

第17回東海フォーラム

J-PARCセンターの概況

小林 隆

J-PARCセンター

J-PARC

(※ J-PARC : Japan Proton Accelerator Research Complex)
日本陽子加速器研究施設群

日本原子力研究開発機構(JAEA)と高エネルギー加速器研究機構(KEK)
の共同プロジェクト

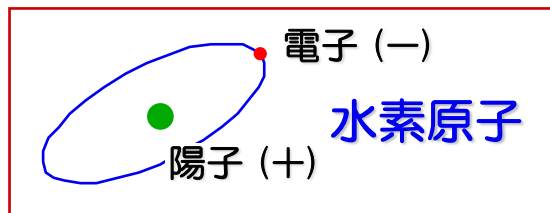


原子や原子核/素粒子の世界を調べるための装置

大強度陽子加速器



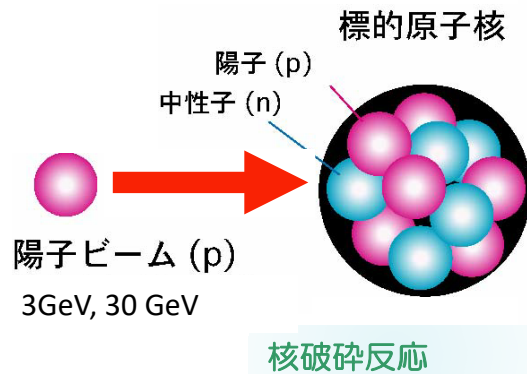
粒子の数が
多くエネルギーが高い



リニアックとシンクロトロン2台から構成

陽子ビームを物質にあてていろいろな粒子を作って使う！

標的の原子核から、いろいろな粒子
(二次粒子)が飛び出す



物質・生命科学研究

ミュオン (μ)

$\pi \rightarrow \mu \nu$

ニュートリノ (ν)

K-中間子 (K)

反陽子 (\bar{p})

素粒子・原子核物理研究

中性子 (n)

物質・生命科学研究

大強度陽子加速器施設: J-PARC

J-PARC Facility
(KEK/JAEA)

South to North

東海村

光速の70%

直線加速器
4億ボルトで加速

RCS
30億ボルトで加速

光速の97%

ニュートリノビーム
(神岡方面)

