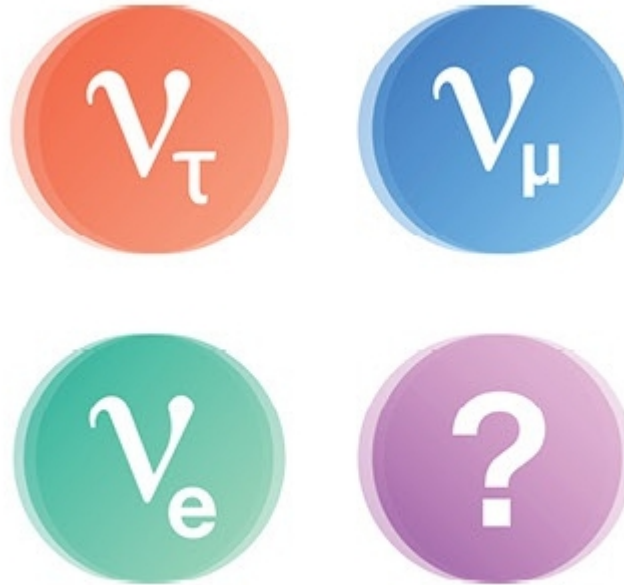
Akceleratorzy - wiązki

Reaktory jądrowe



Neutrino są tajemnicze

Zagadkowe anomalie – czy istnieje czwarte
sterylne neutrino?



Przygotowywane eksperymenty w Fermilabie
USA mają dać odpowiedź już wkrótce.

Neutrino

są bardzo tajemnicze



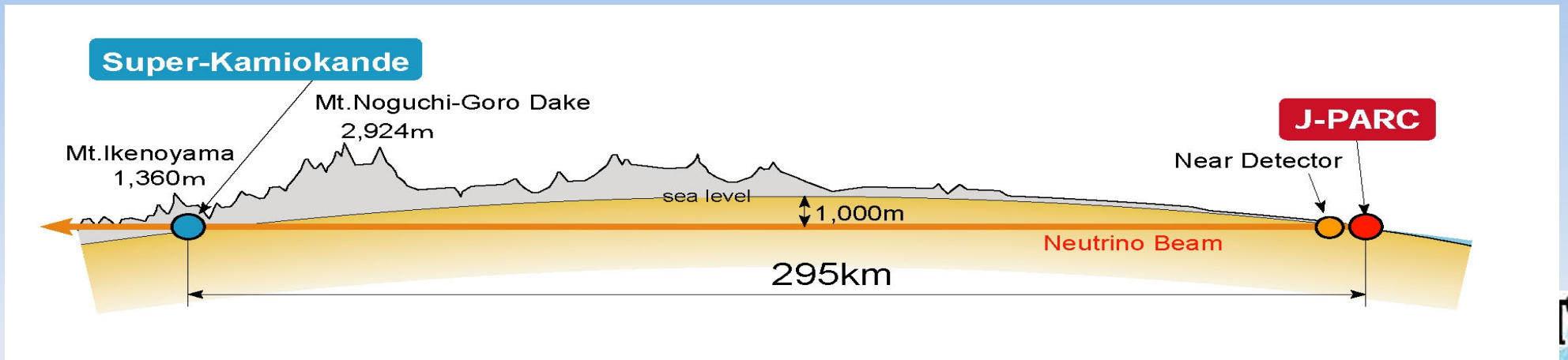
Czy neutrino zachowuje się tak samo jak antyneutrino?

Czy symetria **materia - antimateria** jest łamana przez neutrino?

Badanie neutrin może przyczynić się do wyjaśnienia dlaczego **Wszechświat** został zdominowany przez **materię**, a nie anty-materię.

Eksperyment T2K w Japonii bada **neutrino i antyneutrino** i ma pierwsze wskazania na odpowiedź.

