

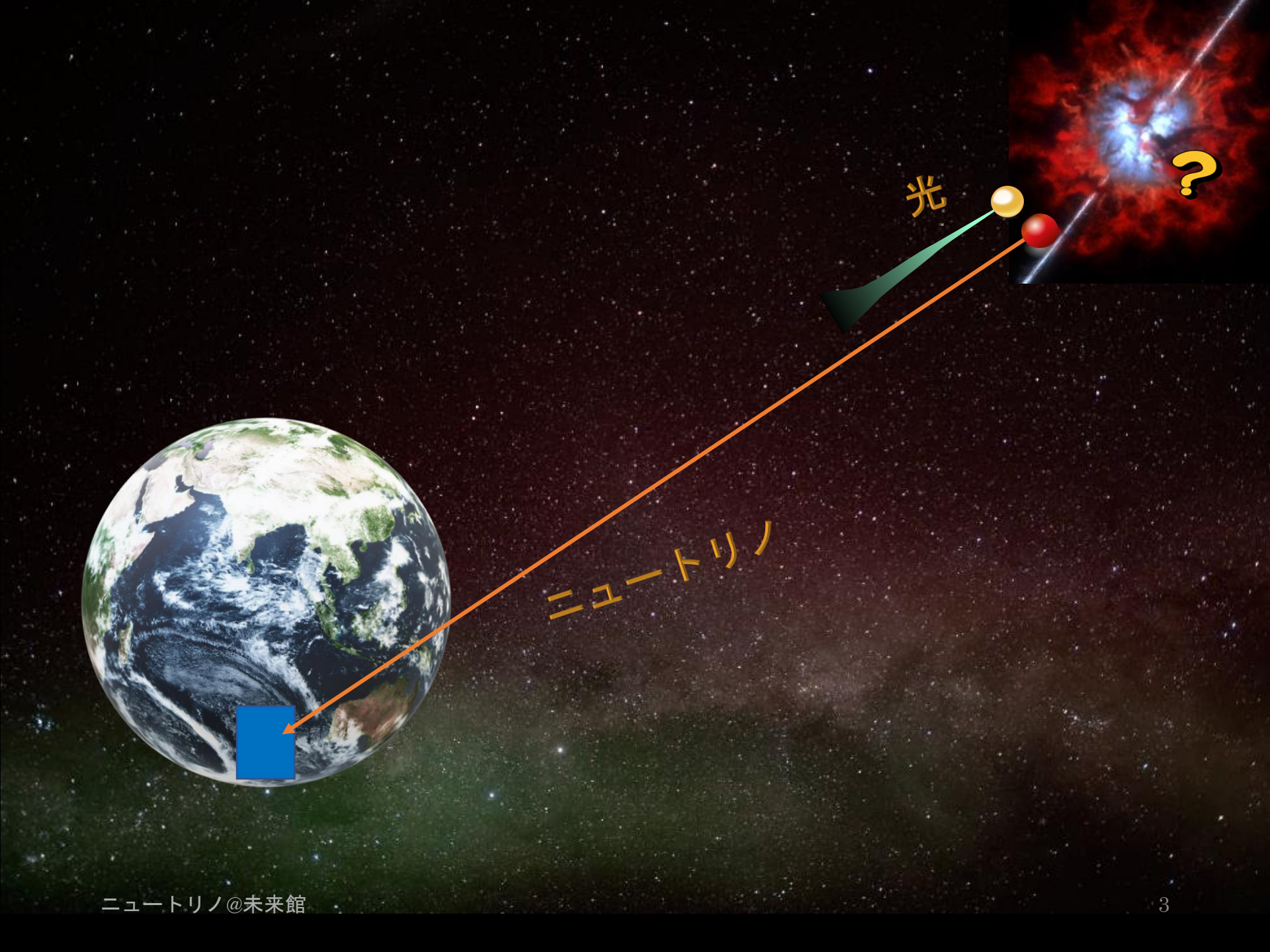


# 宇宙ニュートリノの発見

石原安野  
(千葉大学)



