



宇宙ニュートリノ研究部門の紹介 **S**uper-**K**amiokande (LowE) グループ

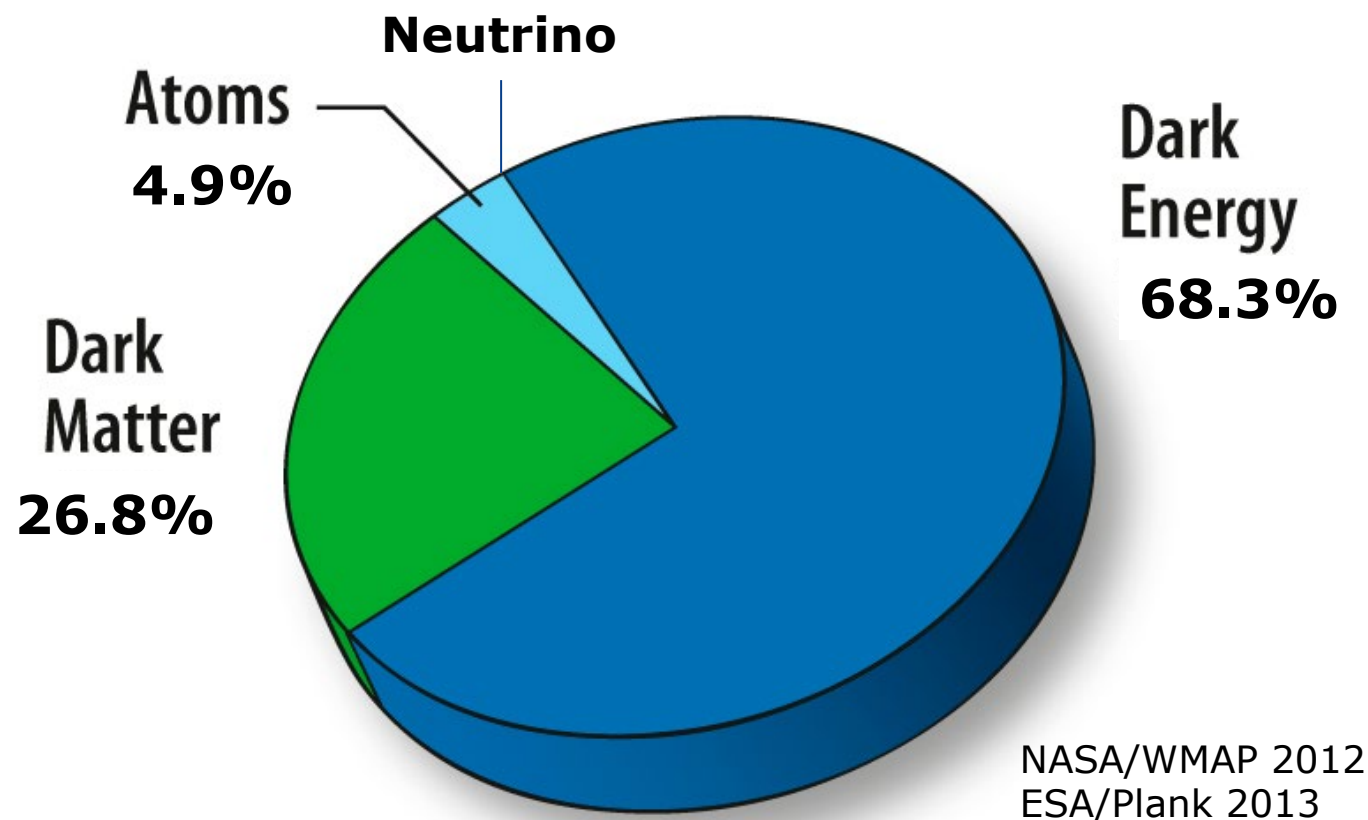
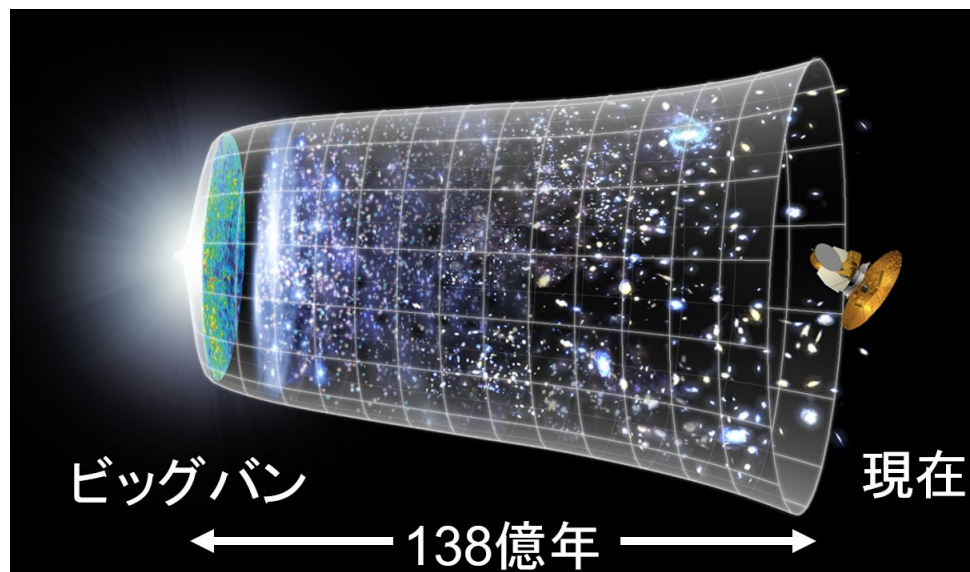


宇宙線研究所 宇宙ニュートリノ研究部門
関谷洋之

宇宙ニュートリノ研究部門

目的 ニュートリノや他の素粒子を通して宇宙・素粒子物理学の謎を解明する

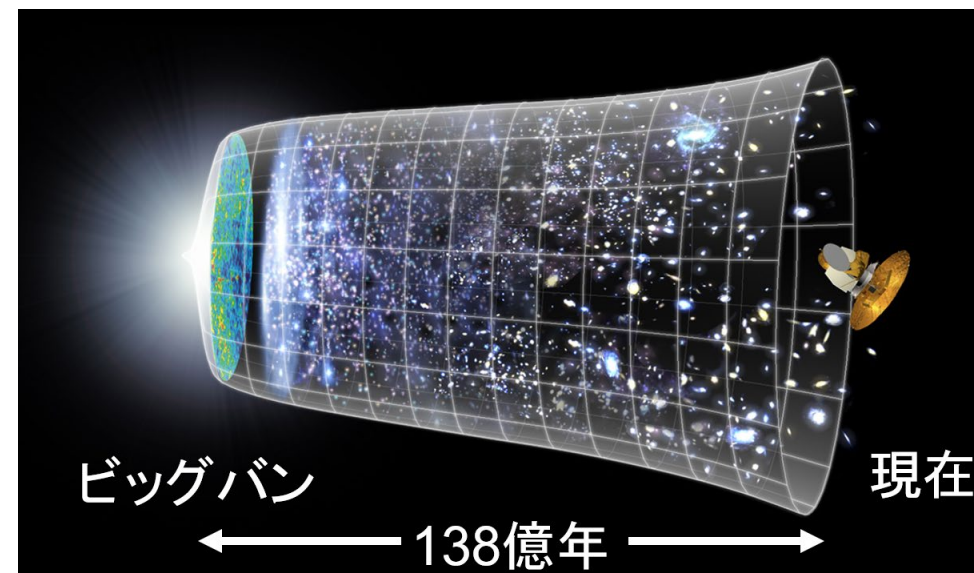
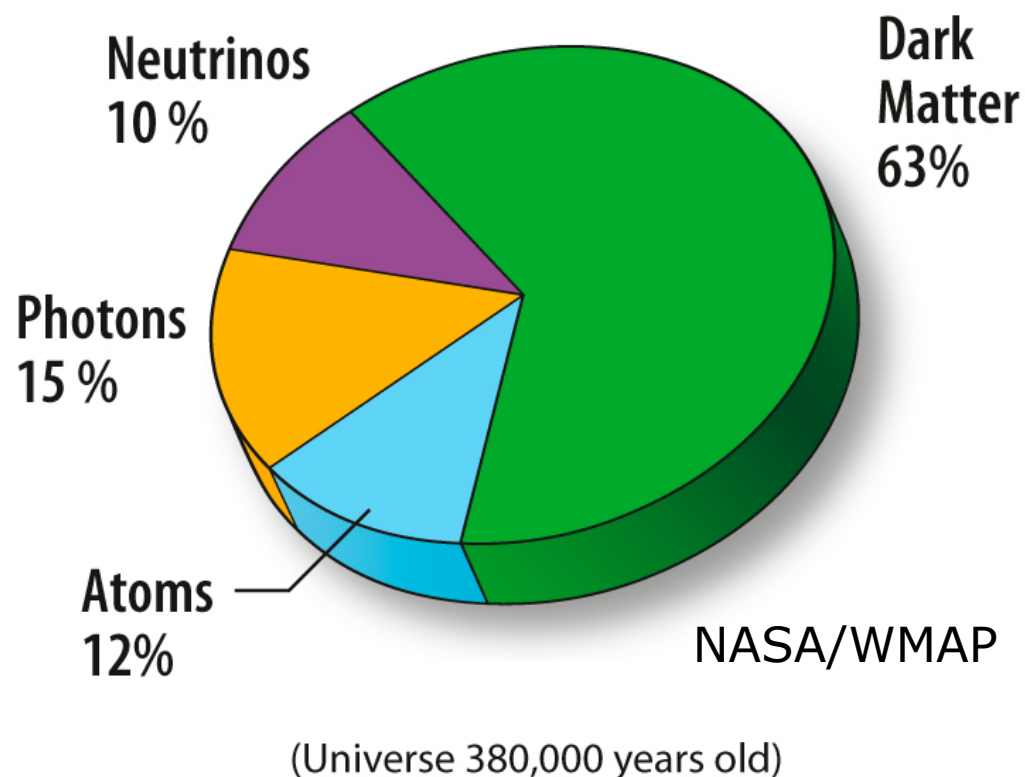
- 宇宙は何でできているのか