Eksperyment Tokai to Kamioka (T2K)

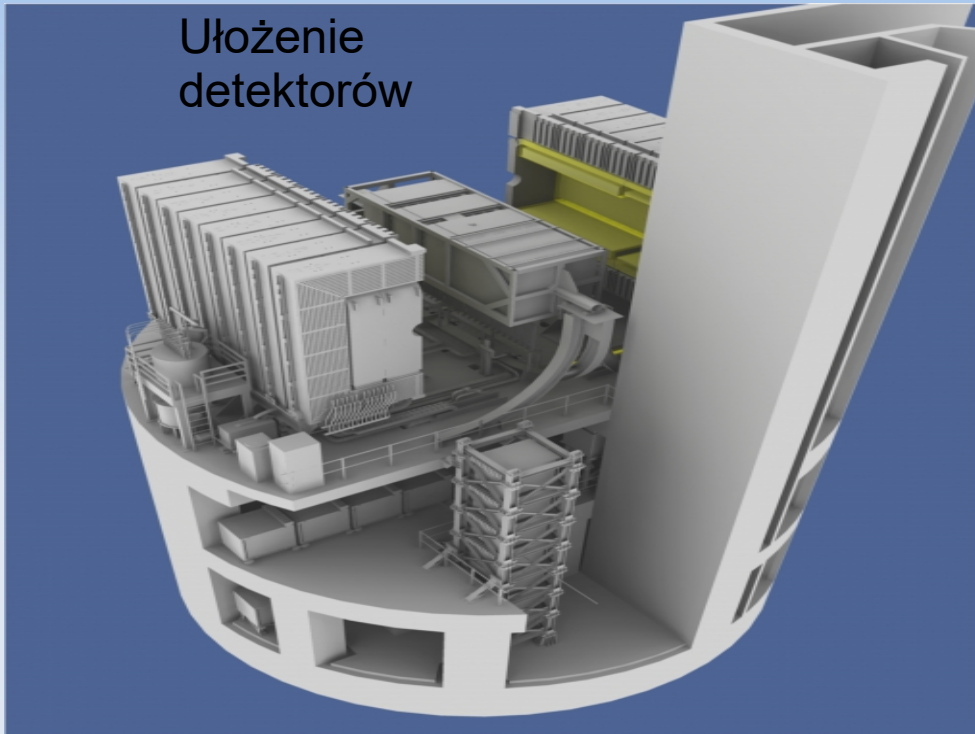


- Bada przemiany neutrin mionowych w inne rodzaje neutrin podczas podróży przez wnętrze Ziemi.
- Działa od 2010 roku.
- Jako pierwszy na świecie bezpośrednio zarejestrował przeobrażanie inaczej mówiąc oscylacje neutrin mionowych w elektronowe.
- Oscylacje świadczą o tym, że neutrina mają masę (do tej pory przyjmowano $m_\nu = 0$).
- T2K bada oscylacje zarówno neutrin jak i antyneutrin.
- Wyniki badań mogą rzucić światło na problem dlaczego jesteśmy zbudowani z materii a nie z antymaterii.