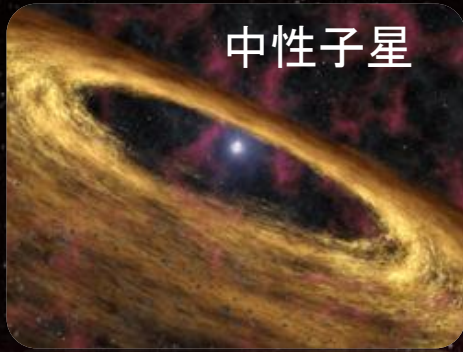




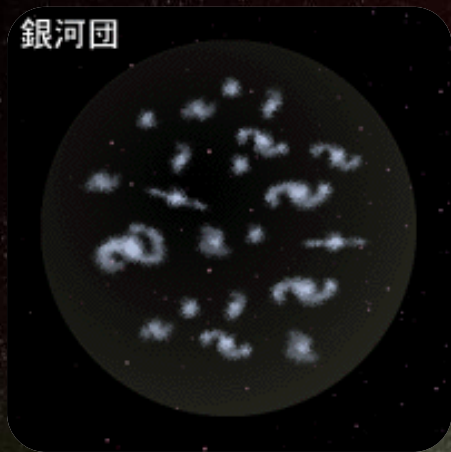
光

ニュートリノ





Response



# 南極氷河を巨大ニュートリノ望遠鏡に

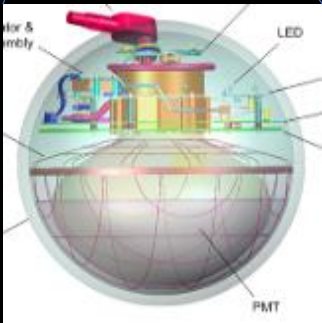
チェレンコフ光

ニュートリノが地球とぶつかったときに電  