宇宙ニュートリノ研究部門

目的 ニュートリノや他の素粒子を通して宇宙・素粒子物理学の謎を解明する

- ニュートリノや暗黒物質が決定的な役割を果たしているはず



具体的な実験

Super-Kamiokande、T2K、暗黒物質直接探索
Hyper-Kamiokande

宇宙ニュートリノ部門の受入教員と主な研究内容

神岡6名・柏2名の教授/准教授

- 神岡宇宙素粒子研究施設

中畑 SK LowE

塩澤 SK atm/pd T2K HK

森山 SK atm/pd 暗黒物質 HK

早戸 SK atm/pd T2K HK

関谷 SK LowE 暗黒物質 HK

中山 SK atm/pd T2K HK

- 柏宇宙ニュートリノ観測情報融合センター

梶田 SK atm/pd T2K HK

奥村 SK atm/pd T2K HK



中畑



塩澤



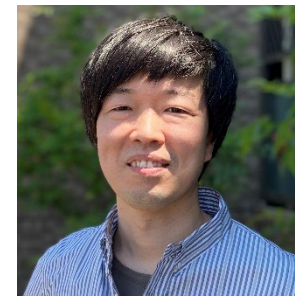
森山



早戸



関谷



中山



梶田

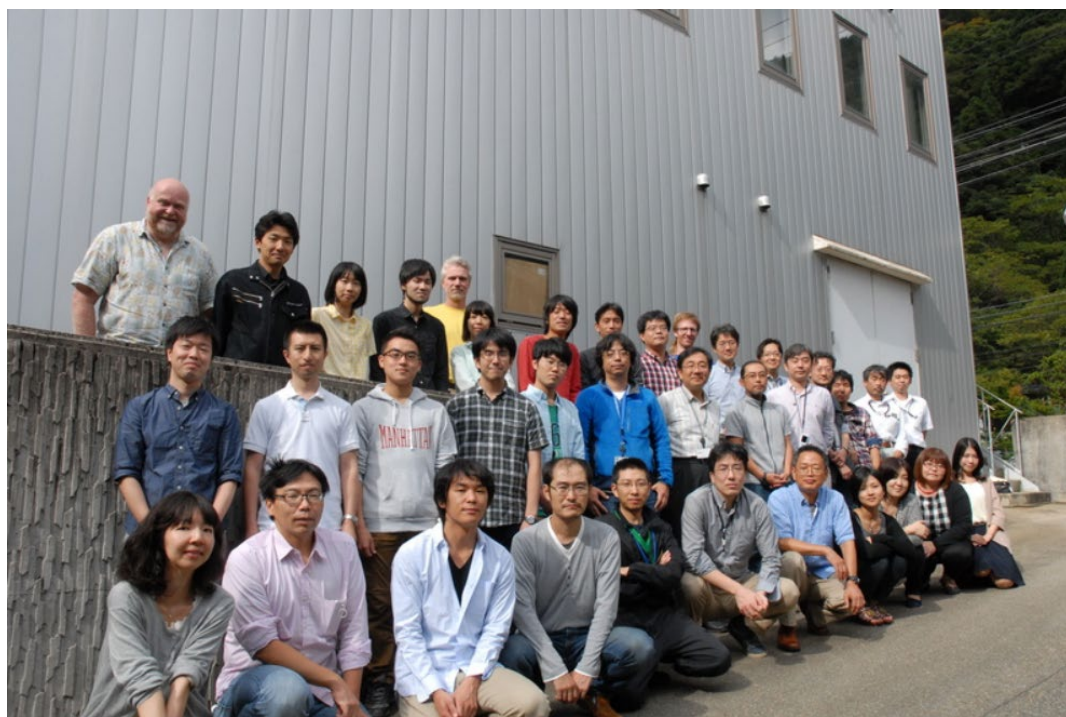


奥村

大学院生の状況

- 現在11名の大学院生
 - 修士課程6人、博士課程5人
- 共同利用の国内外大学の大学院生も多数

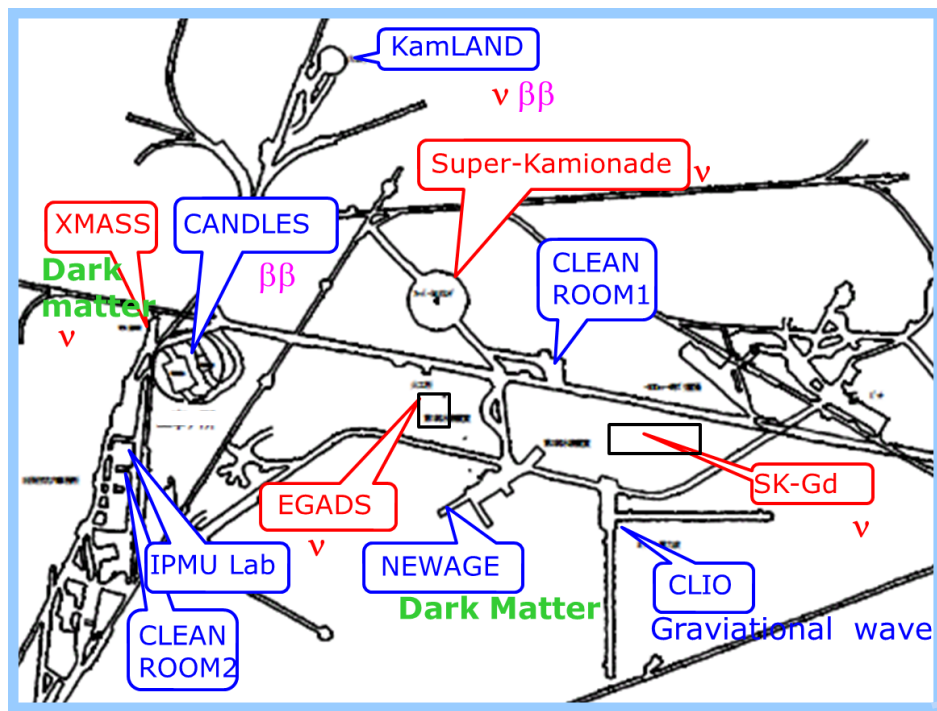
神岡研究棟にいる人たち(例)



- 修士は柏が本拠地で神岡に「通う」
- 修士で就活する人は半数位
- 博士に進学すると
 - 中畑、塩澤、森山、早戸、関谷、中山研
 - 神岡に常駐して研究を進める
 - 梶田、奥村研
 - 柏を本拠に研究を進める

神岡宇宙素粒子研究施設

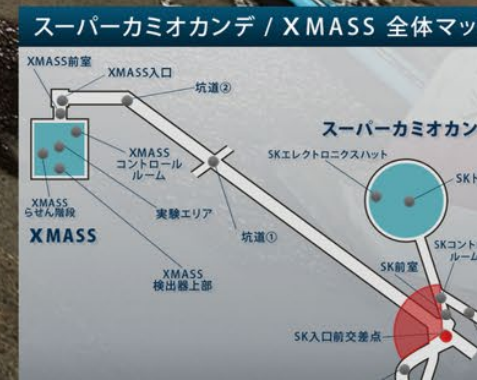
● 秘密基地の地図





VR

<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/panorama/SKXMASS/>



神岡宇宙素粒子研究施設の地上設備

国道41号



研究棟

計算機棟



宿泊棟

シングル 17室
和室大部屋 1室
食堂



大学院生室(個人のブース)は柏と神岡の両方にあります。



今日はオムライ

【2020(令和2)年6月 献立表】

※都合により予定無く変更する場合があります。

日	曜日	朝食	昼食	夕食
1	月		カレーライス 切干大根の煮物 春雨サラダ	天ぷら ふんわり卵 青菜のおひたし
2	火	○	三色丼 厚揚げのうま辛煮 コーンとツナのサラダ	鶏の唐揚げ じゃがいもときつぽ揚げの煮物 わかめときゅうりの酢の物
3	水	○	鶏肉のクリーム煮 青菜とわかめの和え物 三色キンピラ	ハンバーグ 一口ガンモの含め煮 小松菜とちくわの卵炒め
4	木	○	魚のフライ ポテトサラダ 厚揚げときのこの七味煮	春巻き 肉じゃが カニ風味の酢の物
5	金	○	朴葉味噌の牛肉炒め インゲンとじゃがいもの煮物 スパゲッティサラダ	トンカツ もやしとハムの中巻風 大根と揚げのけんちん煮
6	土	○	オムライス 煮炊 切干大根のハリハリ	ちくわのいそべ揚げ 肉団子の甘酢 青菜のゴマ和え

新研究棟 2020年度中完成予定



新研究棟

鋭意建設中



世界最先端の素粒子実験・宇宙物理学・天文学研究と若手研究者育成を行う、世界に類を見ない国際研究拠点の実現

＜建物規模：R4、3、133㎡＞

4階 (自己整備エリア) R階

403㎡ 8m

仮眠室 仮眠室 テラス

研究室

増加する共同研究にも対応



オープンラボとコワーキングラウンジ

ガラス壁と吹き抜けを用いたオープンラボを実現し、複数階をまたぐ研究スペースを一体化し、研究者間の議論を促進・効率化する。

渡り廊下

3階

819㎡ TV会議室 実験室

会議室 コワーキング 研究室

2階

823㎡ 研究室 研究室

研究室 渡り廊下 研究室

1階

821㎡ 電気室 実験室

展示スペース 大ホール

B1階

259㎡

計算機室

大ホール

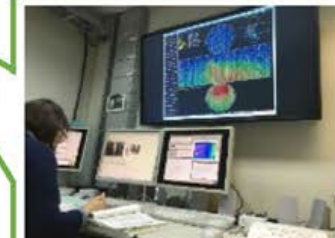
渡り廊下

渡り廊下

渡り廊下

渡り廊下

渡り廊下



24時間の観測体制を支える研究環境

SK、KAGRAとも24時間連続して観測が続くため、観測シフト者用の仮眠室を自己整備にて確保する。

24時間実験体制整備と世界トップレベルの研究者交流・頭脳循環の促進

渡り廊下

既存の研究棟と渡り廊下を通じて接続させ、研究者間の交流を深める。

実験室

坑内だけでなく、坑外でも研究を加速する。研究者による独自装置の組み立てスペースとしても活用。



展示スペース

玄関近くに展示スペースを設置。一般見学者に研究の現況を実感してもらうなど、国や地域から求められているアウトリーチ活動を活性化させる。



大ホール

一般見学者・中高生向けセミナー等の国や地域から求められているアウトリーチ活動を活性化させ、研究グループ内でのミーティング、TV会議などを通じた国内外への発信など、国際拠点としての機能を強化する。

