

第16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

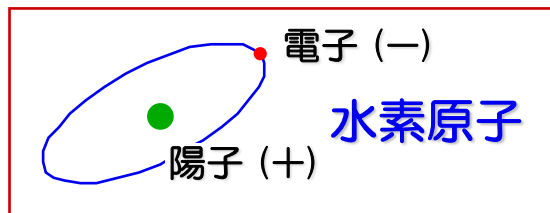


原子や原子核/素粒子の世界を調べるための装置

大強度陽子加速器



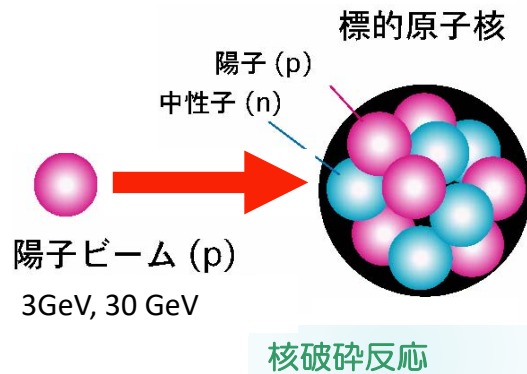
粒子の数が
多くエネルギー
が高い



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るん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)

光速の71%

4億ボルト

South to North

東海村

30億ボルト

光速の97%

ニュートリノビーム
(神岡方面)

100兆個の陽子を約1.5秒で
20万回周回させ光速の
99.98%まで加速

周長1.6km

300億ボルトまで加速

- CY2007 Beams
- JFY2008 Beams
- JFY2009 Beams



Bird's eye photo in January of 2008



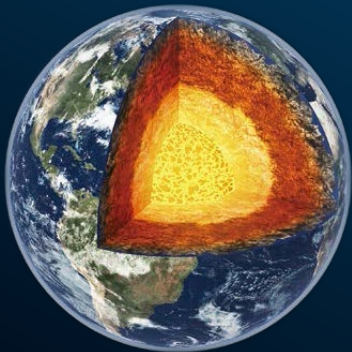
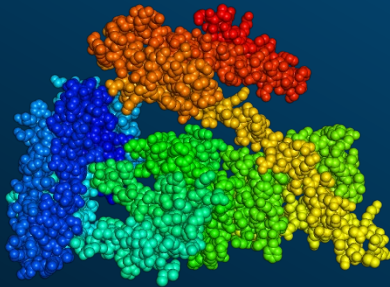
物質・生命科学実験施設