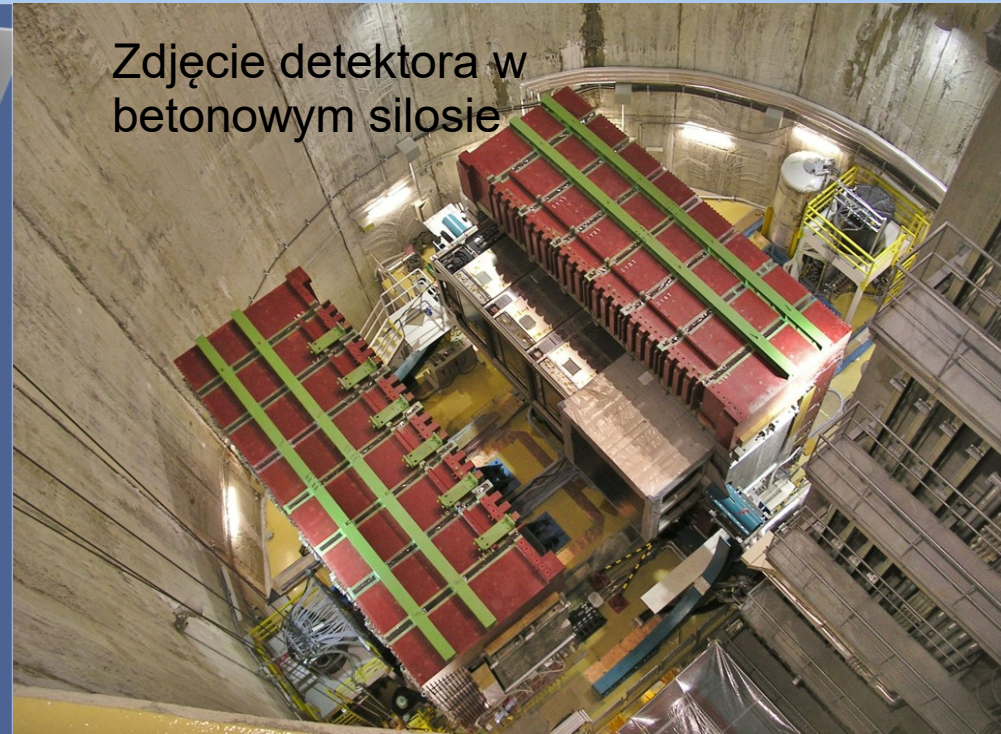


Bliskie detektory

Ułożenie detektorów

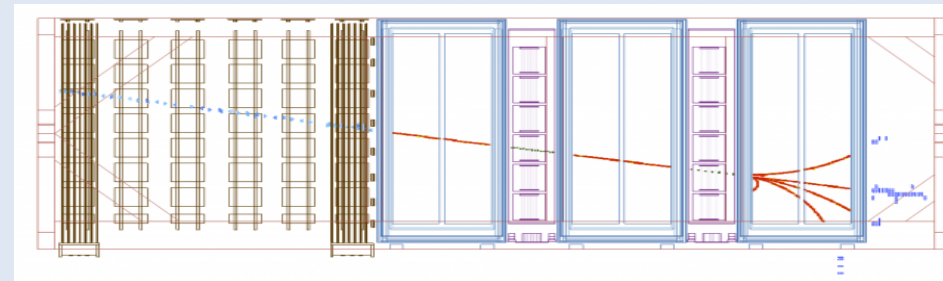


Zdjęcie detektora w betonowym silosie



- Po co ? Kontrolują intensywny strumień neutrin mionowych wyprodukowanych kilkaset metrów wcześniej.
- W kompleksie akceleratorów (**J-PARC**) przyspiesza się protony a następnie zderza z tarczą węglową. Wyprodukowane w ten sposób miony nie są trwałe i rozpadają się między innymi na neutrina mionowe.