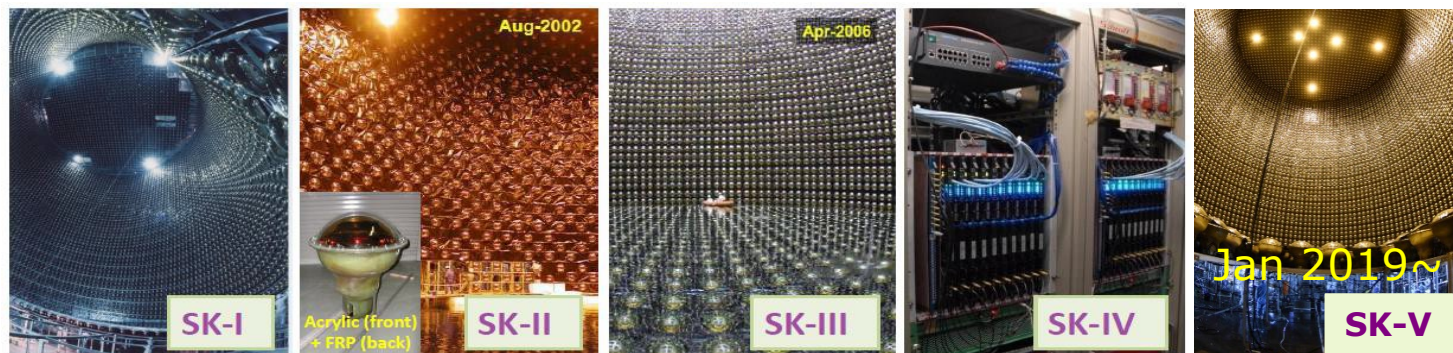


Super-Kamiokande

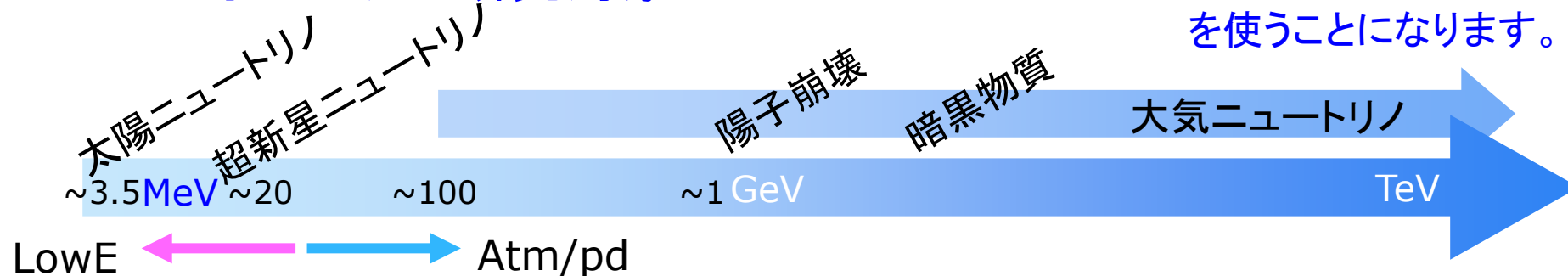
- 基幹プロジェクト

- 水をためて、光センサーで見ているだけなのに信じられないほど、重要で、数多くの物理を研究できる奇跡の検出器、しかも20年以上たった今でも常に進化している。

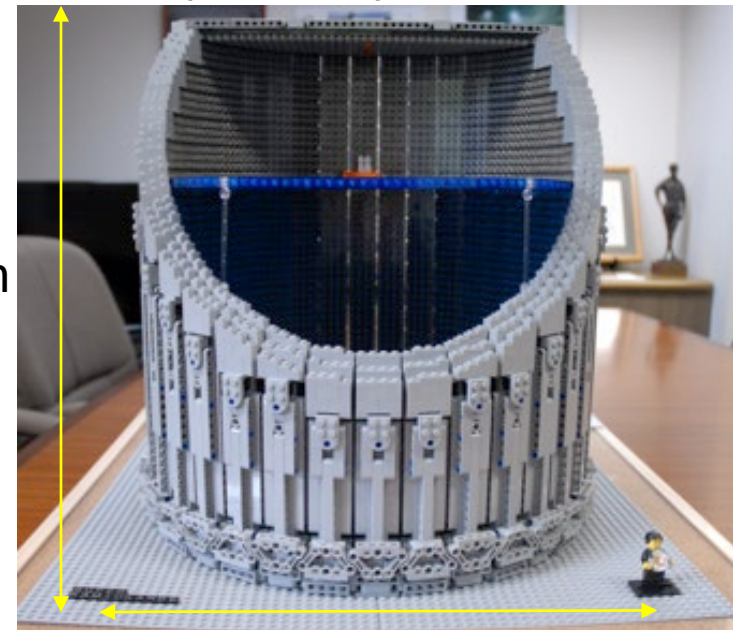
41.4m



スーパーカミオカンデの研究対象



東大レゴ部の作品



40m

この6月末からSK-Gdへ
来年のM1はSK-Gdの最初のデータ
を使うことになります。

The Super-Kamiokande Collaboration

～180名の研究者
日本人：～80人、外国人：～100人)
45研究機関 10ヶ国



毎週のTV会議と年2回のface-to-faceの全体会議
神岡での実験シフト：1日あたり4人(+backup)(一人当たり、年間2週間程度)
研究分野を代表する実験装置が身近にあり、そこに世界の研究者が集まる。
M1から国際的な一人研究者！

The Super-Kamiokande Collaboration



SKの論文について

- 実験開始から25年経過してなお、年間約5編の一線級論文がpublishされている！
- 解析を主導した学生が博士論文と合わせて書くことが多い。ちゃんと1stになれる！

PHYSICAL REVIEW D **101**, 052011 (2020)

Search for proton decay into three charged leptons in 0.37 megaton-years exposure of the Super-Kamiokande

M. Tanaka^{1,3}, K. Abe^{1,42}, C. Bronner¹, Y. Hayato^{1,42}, M. Ikeda¹, S. Imaizumi¹, H. Ito¹, J. Kameda^{1,42}, Y. Kataoka¹, Y. Kato¹, Y. Kishimoto^{1,42}, L. Li¹, M. Miura^{1,42}, S. Moriyama^{1,42}, T. Mochizuki¹, M. Nakahata^{1,42}, Y. Nakajima^{1,42}, S. Nakayama^{1,42}, T. Okada¹, K. Okamoto¹, A. Orii¹, G. Pronost¹, H. Sekiya^{1,42}, M. Shiozawa^{1,42}, Y. Sonoda¹, A. Takeda^{1,42}, A. Takenaka¹, H. Tanaka¹, T. Yano¹, R. Akutsu¹, T. Kajita^{2,42}, K. Okumura^{2,42}, R. Wang², J. Xia², D. Bravo-Berguño³, L. Labarga³, P. Fernandez³, F. d. M. L. Raaf⁴, J. L. Stone^{4,42}, T. Wester⁴, J. Bian⁴, N. J. Griskevich⁵, W. R. Kropp⁵, S. N. J. Kim⁵, I. T. Lim⁵, R. G. Park⁵, M. Gonin⁵, Th. A. Mueller⁵, P. R. P. Litchfield¹⁴, A. A. Sztuc¹⁴, G. Collazuol¹⁷, F. Jacob¹⁷, L. Lude¹⁷, T. Nakadaira²¹, K. Nakamura^{21,42}, H. Miyabe²², Y. Nakano²², T. Shiohara²², M. Jiang²³, T. Kikawa²³, M. N. McCauley²³, P. Mehta²⁴, A. Pritchard²⁴, P. Mijakowski²⁴, K. Frankiewicz²⁴, K. Hagiwara²⁴, T. Horai²⁴, H. Ishino²⁴, L. Cook^{32,42}, C. Simpson^{32,42}, S. Zsoldos¹⁹, S. B. Kim³⁴, J. Y. Kuno³¹, L. Cook^{32,42}, C. Simpson^{32,42}, M. Koshiba⁴⁰, M. Yokoyama^{41,42}, T. Yoshida⁴³, M. Ishitsuka⁴⁴, R. N. Hartz⁴⁶, A. Konaka⁴⁶, P. de Perio⁴⁶

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL LETTERS, 887:L6 (7pp), 2019 December 10
© 2019. The American Astronomical Society. All rights reserved.

<https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab5863>



Search for Astronomical Neutrinos from Blazar TXS 0506+056 in Super-Kamiokande

K. Hagiwara¹, K. Abe^{2,3}, C. Bronner³, Y. Hayato^{2,3}, M. Ikeda², H. Ito², J. Kameda^{2,3}, Y. Kataoka², Y. Kato², Y. Kishimoto^{2,3}, L. Li², M. Miura^{2,3}, S. Moriyama^{2,3}, T. Mochizuki², M. Nakahata^{2,3}, Y. Nakajima^{2,3}, S. Nakayama^{2,3}, T. Okada², K. Okamoto², A. Orii², G. Pronost², H. Sekiya^{2,3}, M. Shiozawa^{2,3}, Y. Sonoda², A. Takeda^{2,3}, A. Takenaka², H. Tanaka², T. Yano², R. Akutsu², T. Kajita^{3,4}, K. Okumura^{3,4}, R. Wang⁴, J. Xia⁴, D. Bravo-Berguño⁵, L. Labarga⁵, P. Fernandez⁵, F. D. M. Blaszczyk⁶, E. Kearns⁶, J. L. Raaf⁶, J. L. Stone⁶, L. Wan⁶, T. Wester⁶, J. Bian⁶, N. J. Griskevich^{8,50}, W. R. Kropp⁷, S. Locke⁷, S. Mine⁷, M. B. Smy⁷, H. W. Sobel⁷, V. Takhistov^{7,49}, P. Weatherly⁷, K. S. Ganezer^{8,50}, J. Hill⁸, J. Y. Kim⁸, I. T. Lim⁸, R. G. Park⁸, B. Bodur⁸, K. Scholberg^{9,10}, C. W. Walter^{9,10}, A. Coffani¹¹, O. Drapier¹¹, M. Gonin¹¹, Th. A. Mueller¹¹, P. Paganini¹¹, T. Ishizuka¹², T. Nakamura¹³, J. S. Jang¹⁴, J. G. Learned¹⁵, S. Matsuno¹⁵, R. P. Litchfield¹⁶, A. A. Sztuc¹⁶, Y. Uchida¹⁶, V. Berardi¹⁷, N. F. Calabria¹⁷, M. G. Catanesi¹⁷, E. Radicioni¹⁷, G. De Rosa¹⁸, G. Collazuol¹⁹, F. Jacob¹⁹, L. Ludovici²⁰, Y. Nishimura²¹, S. Cao²², M. Friend²², T. Hasegawa²², T. Ishida²², T. Kobayashi²², T. Nakadaira²², K. Nakamura²², Y. Oyama²², K. Sakashita²², T. Sekiguchi²², T. Tsukamoto²², M. Hasegawa²², Y. Isobe²², H. Miyabe²², Y. Nakano²², T. Shiozawa²², T. Sugimoto²², A. T. Suzuki²³, Y. Takeuchi^{23,24}, A. Ali²⁴, Y. Ashida²⁴, S. Hirota²⁴, M. Jiang²⁴, T. Kikawa²⁴, M. Mori²⁴, K. Nakamura²⁴, T. Nakaya²⁴, R. A. Wendell^{24,25}, L. H. V. Anthony²⁵, N. McCauley²⁵, A. Pritchard²⁵, K. M. Tsui²⁵, Y. Fukuda²⁶, Y. Ito^{27,28}, T. Niwa²⁷, M. Taani²⁷, M. Tsukada²⁷, P. Mijakowski²⁷, K. Frankiewicz²⁷, C. K. Jung²⁸, C. Vilela³⁰, M. J. Wilking³⁰, C. Yanagisawa^{30,51}, D. Fukuda³¹, M. Harada³¹, T. Horai³¹, H. Ishino³¹, S. Ito³¹, Y. Koshio³¹, M. Sakuda³¹, Y. Takahira³¹, C. Xu³¹, Y. Kuno³¹, L. Cook^{32,33}, C. Simpson^{32,33}, D. Wark^{32,33}, F. Di Lodovico³⁴, S. Molina Sedgewick^{34,52}, B. Richards^{34,52}, S. Zsoldos^{34,52}, S. B. Kim³⁵, M. Thiesse³⁶, L. Thompson³⁶, H. Okazawa³⁷, Y. Choi³⁸, K. Nishijima³⁹, M. Koshiba⁴⁰, M. Yokoyama⁴¹, A. Goldsack⁴², K. Martens⁴², B. Quilain⁴³, Y. Suzuki⁴³, M. R. Vagins⁴³, M. Kuze⁴², M. Tanaka⁴², T. Yoshida⁴², M. Ishitsuka⁴³, R. Matsumoto⁴³, K. Ohta⁴³, J. F. Martin⁴⁴, C. M. Nantais⁴⁴, H. A. Tanaka⁴⁴, T. Towstego⁴⁴, M. Hartz⁴⁵, A. Konaka⁴⁵, P. de Perio⁴⁶, S. Chen⁴⁶, B. Jamieson⁴⁷, J. Walker⁴⁷, A. Minamino⁴⁸, K. Okamoto⁴⁸, and G. Pintaudi⁴⁸

The Super-Kamiokande Collaboration

PHYSICAL REVIEW D **99**, 032005 (2019)

Measurement of the neutrino-oxygen neutral-current quasielastic cross section using atmospheric neutrinos at Super-Kamiokande