中性子ビームとミュオンビームを提供
物質科学、生命科学の研究、産業応用

中性子やミュー粒子をつかって

タンパク質や地球の中心部の高圧常態、タイヤやリチウム電池

タンパク質を調べる



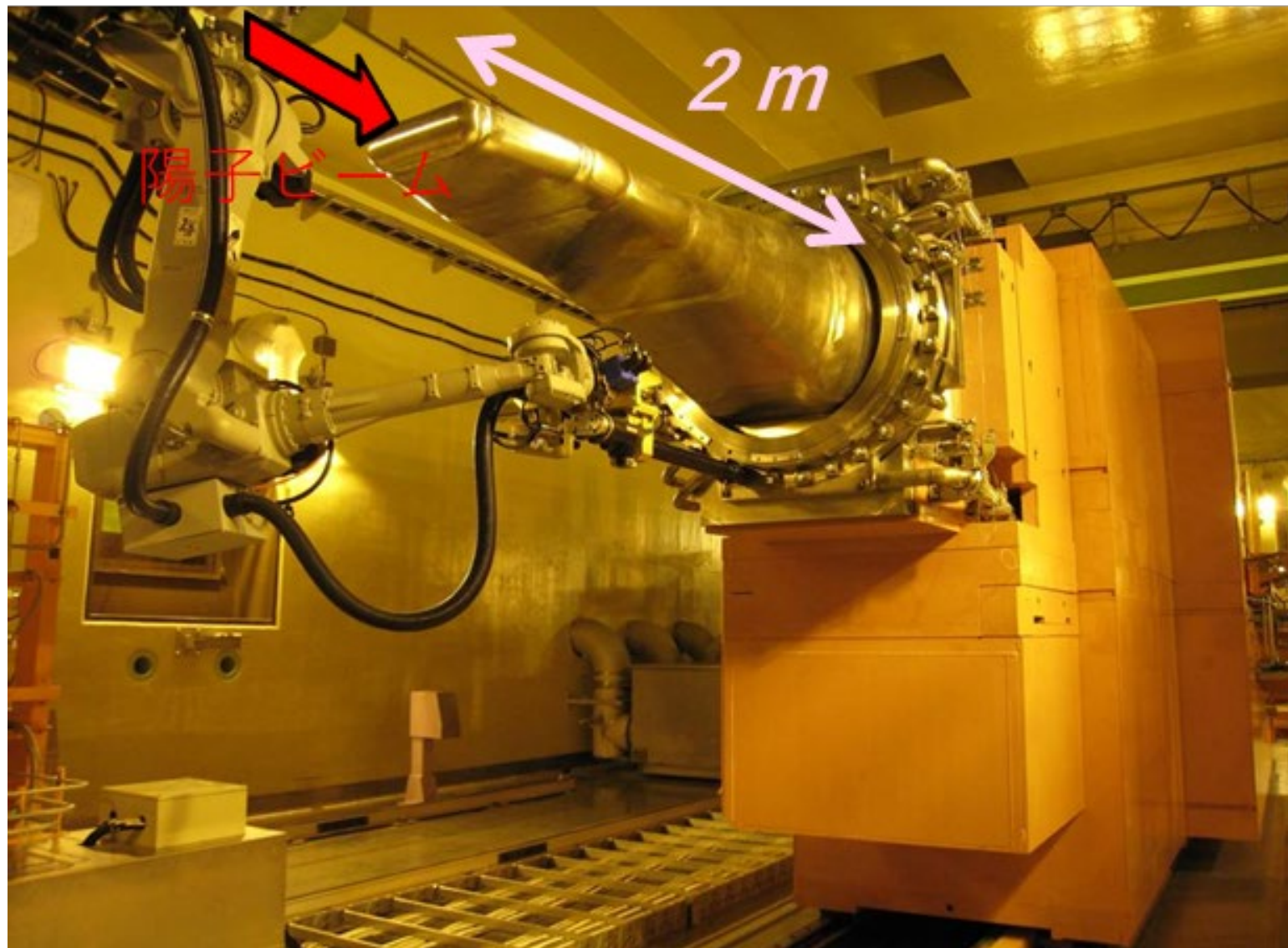
地球の深部を再現



資料提供：
住友ゴム工業(株)