ニュートリノ実験施設

物質生命科学実験施設

周長1.6km

メインリング
300億ボルトで加速

光速の99.95%

ハドロン実験施設

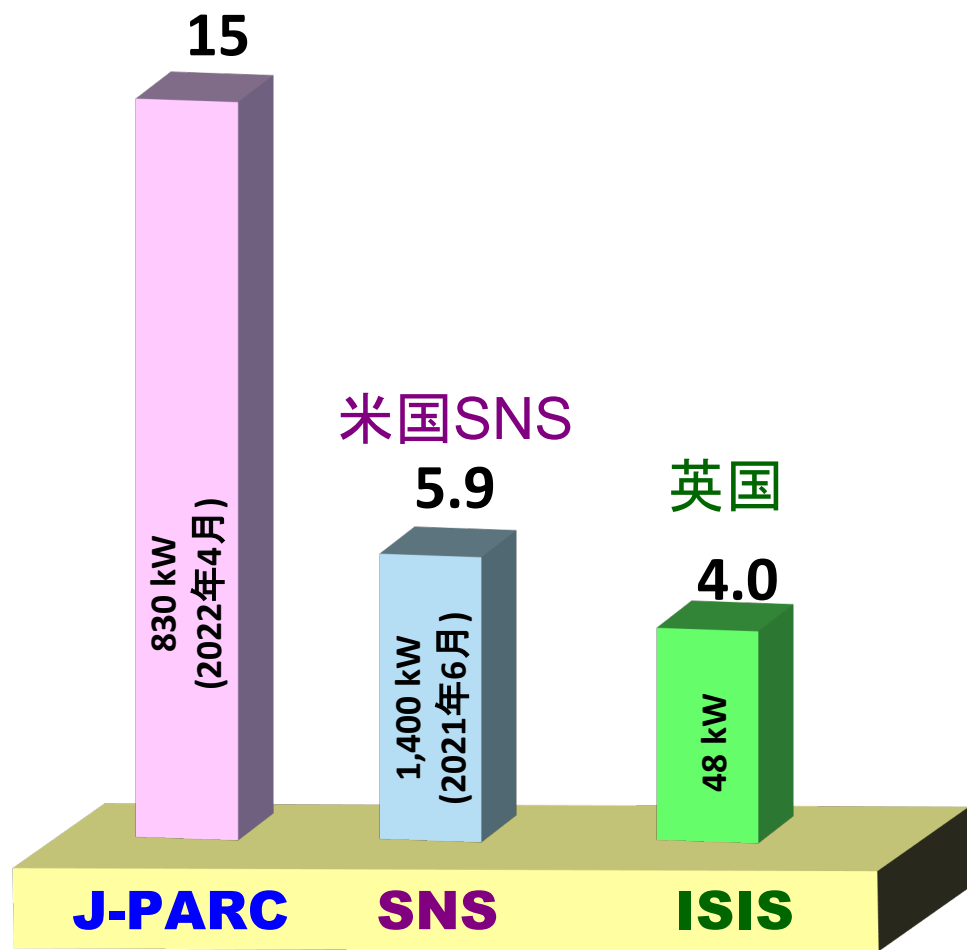
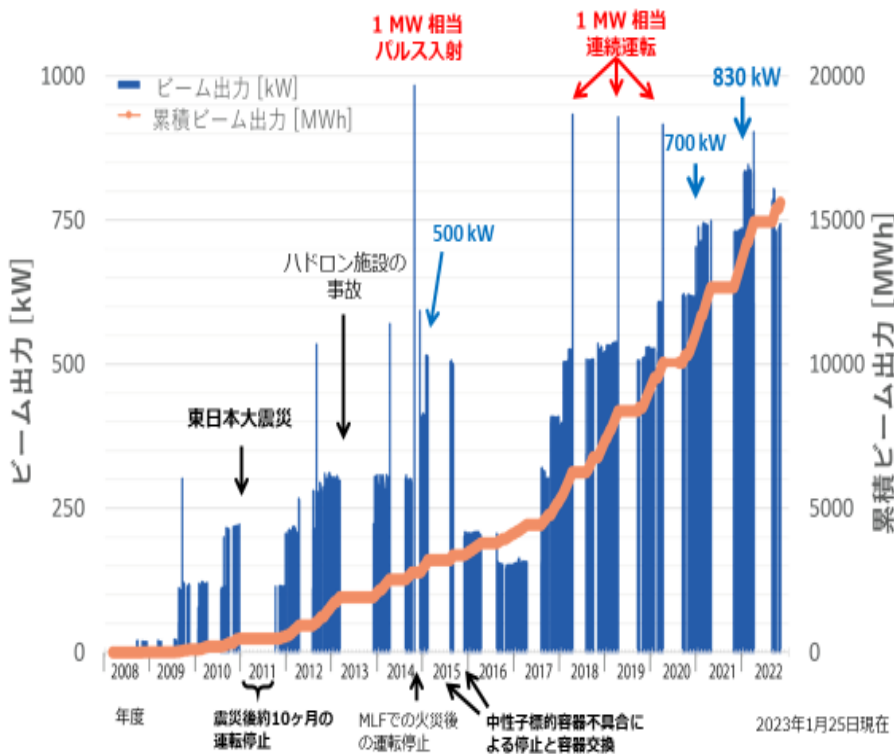
- CY2007 Beams
- JFY2008 Beams
- JFY2009 Beams