L. Wan¹, K. Abe^{1,42}, C. Bronner¹, Y. Hayato^{1,42}, M. Ikeda¹, K. Iyogi¹, J. Kameda^{1,42}, Y. Kato¹, Y. Kishimoto^{1,42}, L. Li¹, M. Miura^{1,42}, S. Moriyama^{1,42}, T. Mochizuki¹, M. Nakahata^{1,42}, Y. Nakajima^{1,42}, Y. Nakano¹, S. Nakayama^{1,42}, T. Okada¹, K. Okamoto¹, A. Orii¹, G. Pronost¹, H. Sekiya^{1,42}, M. Shiozawa^{1,42}, Y. Sonoda¹, A. Takeda^{1,42}, A. Takenaka¹, H. Tanaka¹, R. Wang², J. Xia², L. Labarga³, P. Fernandez³, F. D. M. Blaszczyk⁶, E. Kearns⁶, J. L. Raaf⁶, J. L. Stone⁶, L. Wan⁶, T. Wester⁶, S. Sussman⁶, S. Berkman⁶, J. Bian⁶, N. J. Griskevich⁸, W. R. Kropp⁸, S. Locke⁸, S. Mine⁸, M. B. Smy⁸, H. W. Sobel^{8,42}, V. Takhistov^{8,51}, P. Weatherly⁸, K. S. Ganezer^{9,52}, J. Hill⁹, J. Y. Kim⁹, I. T. Lim⁹, R. G. Park⁹, B. Bodur⁹, K. Scholberg^{10,11}, C. W. Walter^{10,11}, A. Coffani¹², O. Drapier¹², M. Gonin¹², J. Imber¹², Th. A. Mueller¹², P. Paganini¹², T. Ishizuka¹³, T. Nakamura¹⁴, J. S. Jang¹⁵, K. Choi¹⁶, J. G. Learned¹⁶, S. Matsuno¹⁶, R. P. Litchfield¹⁷, A. A. Sztuc¹⁷, Y. Uchida¹⁷, M. O. Wascko¹⁷, V. Berardi¹⁸, N. F. Calabria¹⁸, M. G. Catanesi¹⁸, R. A. Intonti¹⁸, E. Radicioni¹⁸, G. De Rosa¹⁹, G. Collazuol²⁰, F. Jacob²⁰, L. Ludovici²¹, Y. Nishimura²², S. Cao²³, M. Friend²³, T. Hasegawa²³, T. Ishida²³, T. Kobayashi²³, T. Nakadaira²³, K. Nakamura²³, Y. Oyama²³, K. Sakashita²³, T. Sekiguchi²³, T. Tsukamoto²³, KE. Abe²⁴, M. Hasegawa²⁴, Y. Isobe²⁴, H. Miyabe²⁴, Y. Nakano²⁴, T. Shiozawa²⁴, T. Sugimoto²⁴, A. T. Suzuki²⁴, Y. Takeuchi^{24,25}, A. Ali²⁵, Y. Ashida²⁵, T. Hayashino²⁵, S. Hirota²⁵, M. Jiang²⁵, T. Kikawa²⁵, M. Mori²⁵, KE. Nakamura²⁵, T. Nakaya²⁵, R. A. Wendell^{25,26}, L. H. V. Anthony²⁶, N. McCauley²⁶, A. Pritchard²⁶, K. M. Tsui²⁶, Y. Fukuda²⁷, Y. Ito^{28,29}, M. Murase²⁸, T. Niwa²⁸, M. Taani^{28,53}, M. Tsukada²⁸, P. Mijakowski²⁸, K. Frankiewicz²⁸, C. K. Jung³¹, X. Li³¹, J. L. Palomino³¹, G. Santucci³¹, C. Vilela³¹, M. J. Wilking³¹, C. Yanagisawa^{31,54}, D. Fukuda³², M. Harada³², K. Hagiwara³², T. Horai³², H. Ishino³², S. Ito³², Y. Koshio³², M. Sakuda³², Y. Takahira³², C. Xu³², Y. Kuno³², L. Cook³², D. Wark³², F. Di Lodovico³⁵, S. Molina Sedgewick^{35,55}, B. Richards^{35,55}, S. Zsoldos^{35,55}, S. B. Kim³⁶, R. Tacik^{37,38}, M. Thiesse³⁹, L. Thompson³⁹, H. Okazawa⁴⁰, Y. Choi⁴¹, K. Nishijima⁴², M. Koshiba⁴³, M. Yokoyama⁴⁴, A. Goldsack⁴², K. Martens⁴², M. Murdoch⁴², B. Quilain⁴³, Y. Suzuki⁴³, M. R. Vagins⁴³, M. Kuze⁴², Y. Okajima⁴⁵, M. Tanaka⁴⁵, T. Yoshida⁴⁵, M. Ishitsuka⁴⁶, R. Matsumoto⁴⁶, K. Ohta⁴⁶, J. F. Martin⁴⁷, C. M. Nantais⁴⁷, H. A. Tanaka⁴⁷, T. Towstego⁴⁷, M. Hartz⁴⁸, A. Konaka⁴⁸, P. de Perio⁴⁸, S. Chen⁴⁹, B. Jamieson⁴⁹, J. Walker⁴⁹, K. Okamoto⁴⁹, and G. Pintaudi⁴⁹

THE ASTROPHYSICAL JOURNAL, 885:133 (14pp), 2019 November 10

© 2019. The American Astronomical Society. All rights reserved.

<https://doi.org/10.3847/1538-4357/ab4883>



Sensitivity of Super-Kamiokande with Gadolinium to Low Energy Antineutrinos from Pre-supernova Emission

C. Simpson^{1,2}, K. Abe^{2,3}, C. Bronner³, Y. Hayato^{2,3}, M. Ikeda², H. Ito², K. Iyogi², J. Kameda^{2,3}, Y. Kataoka², Y. Kato², Y. Kishimoto^{2,3}, L. Li², M. Miura^{2,3}, S. Moriyama^{2,3}, T. Mochizuki², M. Nakahata^{2,3}, Y. Nakajima^{2,3}, S. Nakayama^{2,3}, T. Okada², K. Okamoto², A. Orii², G. Pronost², H. Sekiya^{2,3}, M. Shiozawa^{2,3}, Y. Sonoda², A. Takeda^{2,3}, A. Takenaka², H. Tanaka², T. Yano², R. Akutsu², T. Kajita^{3,4}, K. Okumura^{3,4}, R. Wang⁴, J. Xia⁴, D. Bravo-Berguño⁵, L. Labarga⁵, P. Fernandez⁵, F. D. M. Blaszczyk⁶, E. Kearns⁶, J. L. Raaf⁶, J. L. Stone⁶, L. Wan⁶, T. Wester⁶, S. Sussman⁶, S. Berkman⁶, J. Bian⁶, N. J. Griskevich⁸, W. R. Kropp⁸, S. Locke⁸, S. Mine⁸, M. B. Smy⁸, H. W. Sobel^{8,42}, V. Takhistov^{8,51}, P. Weatherly⁸, K. S. Ganezer^{9,52}, J. Hill⁹, J. Y. Kim⁹, I. T. Lim⁹, R. G. Park⁹, B. Bodur⁹, K. Scholberg^{10,11}, C. W. Walter^{10,11}, A. Coffani¹², O. Drapier¹², M. Gonin¹², J. Imber¹², Th. A. Mueller¹², P. Paganini¹², T. Ishizuka¹³, T. Nakamura¹⁴, J. S. Jang¹⁵, K. Choi¹⁶, J. G. Learned¹⁶, S. Matsuno¹⁶, R. P. Litchfield¹⁷, A. A. Sztuc¹⁷, Y. Uchida¹⁷, M. O. Wascko¹⁷, V. Berardi¹⁸, N. F. Calabria¹⁸, M. G. Catanesi¹⁸, R. A. Intonti¹⁸, E. Radicioni¹⁸, G. De Rosa¹⁹, G. Collazuol²⁰, F. Jacob²⁰, L. Ludovici²¹, Y. Nishimura²², S. Cao²³, M. Friend²³, T. Hasegawa²³, T. Ishida²³, T. Kobayashi²³, T. Nakadaira²³, K. Nakamura²³, Y. Oyama²³, K. Sakashita²³, T. Sekiguchi²³, T. Tsukamoto²³, KE. Abe²⁴, M. Hasegawa²⁴, Y. Isobe²⁴, H. Miyabe²⁴, Y. Nakano²⁴, T. Shiozawa²⁴, T. Sugimoto²⁴, A. T. Suzuki²⁴, Y. Takeuchi^{24,25}, A. Ali²⁵, Y. Ashida²⁵, T. Hayashino²⁵, S. Hirota²⁵, M. Jiang²⁵, T. Kikawa²⁵, M. Mori²⁵, KE. Nakamura²⁵, T. Nakaya²⁵, R. A. Wendell^{25,26}, L. H. V. Anthony²⁶, N. McCauley²⁶, A. Pritchard²⁶, K. M. Tsui²⁶, Y. Fukuda²⁷, Y. Ito^{28,29}, M. Murase²⁸, T. Niwa²⁸, M. Taani^{28,53}, M. Tsukada²⁸, P. Mijakowski²⁸, K. Frankiewicz²⁸, C. K. Jung³¹, X. Li³¹, J. L. Palomino³¹, G. Santucci³¹, C. Vilela³¹, M. J. Wilking³¹, C. Yanagisawa^{31,54}, D. Fukuda³², M. Harada³², K. Hagiwara³², T. Horai³², H. Ishino³², S. Ito³², Y. Koshio³², M. Sakuda³², Y. Takahira³², C. Xu³², Y. Kuno³², L. Cook³², D. Wark³², F. Di Lodovico³⁵, S. Molina Sedgewick^{35,55}, B. Richards^{35,55}, S. Zsoldos^{35,55}, S. B. Kim³⁶, R. Tacik^{37,38}, M. Thiesse³⁹, L. Thompson³⁹, H. Okazawa⁴⁰, Y. Choi⁴¹, K. Nishijima⁴², M. Koshiba⁴³, M. Yokoyama⁴⁴, A. Goldsack⁴², K. Martens⁴², M. Murdoch⁴², B. Quilain⁴³, Y. Suzuki⁴³, M. R. Vagins⁴³, M. Kuze⁴², Y. Okajima⁴⁵, M. Tanaka⁴⁵, T. Yoshida⁴⁵, M. Ishitsuka⁴⁶, R. Matsumoto⁴⁶, K. Ohta⁴⁶, J. F. Martin⁴⁷, C. M. Nantais⁴⁷, H. A. Tanaka⁴⁷, T. Towstego⁴⁷, M. Hartz⁴⁸, A. Konaka⁴⁸, P. de Perio⁴⁸, S. Chen⁴⁹, B. Jamieson⁴⁹, J. Walker⁴⁹, K. Okamoto⁴⁹, and G. Pintaudi⁴⁹

The Super-Kamiokande Collaboration

ここ1年の学生主導の論文

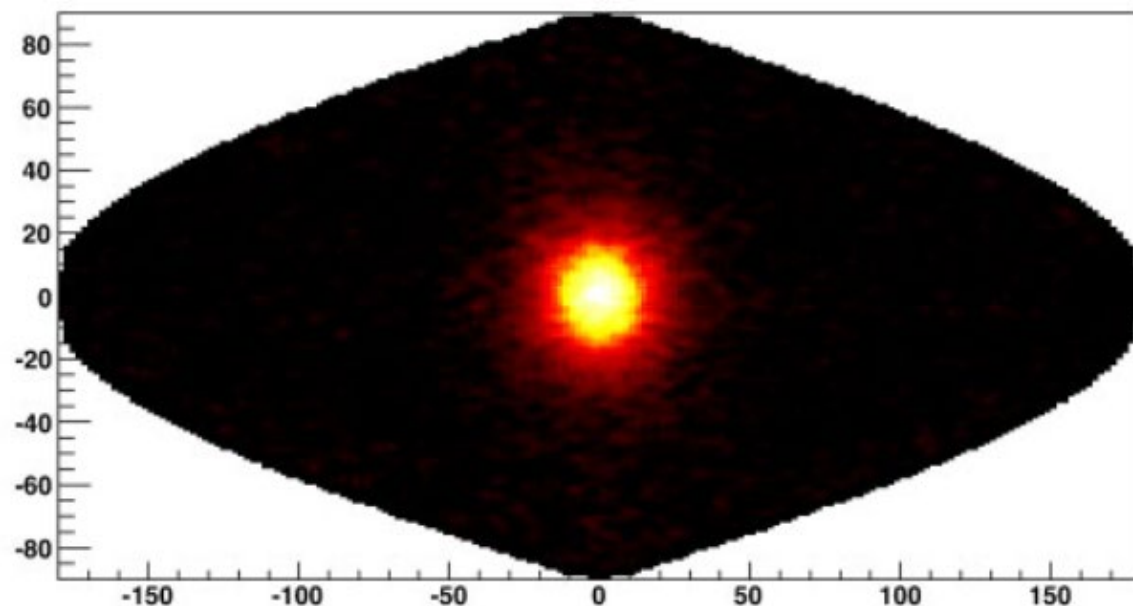
数年後、ここに皆さんの名前も

SK LowE ニュートリノ(素粒子)+天文学(宇宙)