リチウム電池

液体水銀標的





J-PARC

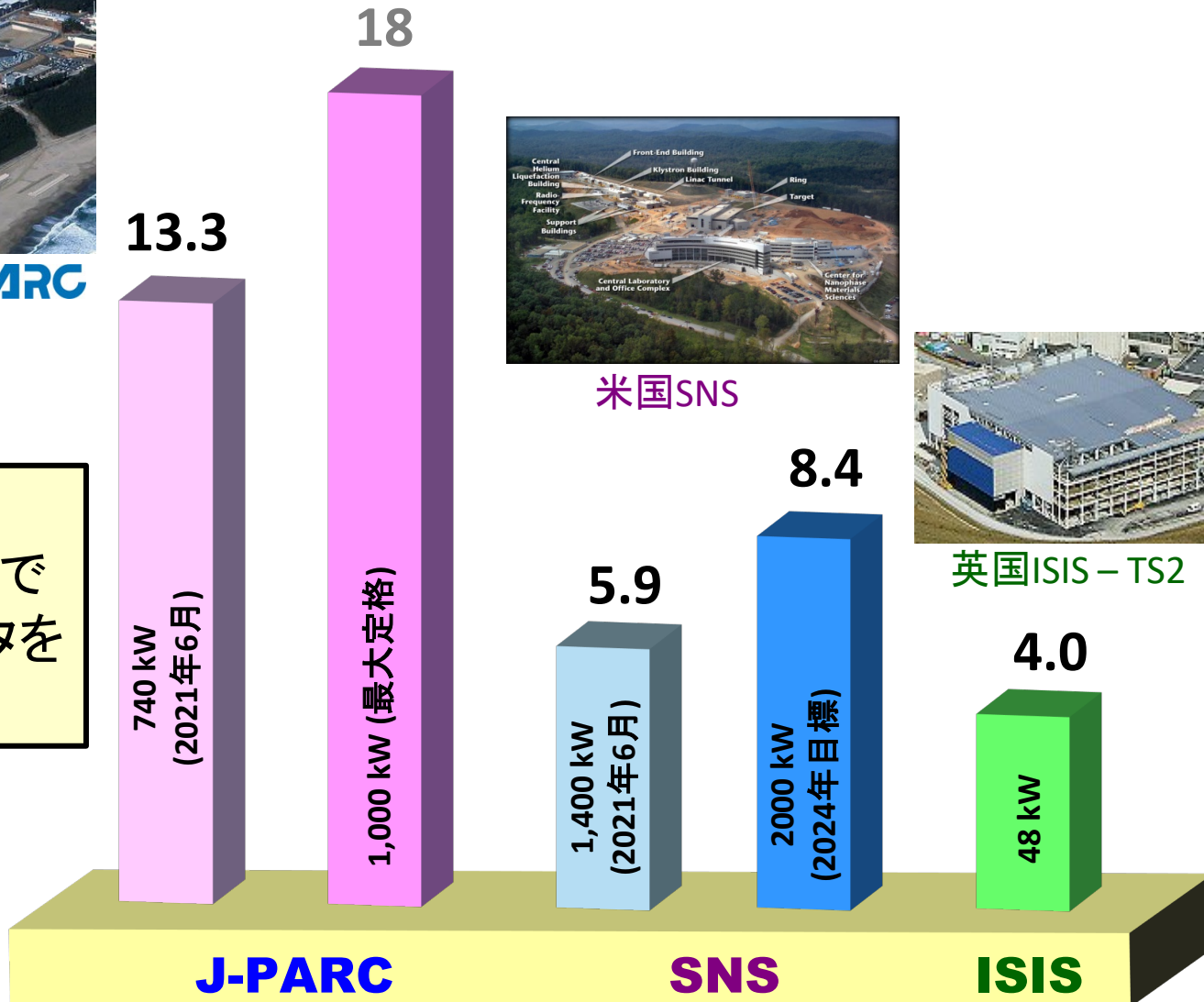


米国SNS



英国ISIS - TS2

より短時間に
より僅かな試料で
より多くのデータを
取得可能に。

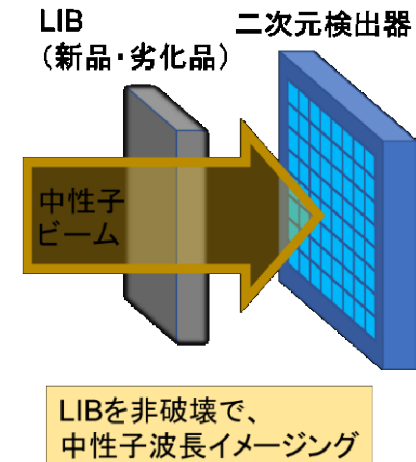