気を持った子供の粒子が生まれる

電荷をもった粒子

ニュートリノ

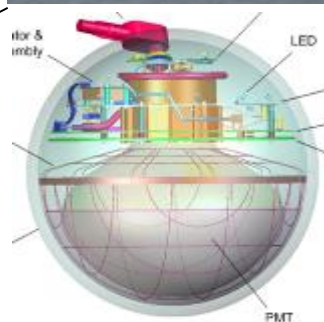
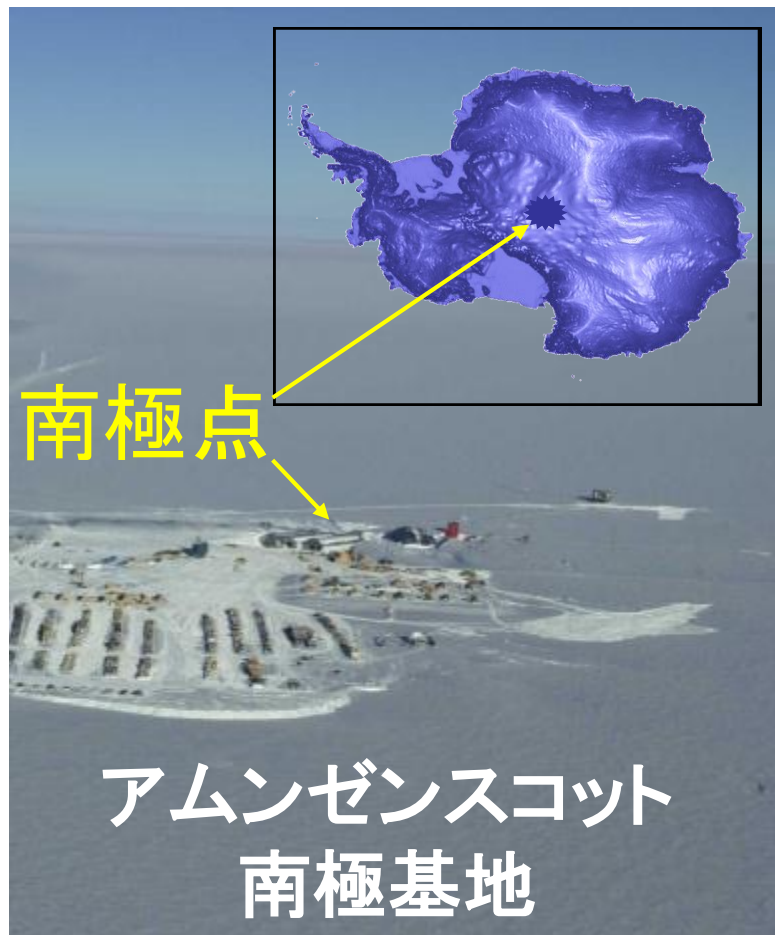
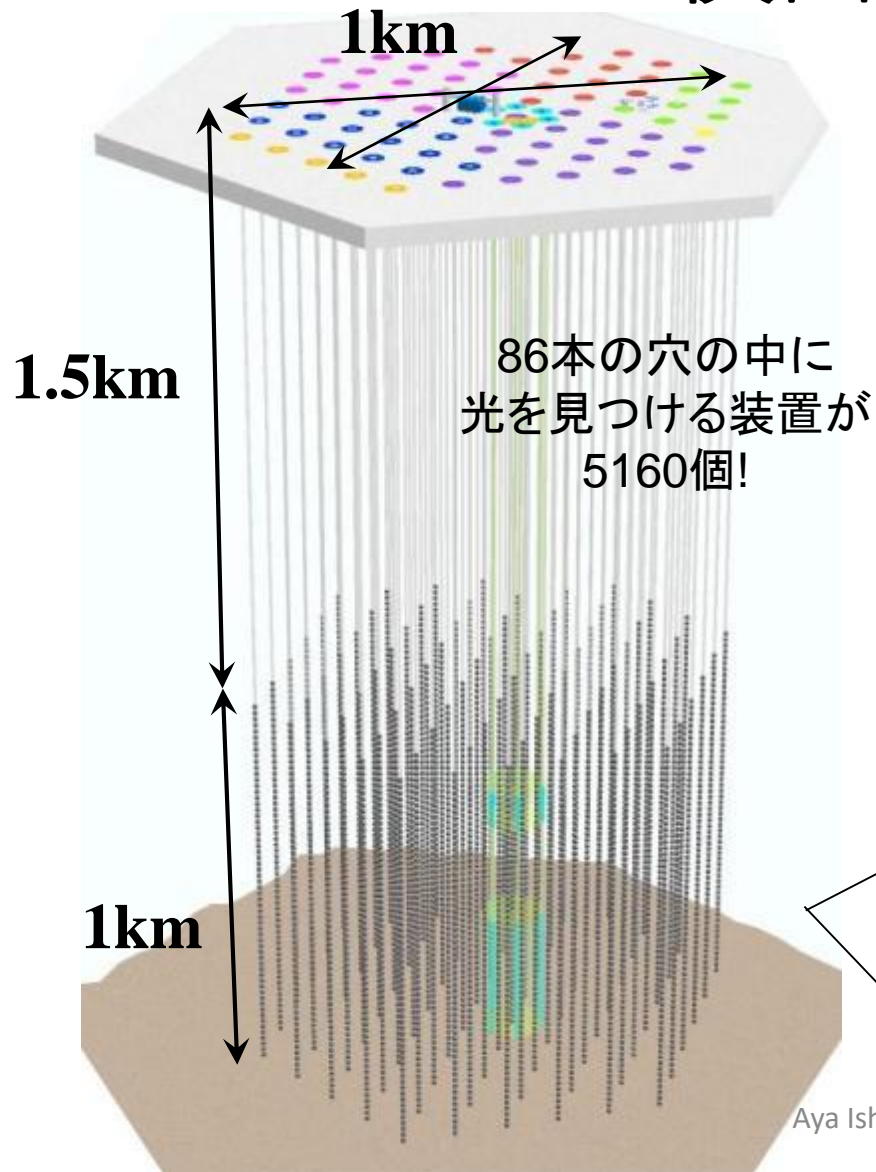
ニュートリノ信号は、  
この電気を持った子供の粒子から  
発せられる光