● 太陽ニュートリノ

- 我々が使える最も強度の強いニュートリノ源
 - 地球の位置でも約660億個/cm²/s
- ニュートリノ振動研究のきっかけ

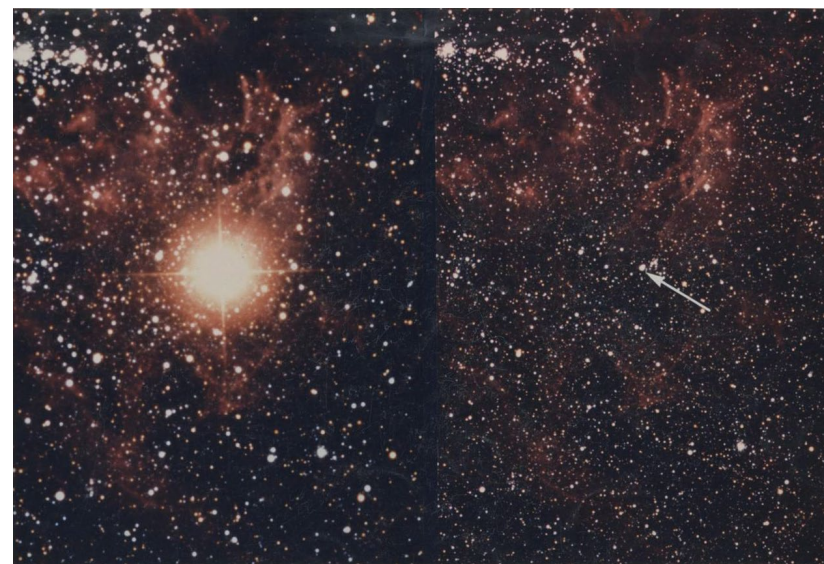
SKでとらえた⁸Bニュートリノによる太陽内部写真



- 依然として数多くの謎(研究対象)がある

● 超新星ニュートリノ

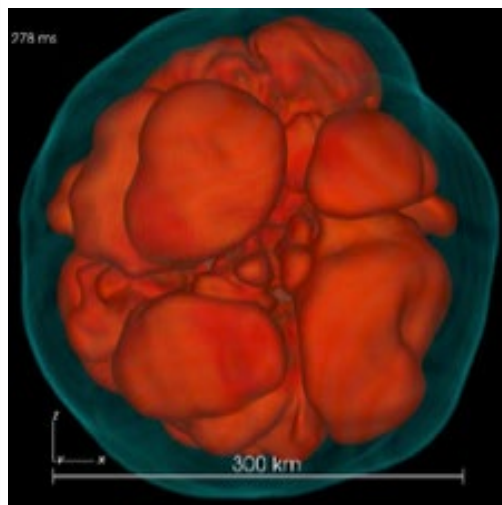
- 1987年に13秒間でKamiokandeが11現象、IMBが8現象捉えたのみ。
- 19現象では爆発の詳細なメカニズムがわからなかった。
- 我々を構成する元素の起源を探る



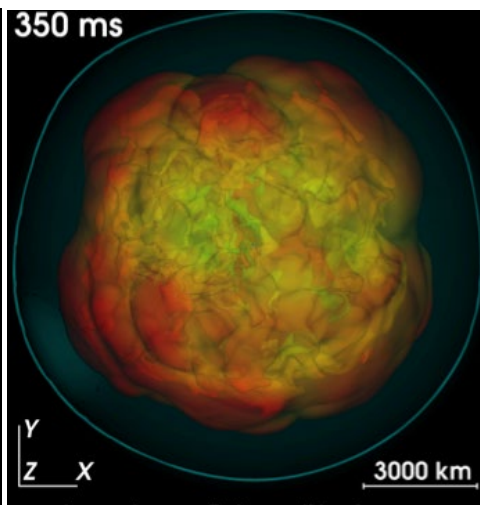
1987a

爆発はニュートリノが引き起こす

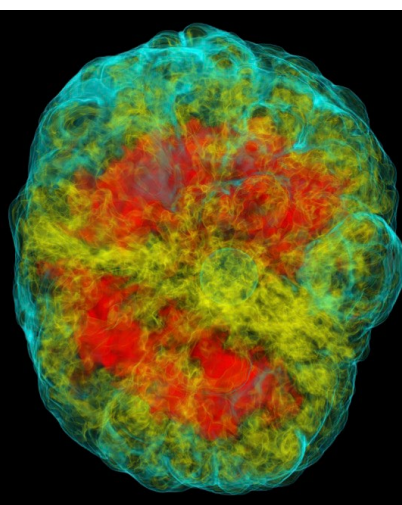
- 爆発のシミュレーション→ニュートリノによるエネルギー輸送



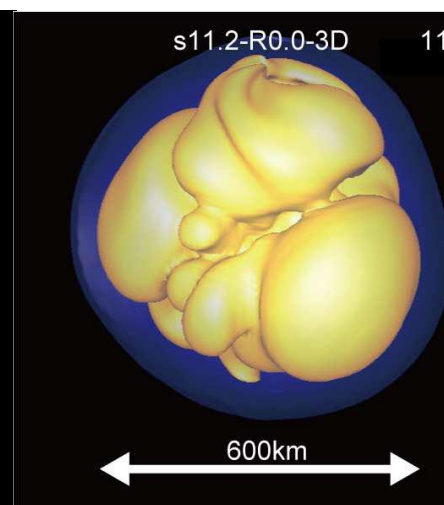
Hanke+'13



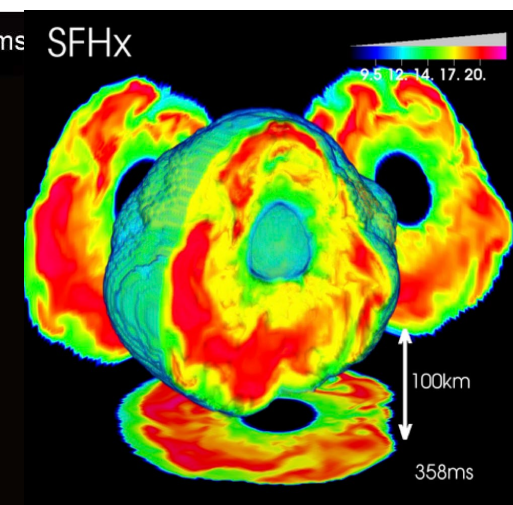
Melson+'15



Roberts+'16



Takiwaki+'16

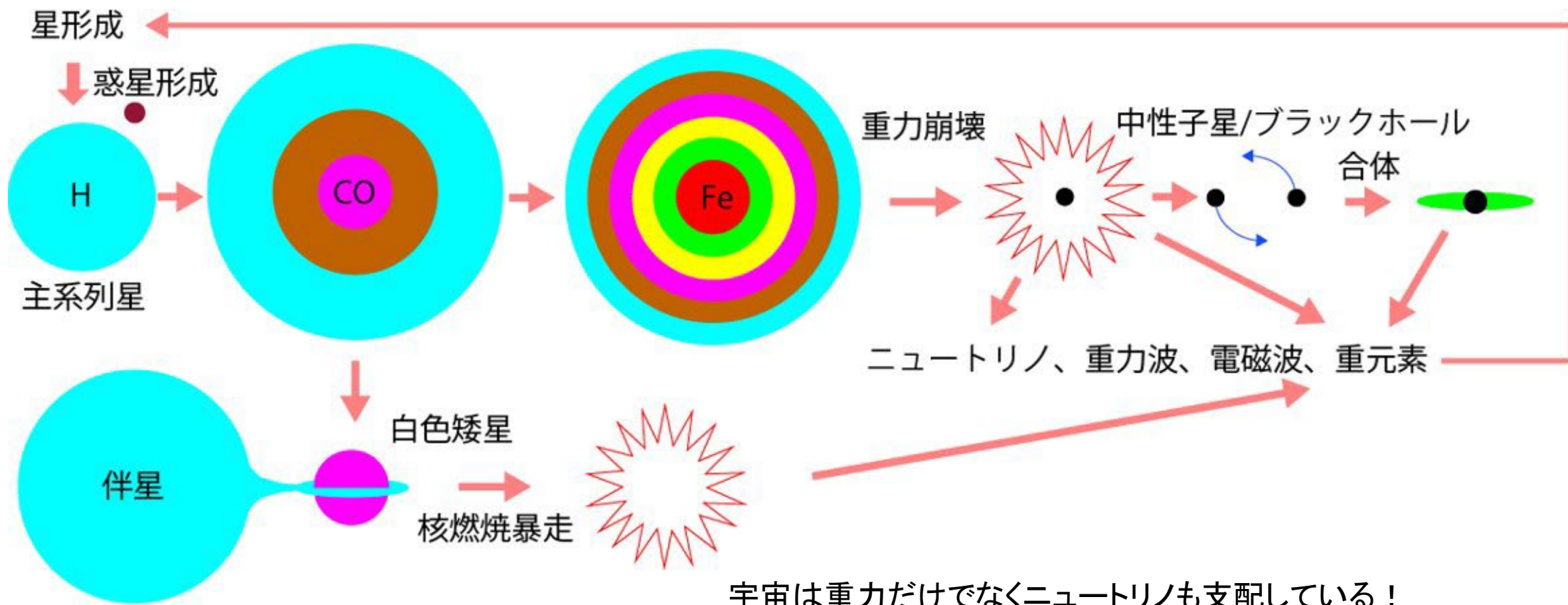


Kuroda+'16

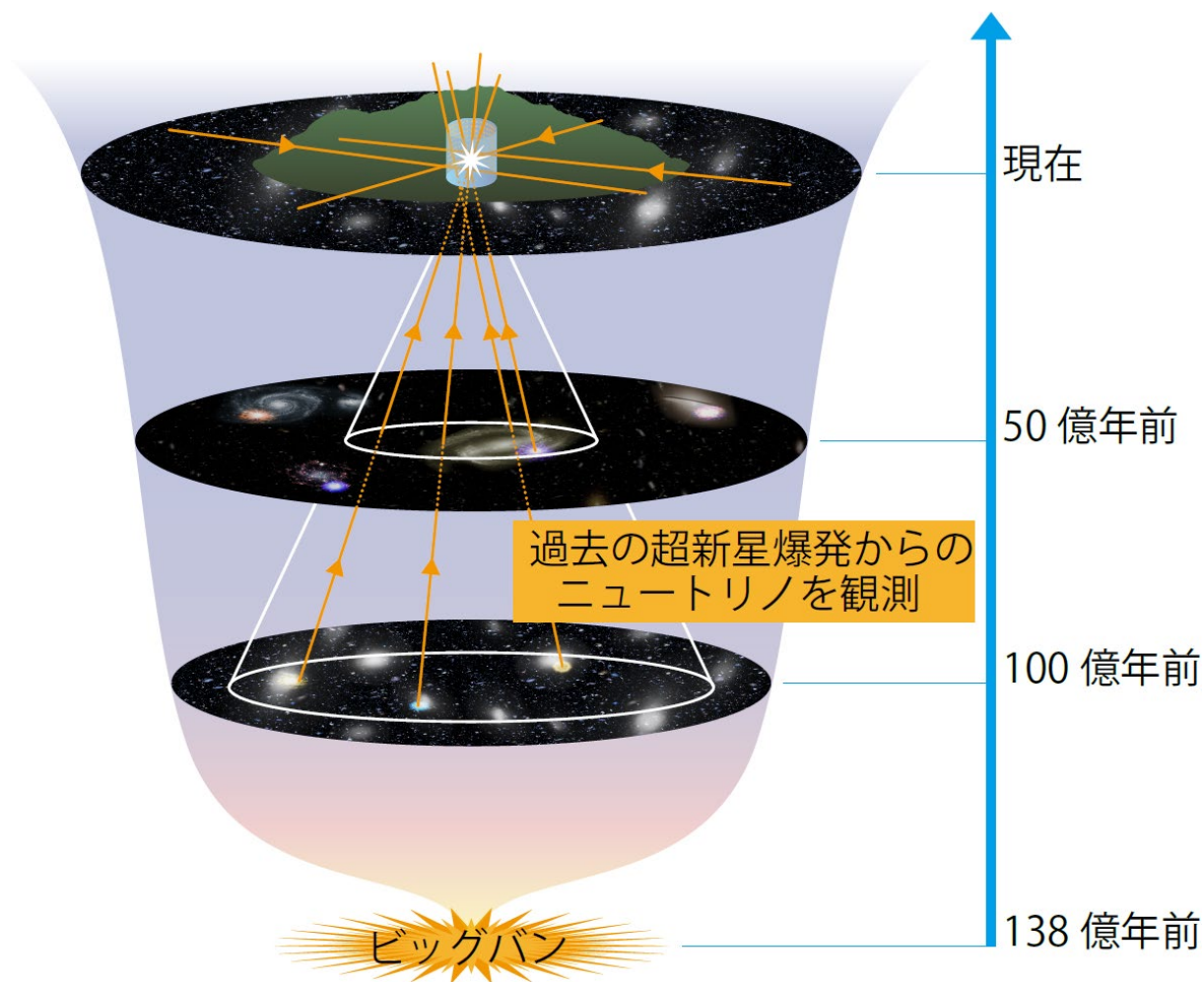
- モデルを作るには1987Aのデータはものすごく重要。最近ようやく爆発できるようになった。ニュートリノによる衝撃波の再加熱が爆発を引き起こす！
- とにかくデータが必要 エネルギーや時間の情報が要る。