Bird's eye photo in January of 2008

物質・生命科学実験施設 中性子強度

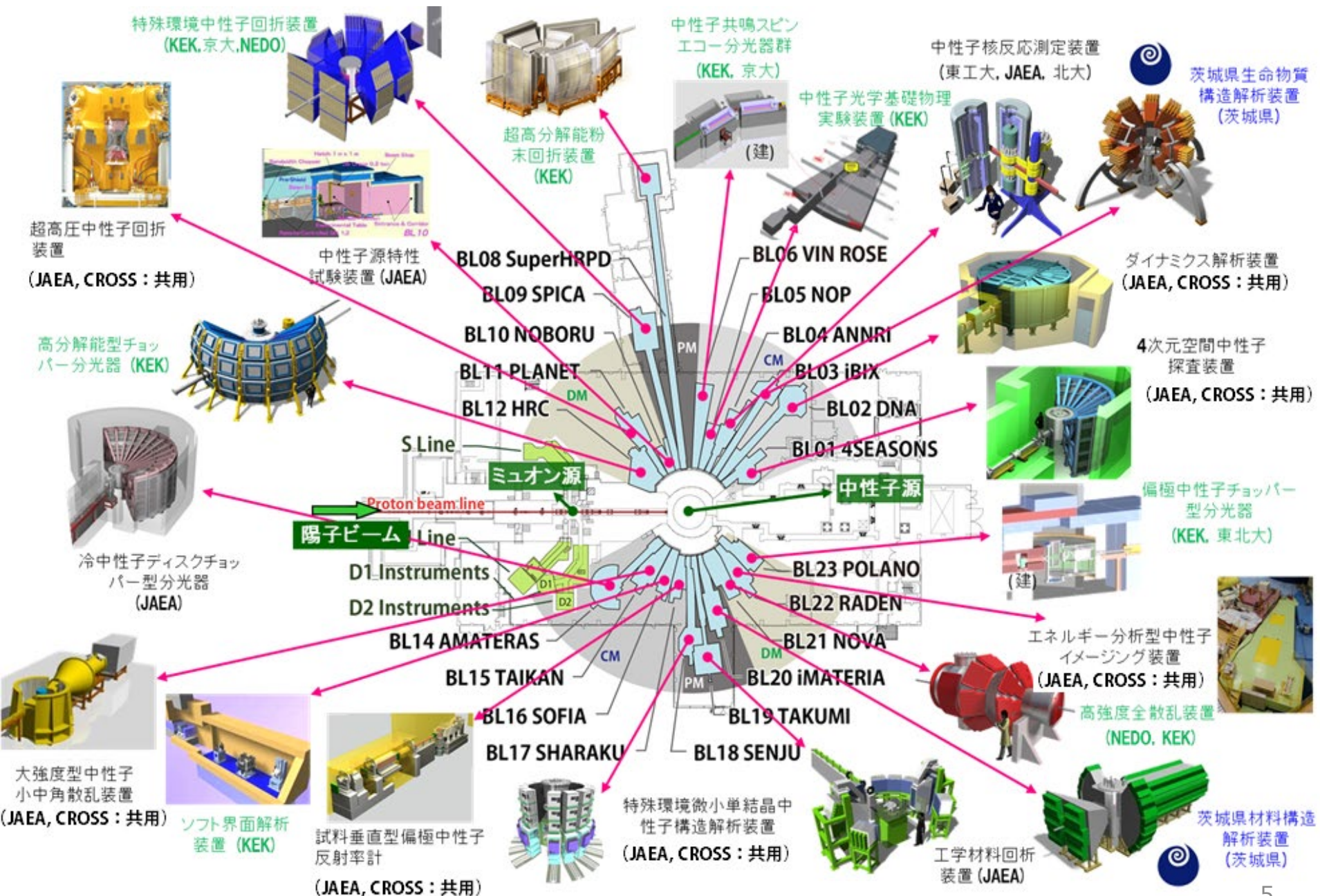
パルス当たりの中性子強度J-PARCが世界一！

物質生命科学実験施設へのビーム強度



単位: $10^{12} \text{ n}/(\text{sr} \cdot \text{pulse})_5$

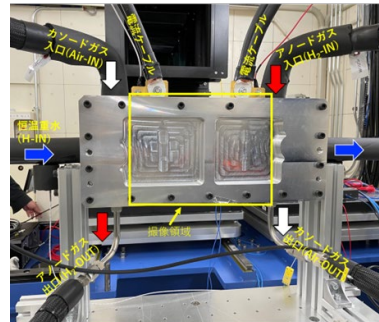
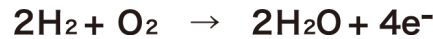
物質・生命科学実験施設中性子ビームライン