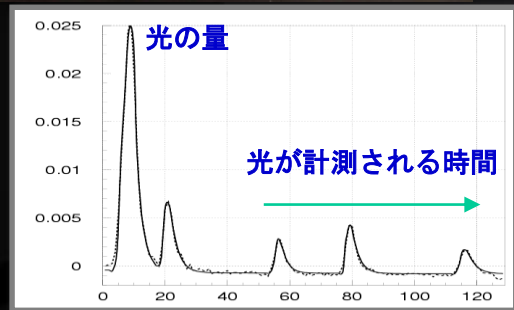
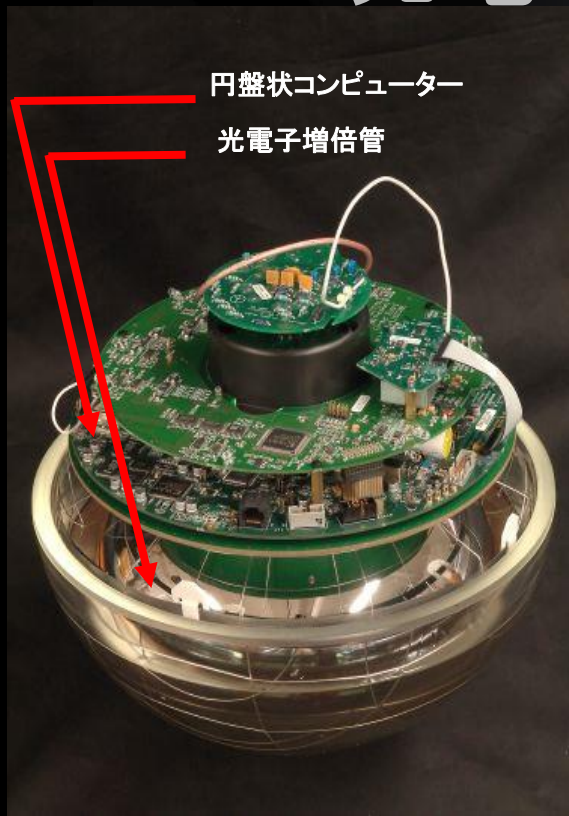