ブラックホールや中性子星連星だってもとは超新星

- とにかく超新星爆発が先に起きないと始まらない！
 - 超新星爆発の歴史を調べる重要性



待つだけでなく、超新星背景ニュートリノを捕まえにいく



- 宇宙には 10^{22-23} 個の恒星 ($\sim 10^{11}$ 個の銀河 $\sim 10^{11-12}$ 恒星/銀河)
- 現時点では宇宙の開闢からの 10^{17} 個の超新星爆発からのニュートリノを受けていることになる。
- それにともなって放出されたニュートリノが宇宙に満ちている。
- 確実に「ここ」にある。
- 超新星背景ニュートリノを観測すれば宇宙の初めからの重元素合成の歴史を探ることが出来る！

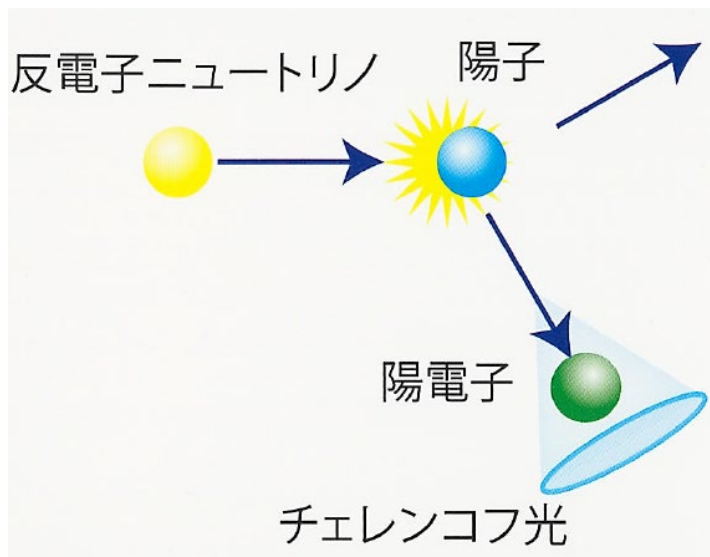
スーパーカミオカンデガドリニウムプロジェクト

スーパーカミオカンデの大幅アップグレード
ガドリニウムを導入!

電子ニュートリノと反電子ニュートリノを区別可能に!
超新星ニュートリノへの感度を高める改造計画!

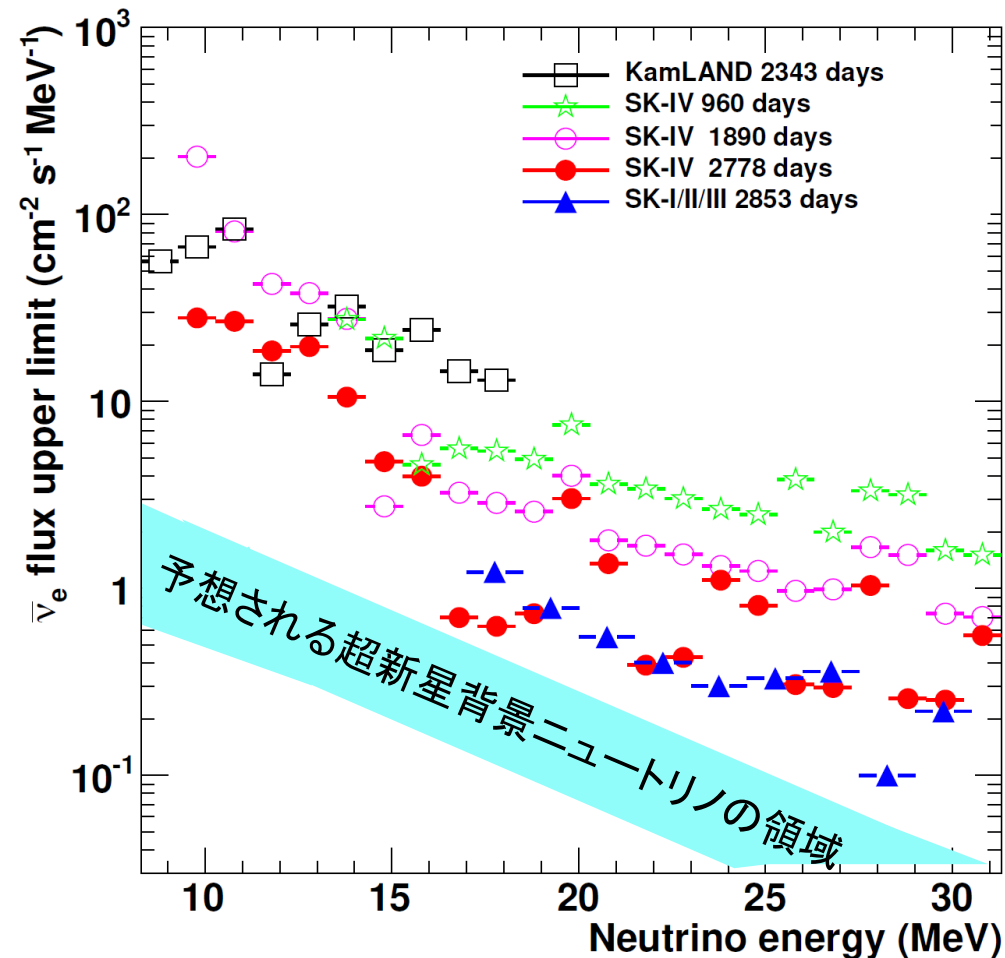
現状は

- もともとSKが一番得意なのは反電子ニュートリノなのだけど電子ニュートリノと区別がつかない



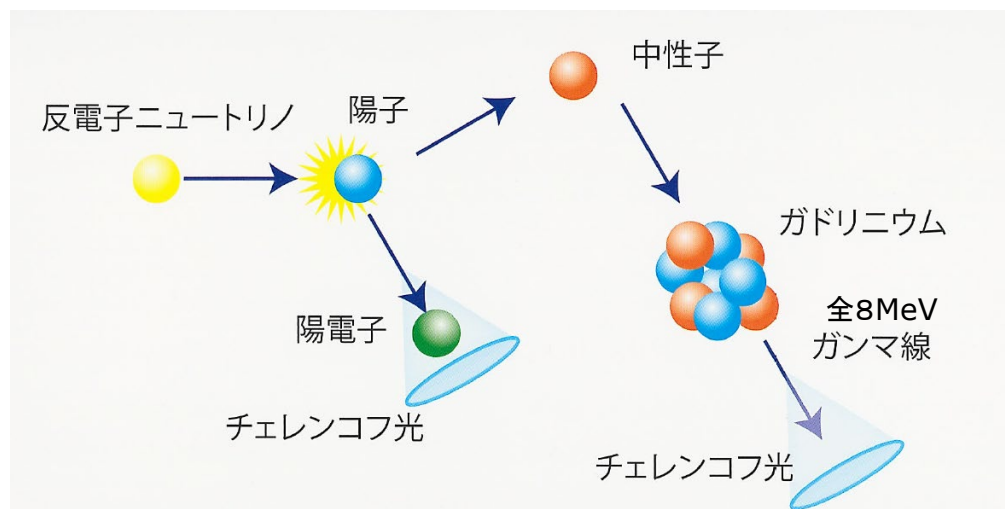
• いまのSuper-Kの限界

- 世界で一番感度があるのは確かだが、大気ニュートリノやほかの反応によるバックグラウンドに埋もれている



どうするか: SK-Gd project

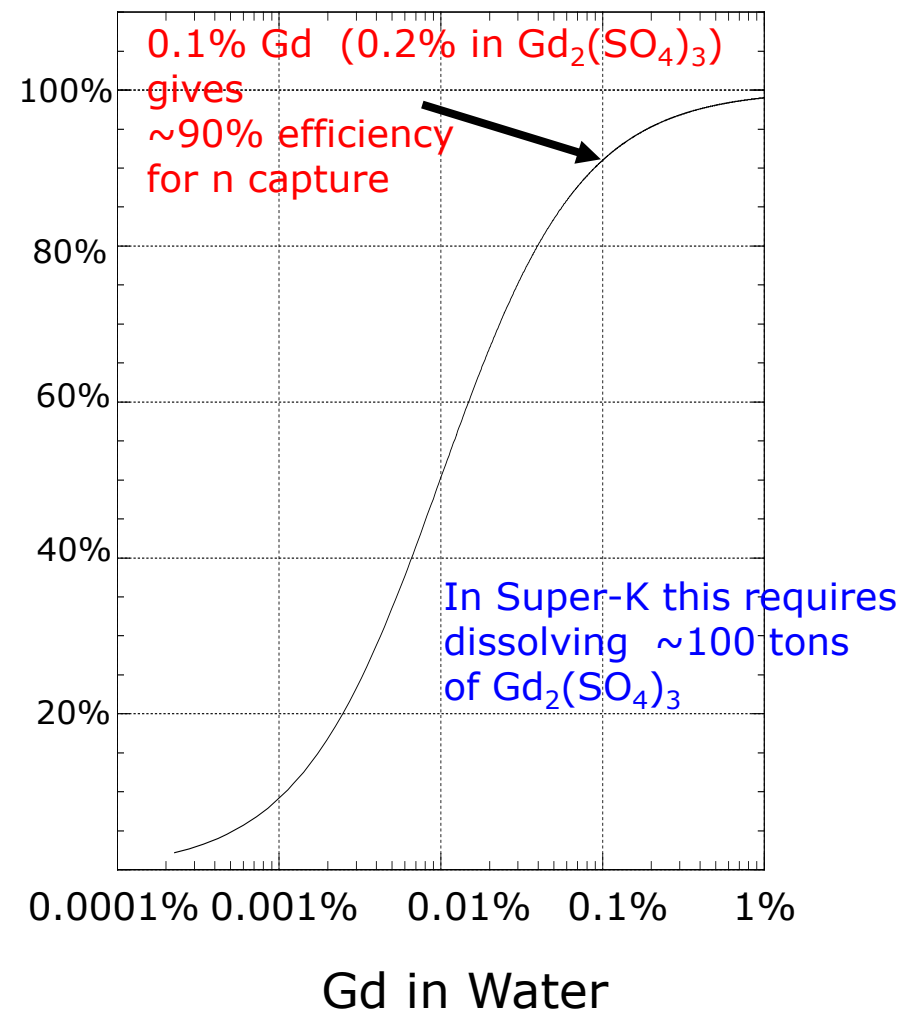
- $\bar{\nu}_e$ の判別するため、ガドリニウムを溶かす。
- Gdの熱中性子に対する断面積は48.89kb
- 中性子吸収後、全8MeVのガンマ線をだす。
- 種々の研究により0.2% $\text{Gd}_2(\text{SO}_4)_3$ を溶かす
- 超新星背景ニュートリノだけでなく、そのほかの物理にも！