最近のトピック：燃料電池の性能向上

TOYOTA MIRAI

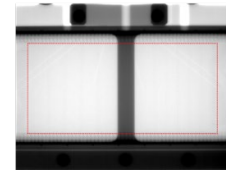
- 燃料電池(Fuel cell: FC)：水素と酸素を材料に発電、水を排出。未来のグリーンなエネルギー。
- 燃料電池を实际稼働(発電)させながら中性子を照射し、内部の水の分布をリアルタイムで観察
- 最適な燃料電池セルや流路構造の開発を加速し、燃料電池のさらなる高性能化・低コスト化が期待



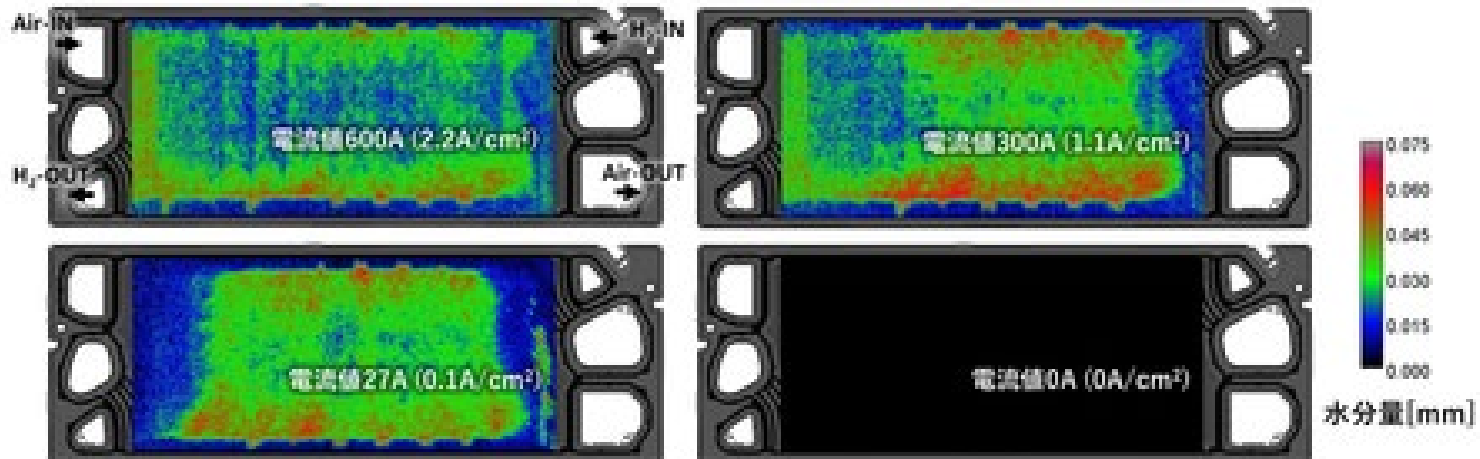
中性子イメージング実験配置



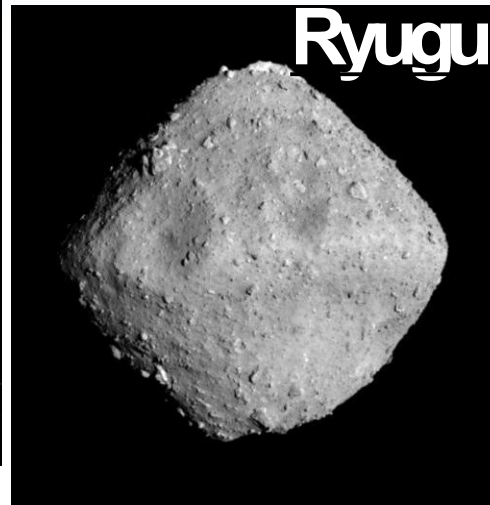
新型MIRAI燃料電池(単セル)