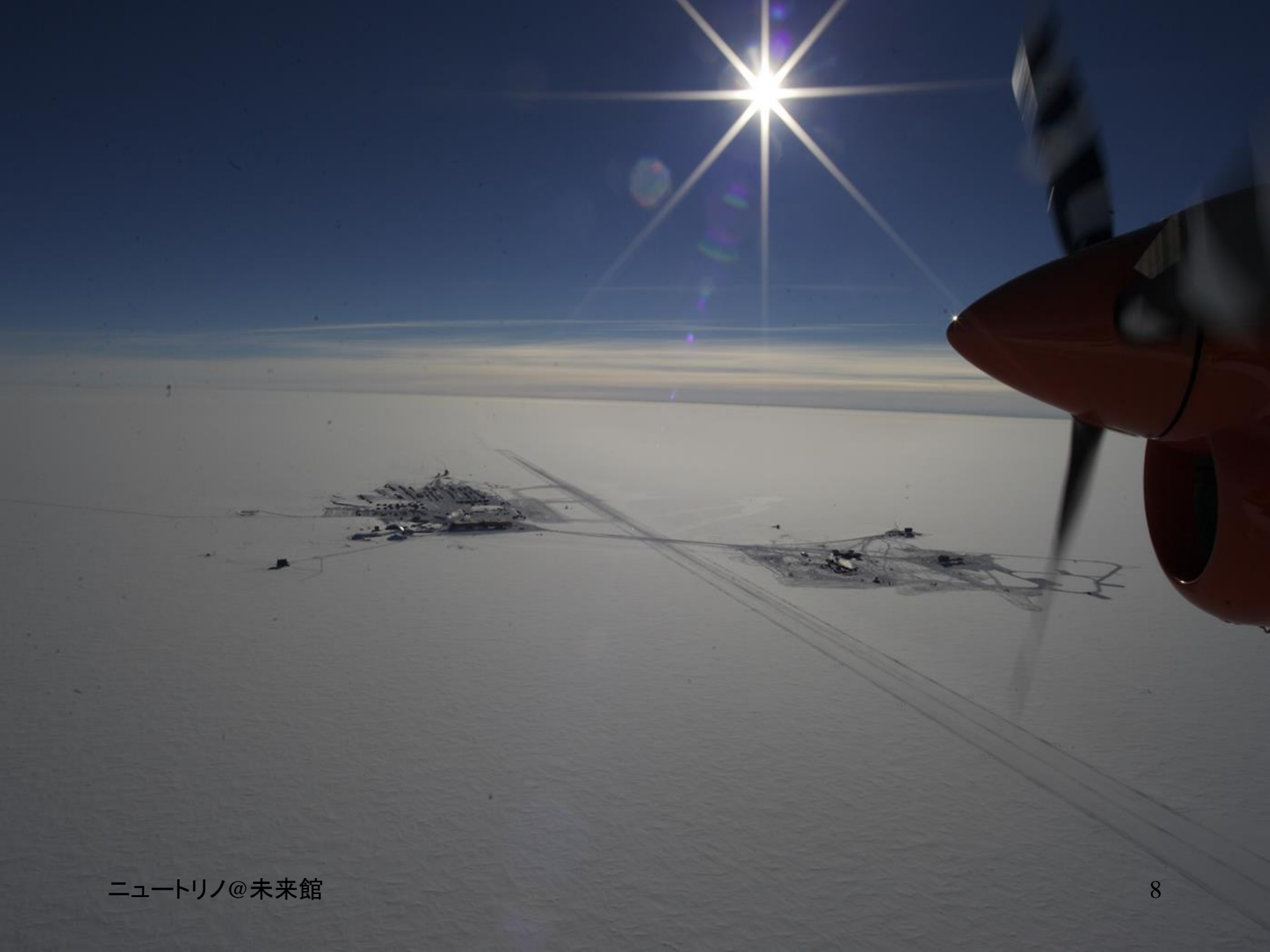
# 南極点にある世界最大の大きさのニュートリノ検出器

## アイスキューブ検出器



# 5160個の心臓と脳: 