水チェレンコフ検出器の性能を飛躍的に高めることになる

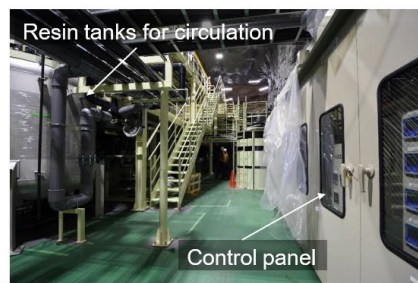
Beacom and Vagins PRL93,171101 (2004)

Captures on Gd



すべての準備を完了し今月下旬からGd導入開始！

- 例えば、一様なGd濃度を実現するには
 - 全く新しい水システムの導入
 - SKタンク内の配管改造
- 等が必須



Control panel

International

日本経済新聞

2018年6月21日 (木)

トップ 経済・政治 ビジネス マーケット テクノロジー 国際・アジア スポーツ 社会 地域 オピニオン 文化 マネー ライフ

🔍 検索 ログイン お申し込み 記事 株価

📰 朝刊・夕刊 📄 日経会社情報 📧 人事ウオッチ 👤 Myニュース

スーパーカミオカンデ増強工事、東大 12年ぶり公開

科学&新技術 社会
2018/6/11 9:36

🔖 保存 📧 共有 🖨 印刷 🗨 コメント 🐦 Twitter 📘 Facebook その他

東京大学宇宙線研究所は10日、奥飛騨山中の神岡鉱山（岐阜県飛騨市）地下にある観測施設「スーパーカミオカンデ」を報道陣に公開した。5月末から増強工事中で、そのため12年ぶりにふたが開けられた。

装置は直径と高さが約40メートルの巨大な円筒タンク。2006年7月以来、5万トンの超純水で満たし、飛来した素粒子のニュートリノが水と衝突して生じる発光を観測していた。

タンクの水位は満水状態から4メートルほど下がり、中を覗きこむと青みがかった純水を通して、タンク底部に設置されている光センサー群がくっきり見えた。

今回の工事は、太古の昔に起きた星の大爆発に由来するニュートリノを世界で初めて観測しようという新プロジェクトのため。東大宇宙線研の中畑雅行教授は「星形成の歴史や、物質の起源を解明するための新たな手がかりが得られる」と話す。

作業は水を抜きつつ進める。8月半ばにはタンクが空になり、底部の作業に移行。9月末に終了する予定だ。

📷 画像の拡大

スーパーカミオカンデ増強。12年ぶりにふたを開けたスーパーカミオカンデのタンク。ゴムボートが浮かび、水底に光センサー群が群衆に見える。水底には天井が映り込んでいる。6月10日撮影

日経平均(円)	22,693.04	+137.61	+0.61%
6/21 大引			
NYダウ(ドル)	24,657.80	-42.41	-0.17%
6/20 終値			
日経アジア300	1,337.87	-15.21	-1.12%
6/21 終値			
ドル(円)	110.51-52	+0.30円安	+0.27%
6/21 20:24			
ユーロ(円)	127.45-49	-0.13円高	-0.10%
6/21 20:24			
長期金利(%)	0.035	+0.005	
6/21 14:43			
NY原油(ドル)	64.74	-0.97	-1.47%
6/21 7:18			

日経平均について (銘柄一覧) Quick

重要なデータだからこそ
安心
安全な
バックアップ

重要なデータをいかにして守るべきか？
バックアップソリューション
※ ヤマトシステム提供

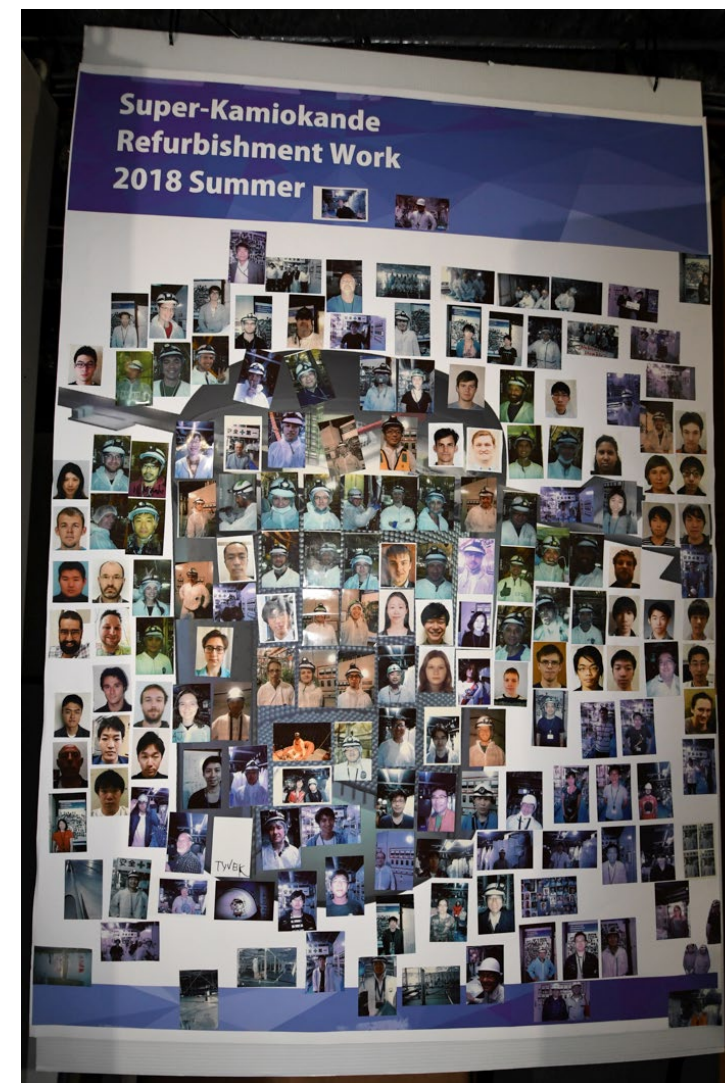
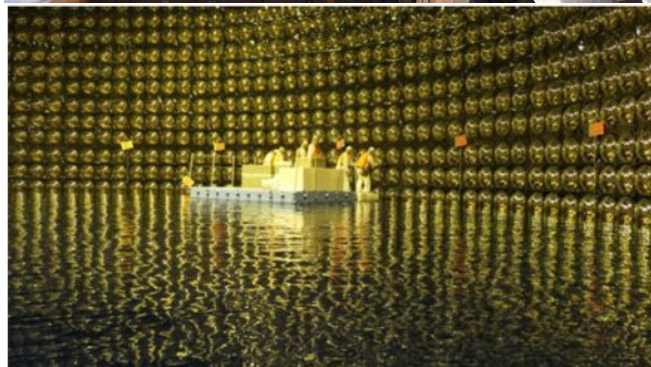
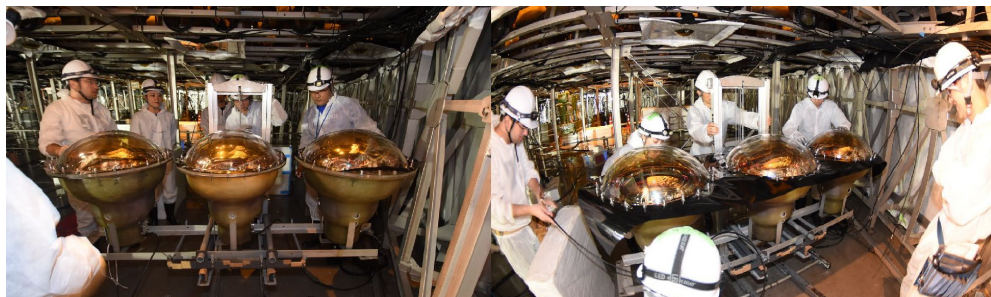
🔔 日経からのお知らせ >

キャリア採用 記者募集

📖 日経電子版をもっと知りたい方はこちら >

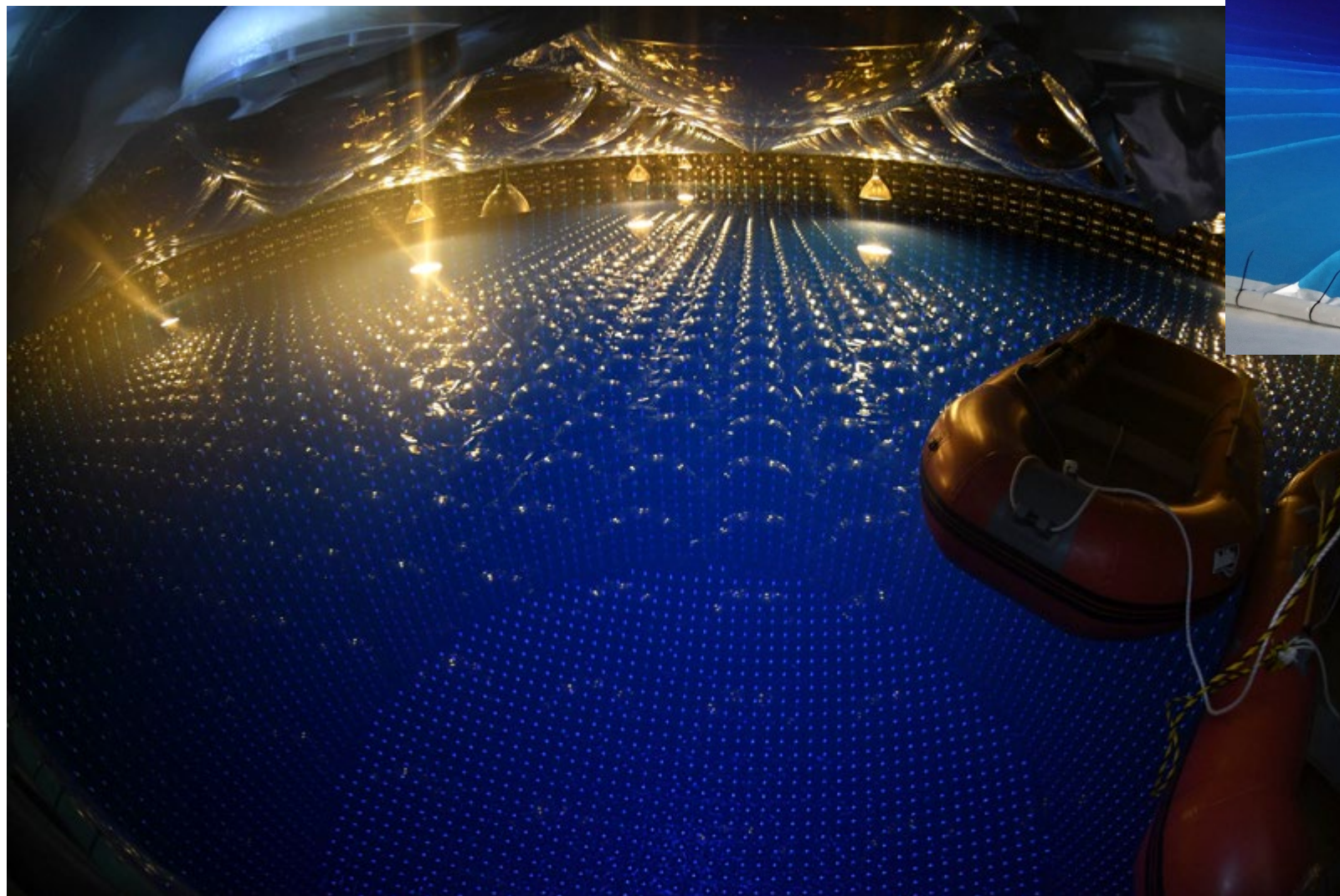
日経産業新聞をデジタルで読みませんか？

2019年1月まで世界中からコラボレーター以外も含め
約250名の研究者が集まって改修工事を行った。

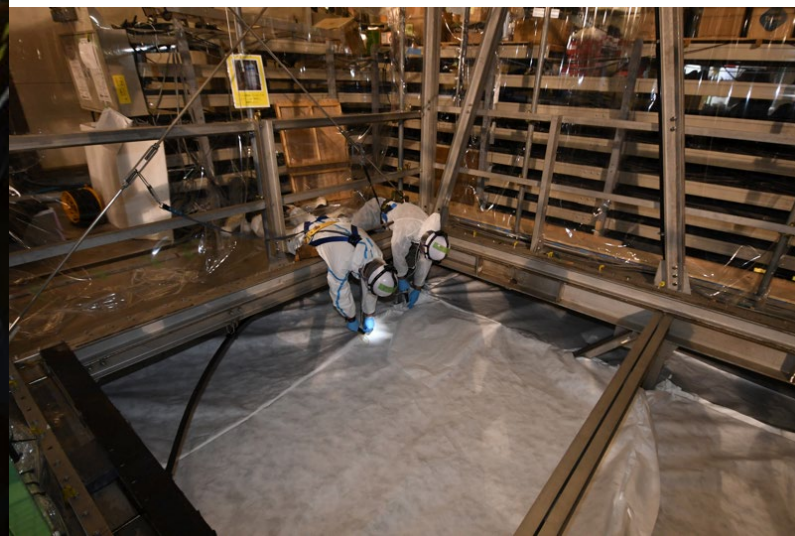


Super-Kamiokande V

外側も大事, 綺麗!