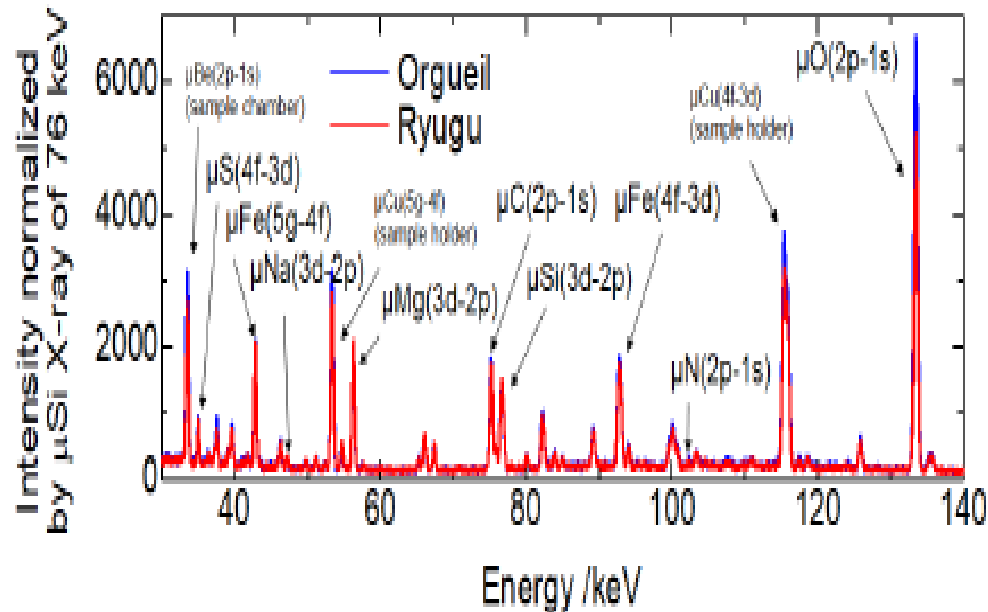
燃料電池試験体の中性子透過像



最近のトピック：小惑星リュウグウからのサンプルの成分分析



出典：JAXA、東京大学など



- リュウグウから持ち帰ったおよそ0.1 gの試料を素粒子ミュオンを用い、非破壊で元素分析に成功
- これまで最も始原的と言われていた隕石の組成と近いものの、酸素の含有量が明確に少ないことが判明
- 世界でも著名な雑誌“Science”に掲載