光電子増倍管とコンピューター





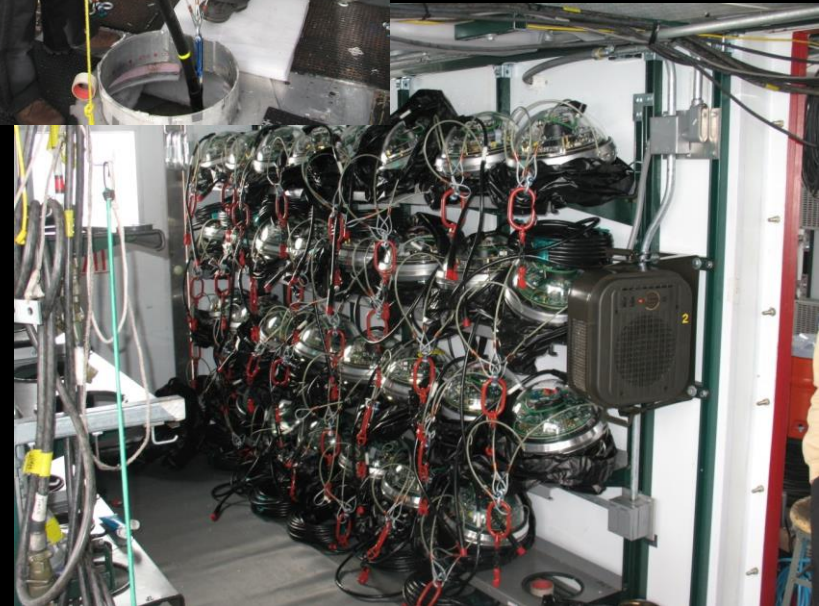
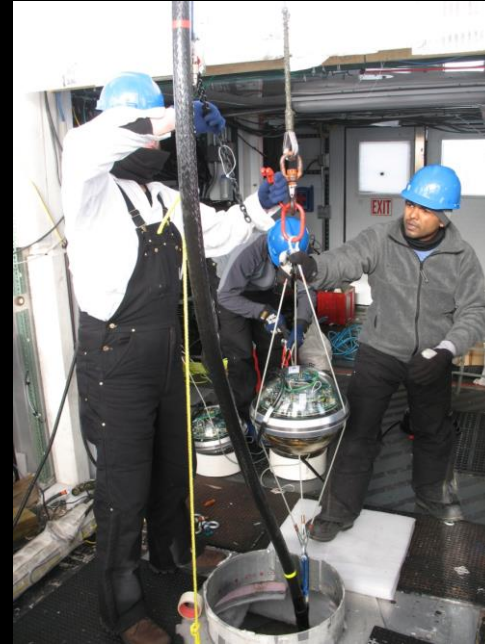