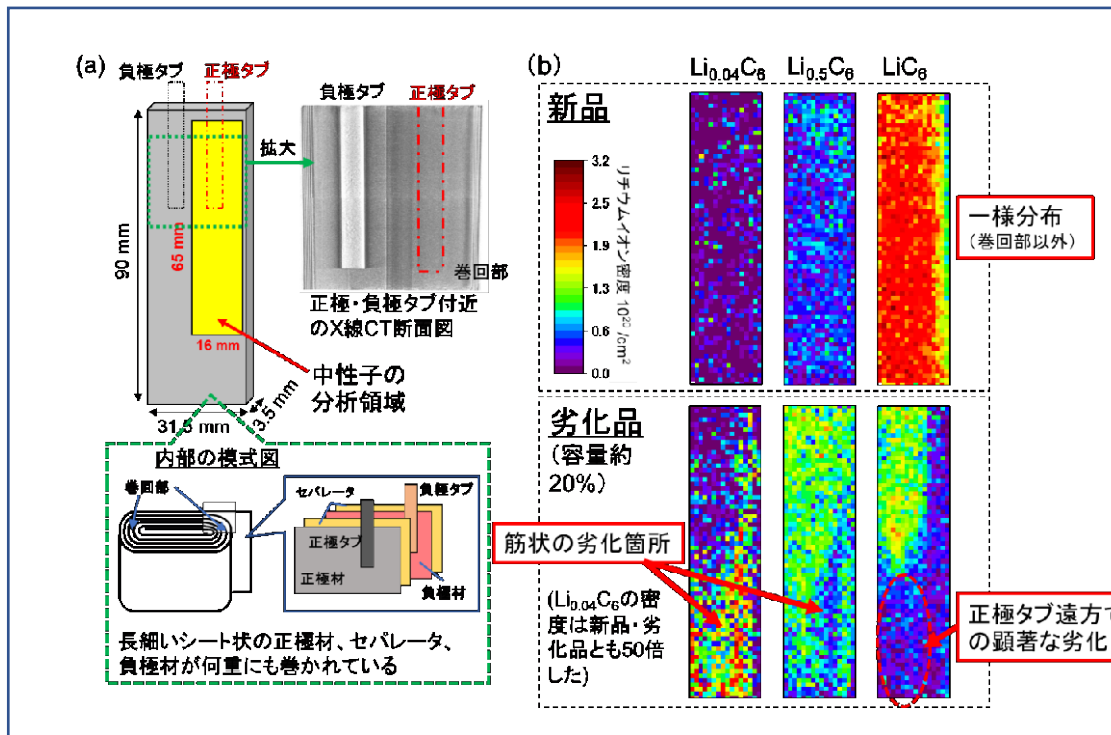


単位: 10¹² n/(sr·pulse)

物質・生命科学実験施設中性子ビームライン



リチウムイオン二次電池の高性能化に貢献



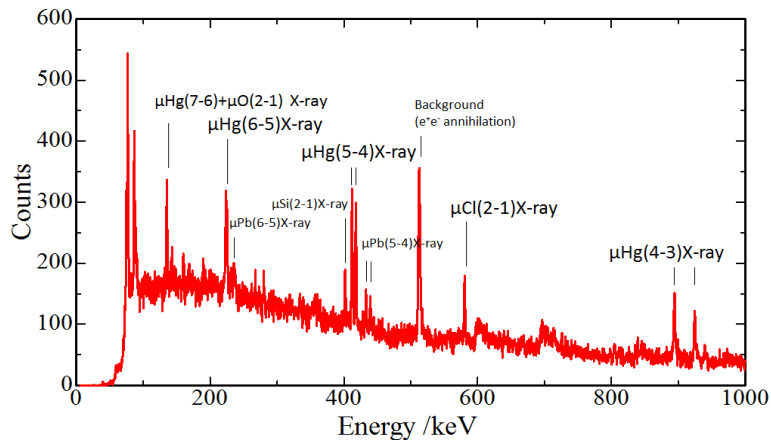
- 透過力の高い中性子線を用いて、非破壊で市販電池内部の不均一な劣化の進行を観測