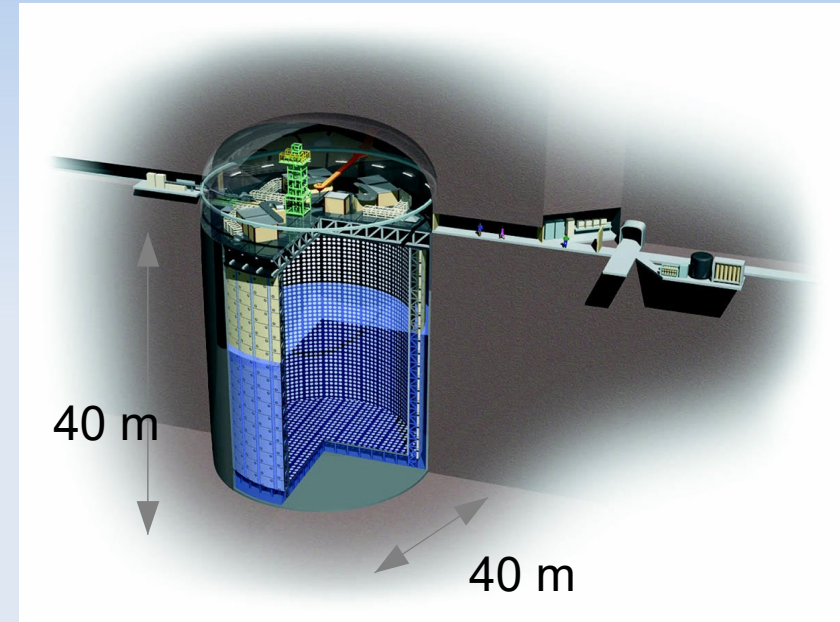
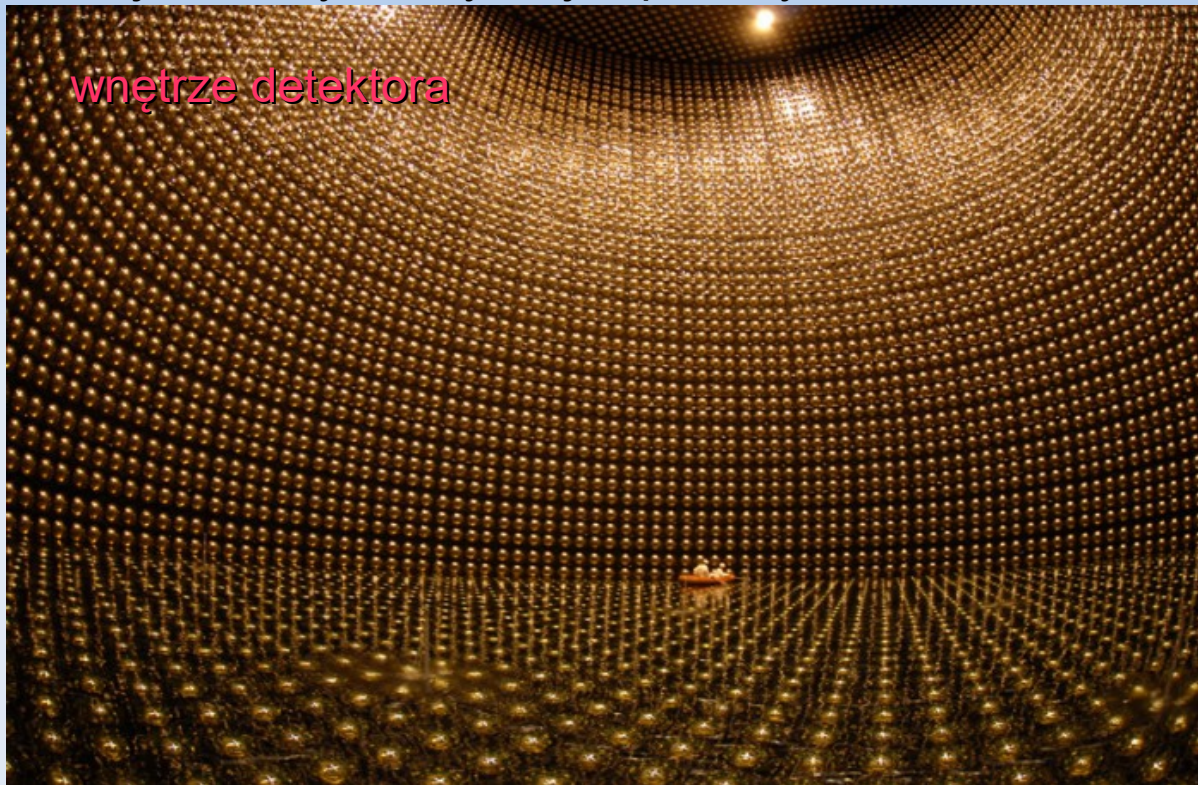
Przykład wizualizacji oddziaływania neutrina w bliskim detektorze.



Z ośrodkiem w J-PARC będziemy się łączyć telemostem!!

Daleki detektor Super-Kamiokande

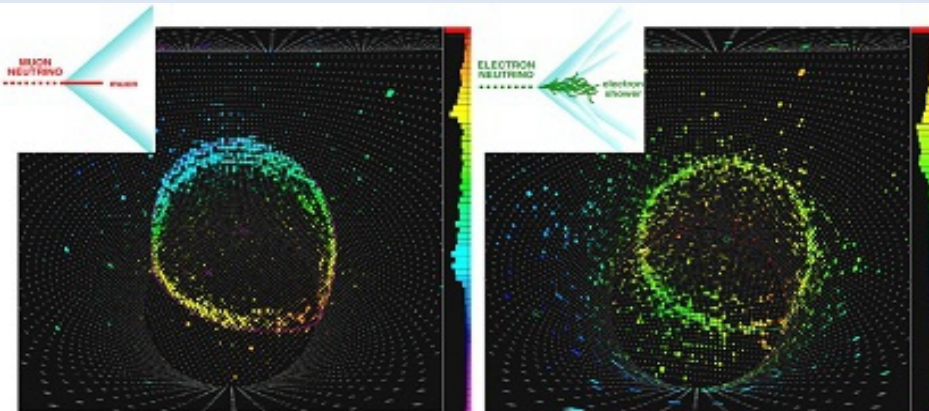
Największy na świecie, wypełniony **50 tys. ton ultra czystej wody** detektor neutrin.
Umieszczony w czynnej kopalni cynku i ołowiu, 1 km poniżej wierzchołka góry Ikenoyamy.