# 南極への旅

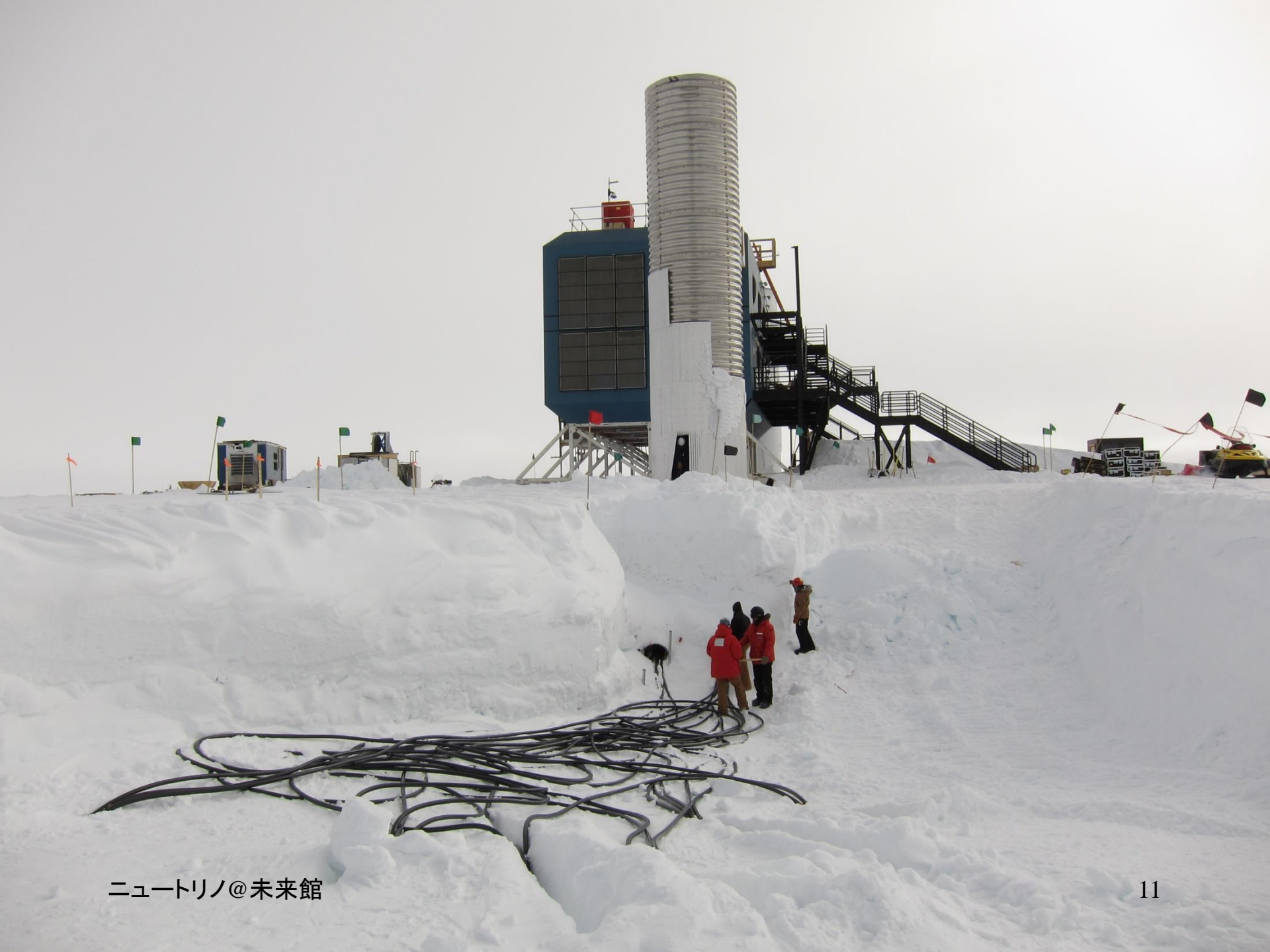


# 穴掘りと建設

一つの穴を掘るのに2日  
3.5 cm/秒









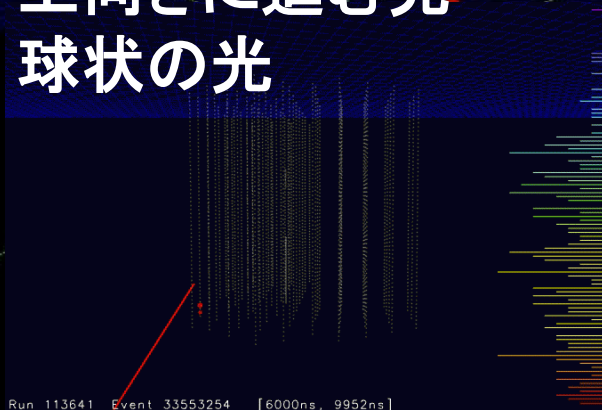


# 0.01秒間に見える光の信号

```
Type: PPlus  
E(GeV): 1.42e+04  
Zen: 17.37 deg  
Azi: 253.08 deg  
NTrack: 890/1826 shown, min E(GeV) == 1184.28  
NCosc: 100/14225 shown, min E(GeV) == 0.94
```

## ニュートリノからの光の信号

- 上向きに進む光
- 球状の光

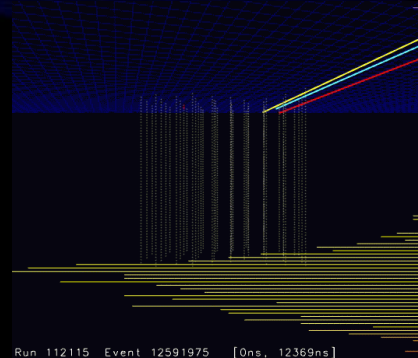


Run 109682 Event 6298338

Run 109682 Event 6298338 [0ns, 40000ns]