- 劣化によりリチウムの不均一な密度分布が明らかに

産総研・日産アーク・KEK・J-PARCセンター・CROSS

医療文化財（緒方洪庵の薬瓶）の負ミュオンによる非破壊元素分析

緒方洪庵(1810～63年)は、江戸・幕末期の大坂に適塾を開設した蘭学の第一人者



測定対象薬瓶

写真提供：大阪大学
高橋京子

- O, Si, Cl, Hg, Pbのピークを観測
 - Hg, Clは内容薬物由来：文献検討の結果(Hg_2Cl_2)と一致
 - O, Si, Pbは薬瓶由来：蛍光X線分析結果(鉛カリガラス)と一致

医療文化財の新規非破壊分析手法としてミュオン特性X線分析を行った。開栓不能な薬瓶の中身の成分解明に初めて成功。

最近のとびっく

最近のとびっくす

日本刀研究のメディア紹介

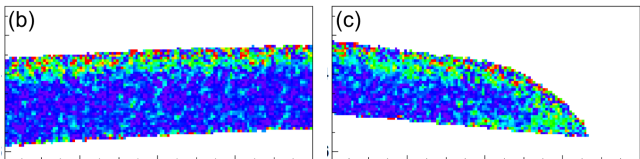
『ガリレオX』 BSフジ

2020年12月13日 11:30-12:00 放送

2021年2月7日 アンコール放送

中性子回折実験と中性子イメージング実験により古刀の作刀技術の謎を明らかに

中性子とミュオンで透視!
日本刀の謎にせまる先端科学



中性子イメージング実験で、結晶子サイズや焼き入れ深さの可視化に成功。

12

HAYABUSA2-IMSS
「はやぶさ2」微粒子分析

HOME ニュース 初期分析チーム 量子ビーム ギャラリー 用語集 HAYABUSA-PF (アーカイブ)

HAYABUSA2-IMSS

「はやぶさ2」微粒子分析

2020年12月にJAXAの小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの試料は、2021年6月から1年間、6つの初期分析チームによる分析が行われます。初期分析チームのうち「石の物質分析チーム」「固体有機物分析チーム」がKEK物質構造科学研究所（物構研）の実験施設で分析を行います。

「石の物質分析チーム」は東北大学の中村智樹教授がリーダーを務め、リュウグウの形成過程解明に向けた分析を行います。その初期段階で物構研の量子ビーム2種3手法が用いられます。ひとつは、小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星イトカワの分析でも使われたフォトンファクトリー（PF）の精密X線回折、もう一つは、PFの軟X線によるX線顕微鏡STXM、さらに、今回初めてサンプルリターン試料の分析に使用されるJ-PARC物質・生命科学実験施設MLFの負ミュオンによる元素分析です。

「固体有機物分析チーム」は広島大学の萩田ひかる教授をリーダーに、リュウグウ試料の有機物を分析することによって、宇宙で生命材料物質がどのように作られたかの解明を目指します。このチームもPFのSTXMを活用し、試料に含まれる有機物の化学組成を調べます。

リュウグウのような小惑星は、過去に地球に降り注いで地球上に水や有機物をもたらしたのではないかと考えられています。初期分析チームそれぞれの分析結果を総合することで、地球に命が誕生したという大きな謎の解明に近づきます。

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' q

μ e

COMET (Hadron Hall)

未知の新粒子探索実験

新種のニュートリノを探れ！
～JSNS²実験のデータ取得をJ-PARCで開始～

研究代表者： 丸山和純 (KEK)

Takasumi.maruyama@kek.jp



2021年実験開始。絶賛測定中！

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

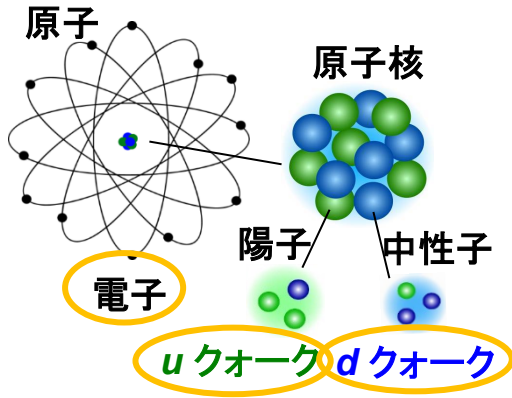
質量: 太陽の1~2倍、半径: 約10km

→ 宇宙で最高密度物質 (太陽の300兆倍)