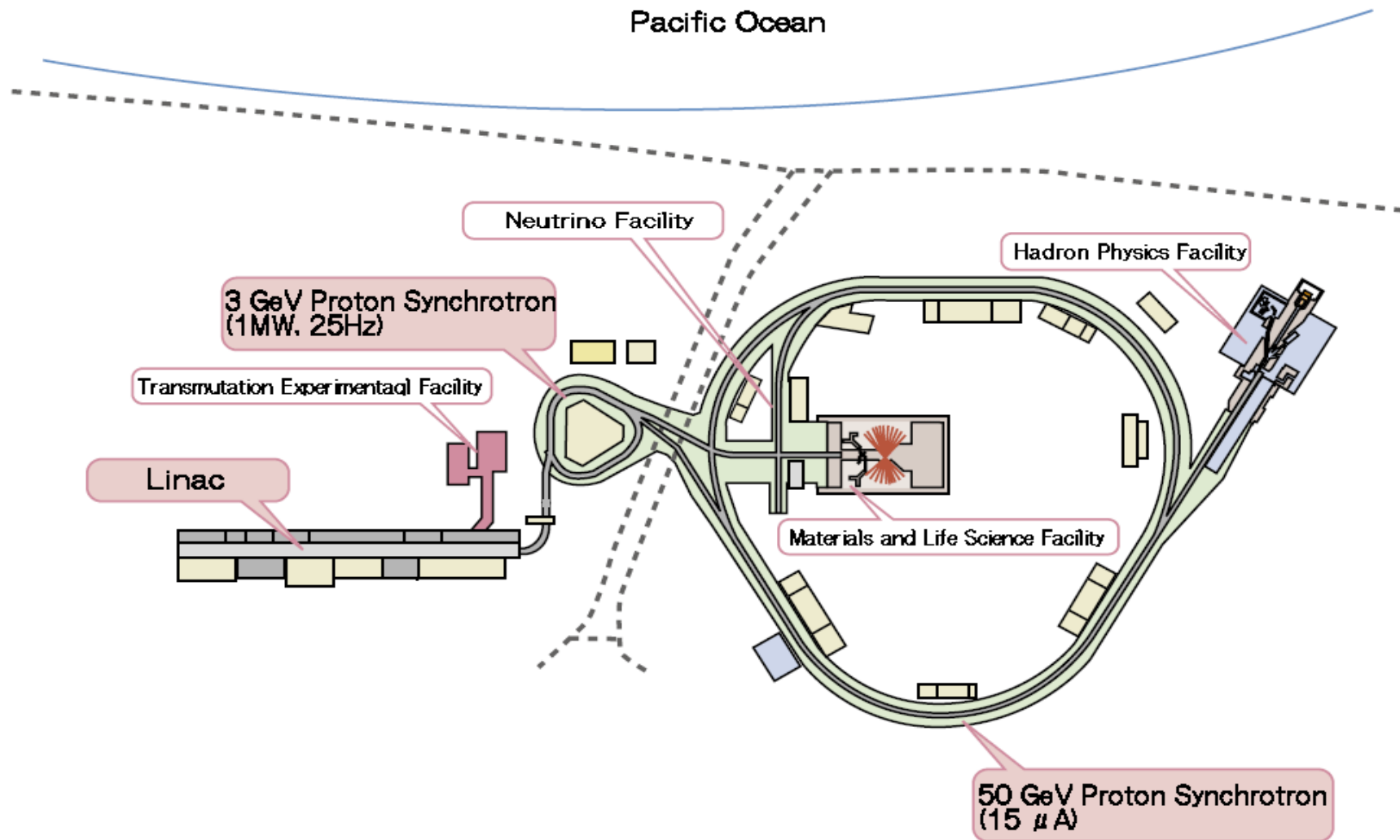
Poniżej, obraz jaki powstaje na ściankach detektora po przejściu cząstki naładowanej