ビーム強度 (MLF: 1 MW) の早期達成を目指して — 低消費電力加速空洞の導入について —

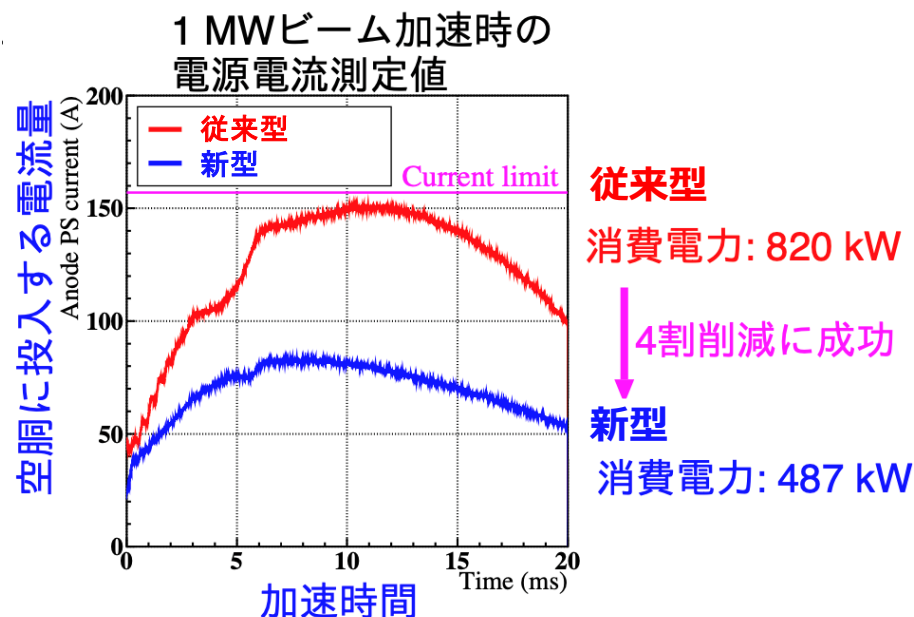
1-1

大強度陽子ビーム加速の消費電力の改善

- 陽子を加速する装置: 高周波加速空洞の大幅省電力化に成功!



加速器トンネルに設置したシングルエンド型加速空洞



- 加速空洞への高周波電力の投入方式を改良することで、1 MWでのさらなる安定運転に向け、**40%の使用電力の削減に成功。**

J-PARCにおける素粒子・原子核実験

Super Kamiokande

Neutrino Experiment : T2K
 ~ Mixing Angle, CP phase, and Mass Hierarchy ~

T2K

J-PARC

295km

第一世代 第二世代 第三世代

クォーク

u c t

d s b

レプトン

ν_e ν_μ ν_τ

e μ τ

強い力 g

グルーオン

電磁力 γ 光子

弱い力 W^-, W^+, Z

ウィークボゾン

new particle ν_s ?

3GeV RCS

FX beam

MLF

CPV in Charged Lepton?

$g_\mu - 2/\mu$ EDM

Surface muon

Ultra cold μ^+ source

Muon LINAC (300 MeV/c)

KOTO

$K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$

CPV beyond CKM

Hyper-nuclear physics

Strangeness in Nuclei

Role of strange quark in extreme high density matter?

Neutron star

Hadron Experiments

~ CP beyond CKM; Mass modification ~

Hadron properties in Nuclear Matter

Hadron Hall

105MeV

Flavor&CPV in charged lepton?

Search for $\mu \rightarrow e$ conversion

e^-

μ^-

q

γ, Z'

e

COMET (Hadron Hall)

J-PARCで

中性子星内部の解明→新たな物質観の構築

中性子星

超新星爆発で

ブラックホールにならずに残った天体

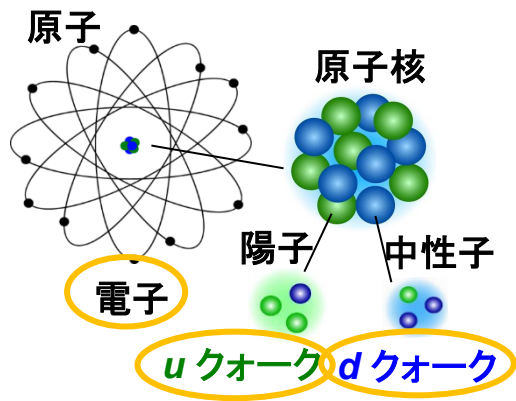
質量: 太陽の1~2倍、半径: 約10km

→ 宇宙で最高密度物質 (太陽の300兆倍)

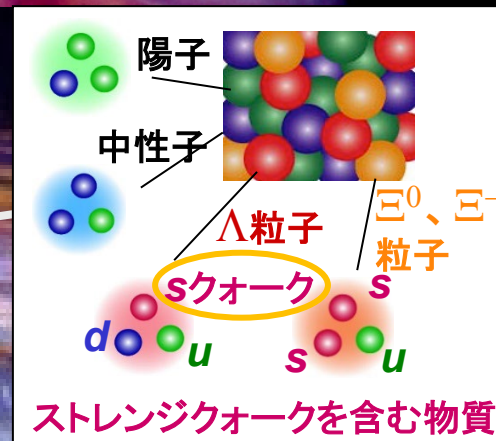
中心部は1cm³あたり1兆kg

内部は謎に包まれている

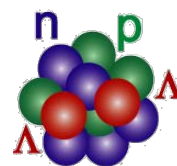
ストレンジ核物質?