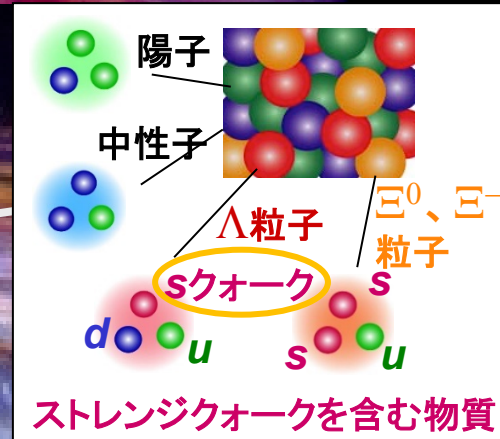
中心部は1cm³あたり1兆kg

内部は謎に包まれている

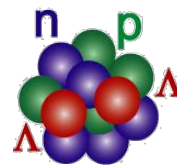
ストレンジ核物質?



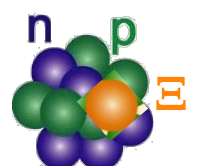
u,dクォークと電子
からなる物質



sクォークを2個含む原子核



□ ハイパー核



Σ ハイパー核

“中性子星”
を人工的に作る

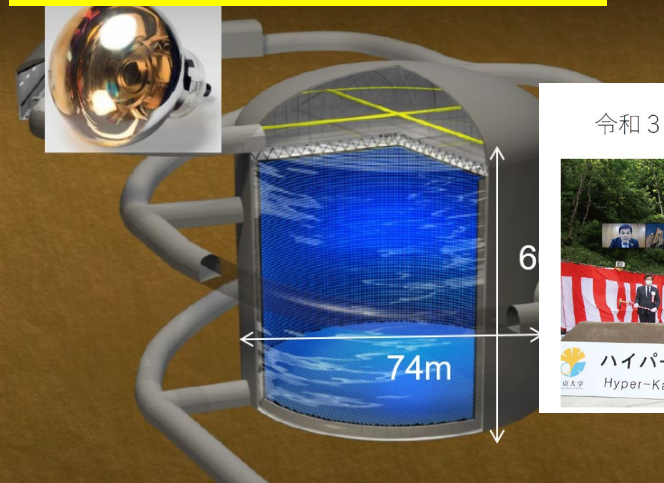
ニュートリノ実験：東海to神岡(Tokai-to-Kamioka) T2K実験から ハイパーカミオカンデ実験へ



T2K実験(2010~)



ハイパーカミオカンデ検出器(2027~)



NEWS AND VIEWS · 14 DECEMBER 2020

Viruses, microscopy and fast radio bursts: 10 remarkable discoveries from 2020

Highlights from News & Views published this year.

RELATED ARTICLES
COVID and 2020: An extraordinary year for science
2020 beyond COVID: the other science events that shaped the year
The best science images of 2020
Robots, hominins and superconductors: 10 remarkable papers from 2019
2018: Choice cuts from this year's News & Views articles

Matter-antimatter symmetry violated – Silvia Pascoli and Jessica Turner

The T2K Collaboration reports possible findings of the violation of particle-antiparticle mirror symmetry (also known as CP symmetry) by particles from the lepton group. Leptonic CP violation can be searched for using neutrinos.

→宇宙の物質起源解明に迫る！

- ▶ ニュートリノと反ニュートリノの性質の違い(CP対称性の破れ)を探索中
- ▶ 高い精度(99.7%)で「CP対称性がどのように破れているか」に迫る世界初の結果を発表。(ネイチャー誌に掲載)
- ▶ 実験代表者市川温子東北大学教授(東海村在住)猿橋賞受賞
- ▶ 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！

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