wyposażony
w 11 tys.
fotopowielaczy



Ośrodek akceleratorowy J-PARK



Wszechobecne czastki - neutrina

- **Neutrino reliktowe** – pozostałość po Wielkim Wybuchu. Niskoenergetyczne (~ 0.0004 eV), 330 neutrin przypada na cm szescienny w całym Wszechświecie.
- **Neutrino słoneczne** - pochodzą z przemian jądrowych w Słońcu. Do Ziemi dociera $7 \times 10^{10} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (70 miliardów na cm kwadratowy w czasie jednej sekundy).
- **Wybuchy gwiazd Supernowych**
- **Neutrino atmosferyczne**- Strumień ok. $1 \text{ neutrino cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- **Naturalna promieniotwórczość Ziemi** – średnio $6 \times 10^6 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (sześć milionów)
- Powyższe pochodzą z naturalnych źródeł ale możemy je też **produkować sztucznie** w akceleratorach lub korzystać z powstających w elektrowniach atomowych.

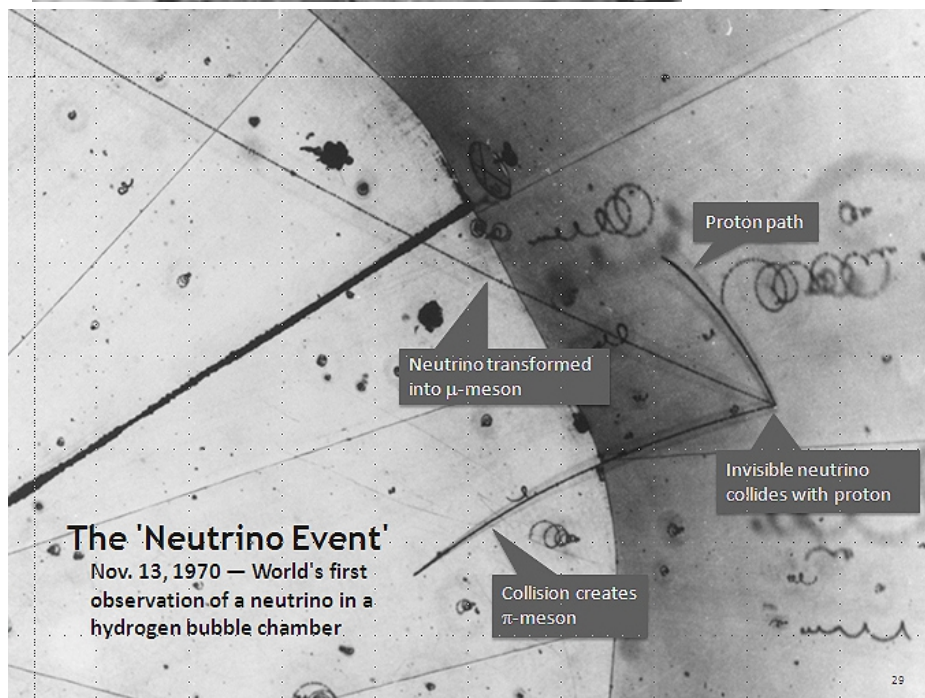
Neutrino zostało zaproponowane już w 1930 roku przez W. Pauliego aby wyjaśnić zagadkę brakującej energii w rozpadach β czyli z udziałem elektronu.

Zostało odkryte dopiero w 1956 przez Federicka Reinsa i Clyda Cowana

Neutrino są (prawie) nieuchwytnie

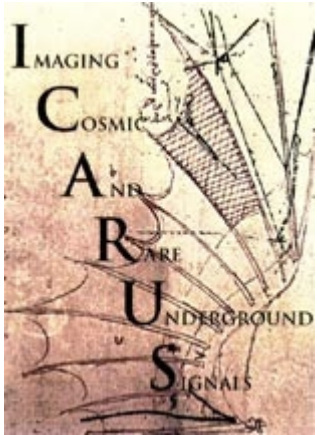


W 1956 eksperyment przy reaktorze F. Reines i C. Cowan



Komory pęcherzykowe ustawione na wiązce z akceleratora zbierały dane od lat 70'

Neutrino oglądane w Krakowie



Icarus z detektorem Lar-TPC 600 ton w podziemnym laboratorium we Włoszech