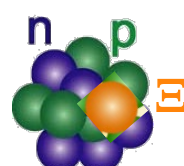
u,dクォークと電子
からなる物質



sクォークを2個含む原子核



ΛΛハイパー核



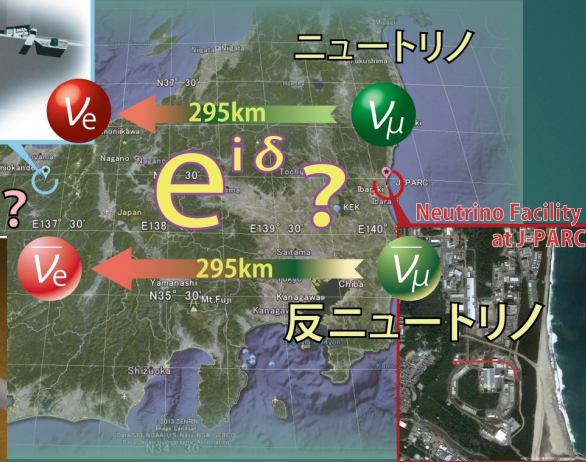
Σハイパー核

“中性子星”
を人工的に作る

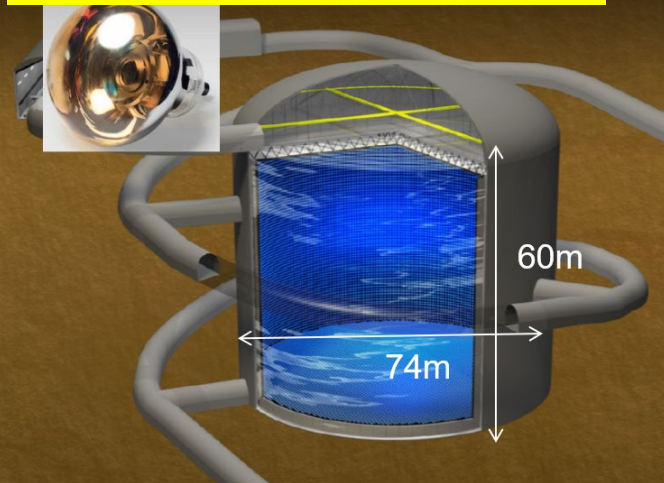
ニュートリノ実験：東海to神岡(Tokai-to-Kamioka) T2K実験から ハイパーカミオカンデ実験へ



T2K実験(2010~)



ハイパーカミオカンデ検出器(2027~)

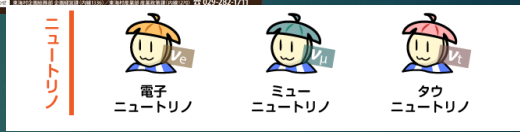


「スーパーカミオカンデ」



ニュートリノが大量につまった缶 (東大と飛騨市の共同開発)

特産品に仲間入り



→宇宙の物質起源解明に迫る！

- ▶ J-PARCは世界最強レベルのニュートリノビーム強度：毎秒1000兆個
 - ▶ 東海村はニュートリノの世界の一大名産地
- ▶ ニュートリノと反ニュートリノの性質の違いを探索中
 - ▶ T2K実験の結果：95%の確率で違いそうだ！！
- ▶ 今後
 - ▶ T2Kでさらに探索
 - ▶ 更に10倍の検出器ハイパーカミオカンデ建設開始。2027年度稼働開始！
- ▶ 発見されたらノーベル賞級！



J-PARCで探る物質、生命、宇宙のひみつ

- 宇宙に私たちはなぜいるの？
- 中性子星のなかはどうなってるの？
- いろんな物質の性質は？
- タイヤはもっとよく走って止まって長持ちさせたい！
- いろんなタンパク質って、なにからできてなにがちがうの？
- 夢の超伝導のひみつ？
- リチウム電池などカーボンニュートラル実現にむけた研究



さまざまな秘密を解明し、社会に貢献