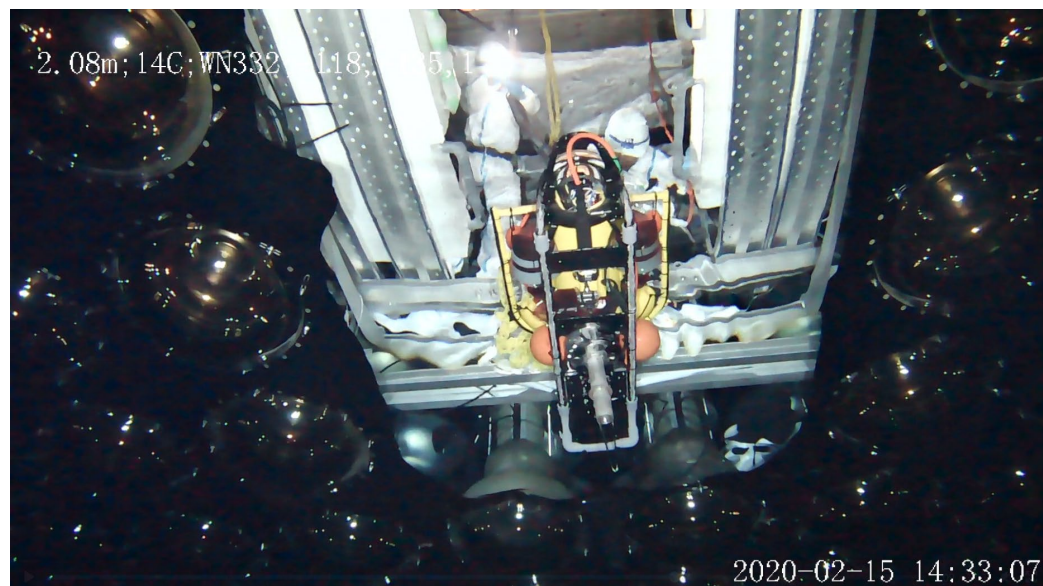


2019年1月29日 SK-V開始

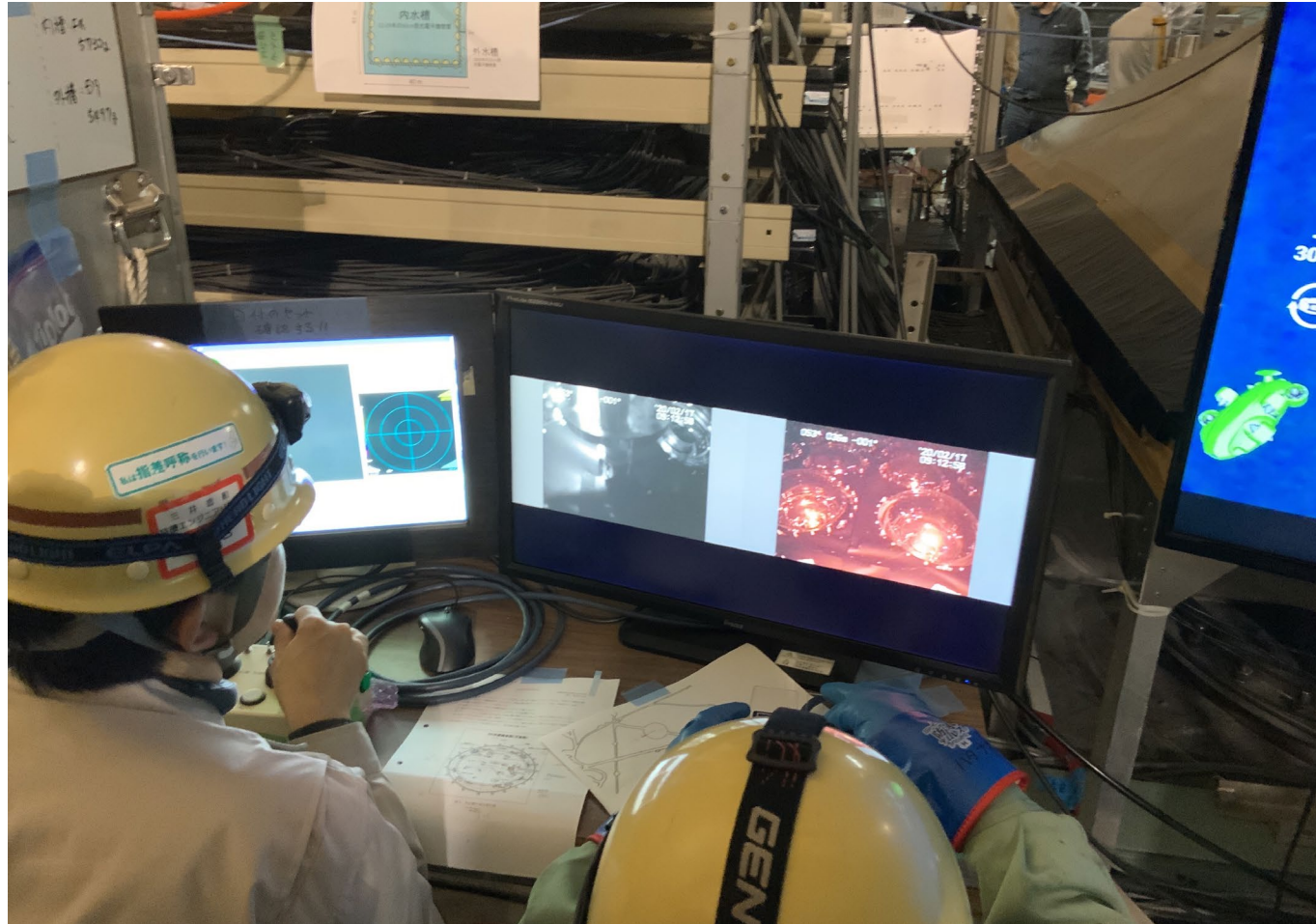


実はこっそり追加の工事を2020年2月にした

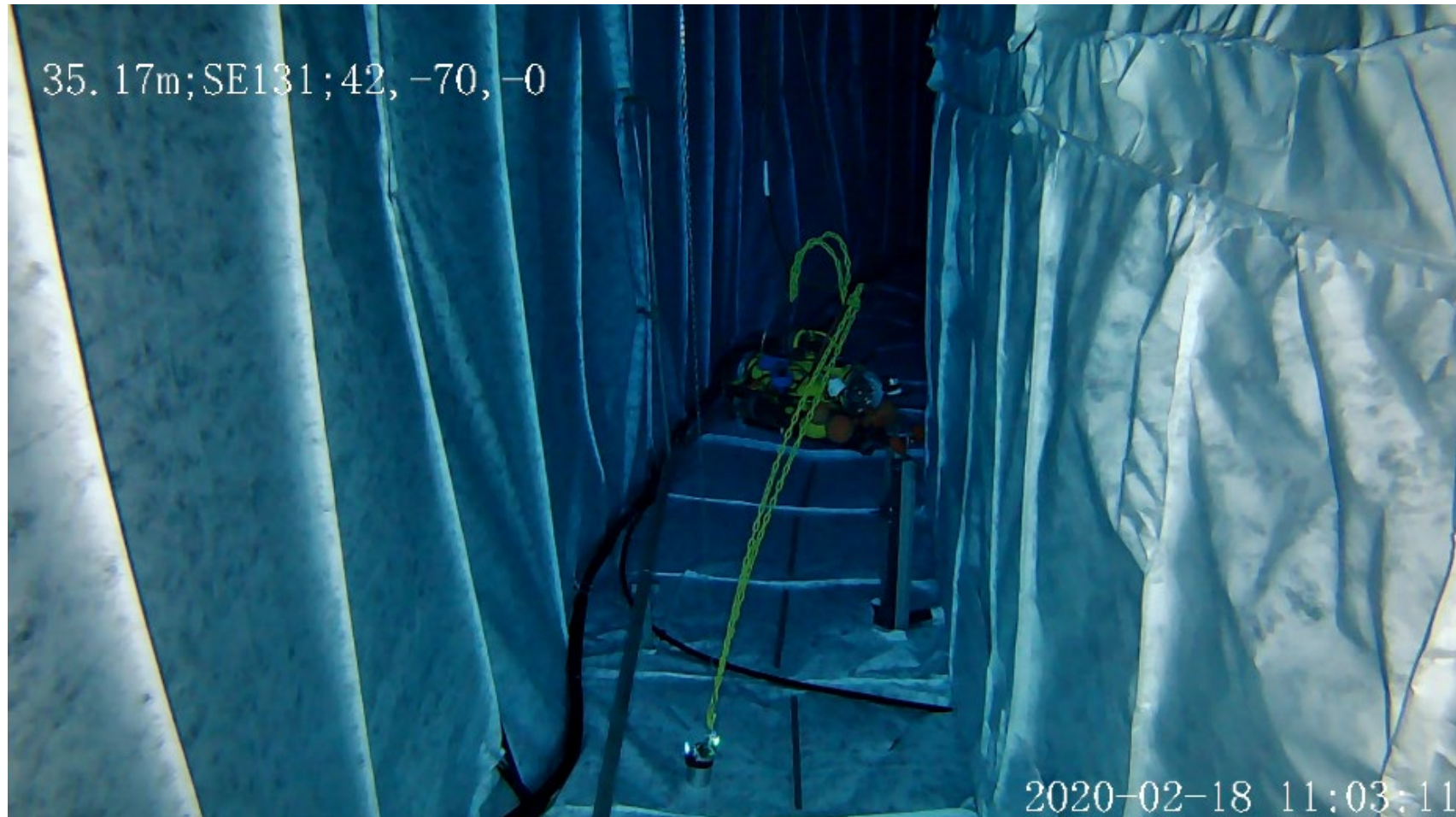
- 潜水艦ロボットアームを使った作業
 - 何をしたか知りたい人はこの後、ニュートリノグループのZoomへ



作業の様子



ヒント (外水槽での作業の様子)



Super-Kamiokande LowE Group

- ニュートリノを使って天文、宇宙物理をする
- 天体を素粒子研究のためのニュートリノ源と考え実験する

SK史上最大のアップグレードを果たし
間もなく生まれ変わる検出器
で大発見を目指す仲間を募集中

大きい実験でも、小さい実験と同じ
神岡：現場で装置を把握して、データをとって、論文を書く



中畑教授



関谷准教授