## 関係ない光の信号(ごみ)

- 下向きに進む光



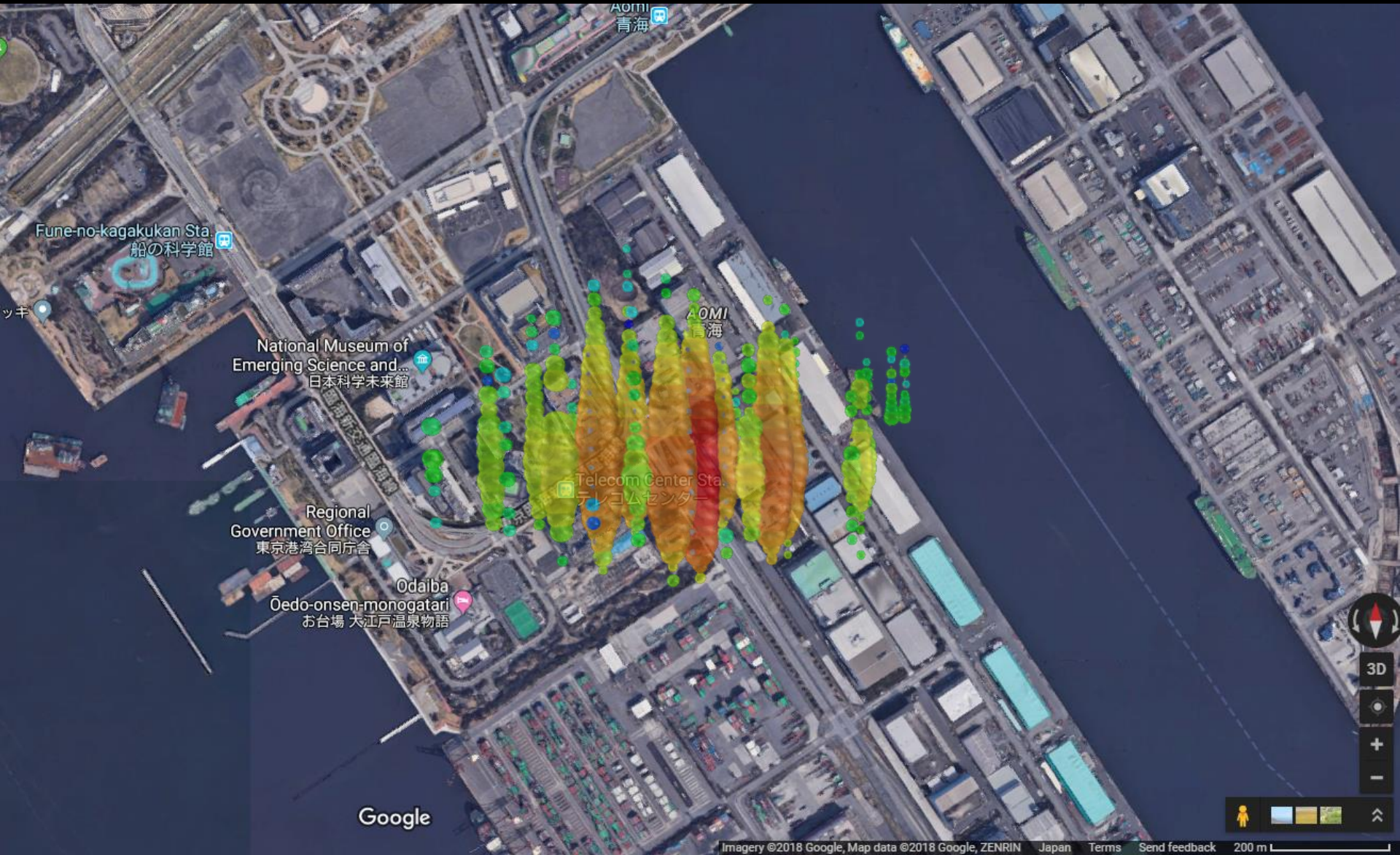
## ごみの信号

一秒間に2700個

観測したい宇宙ニュートリノは...  
10日にたった一個！



# 2012年 世界初の高いエネルギーの宇宙ニュートリノ





# 遠い宇宙ニュートリノと超新星ニュートリノ

空白の25年

1987 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

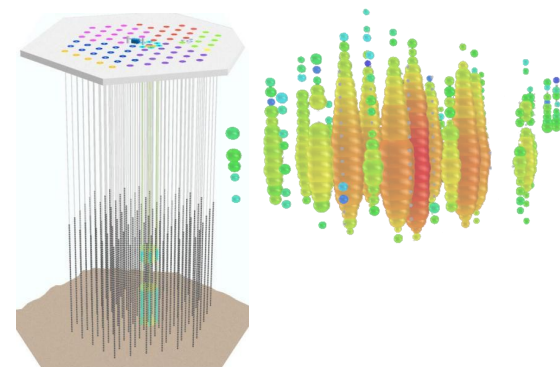


1987年2月23日、大マゼラン星雲で超新星 SN1987Aが発生



カミオカンデ実験での初観測の功績に対し  
2002年に小柴昌俊教授へ  
ノーベル物理学賞が授与

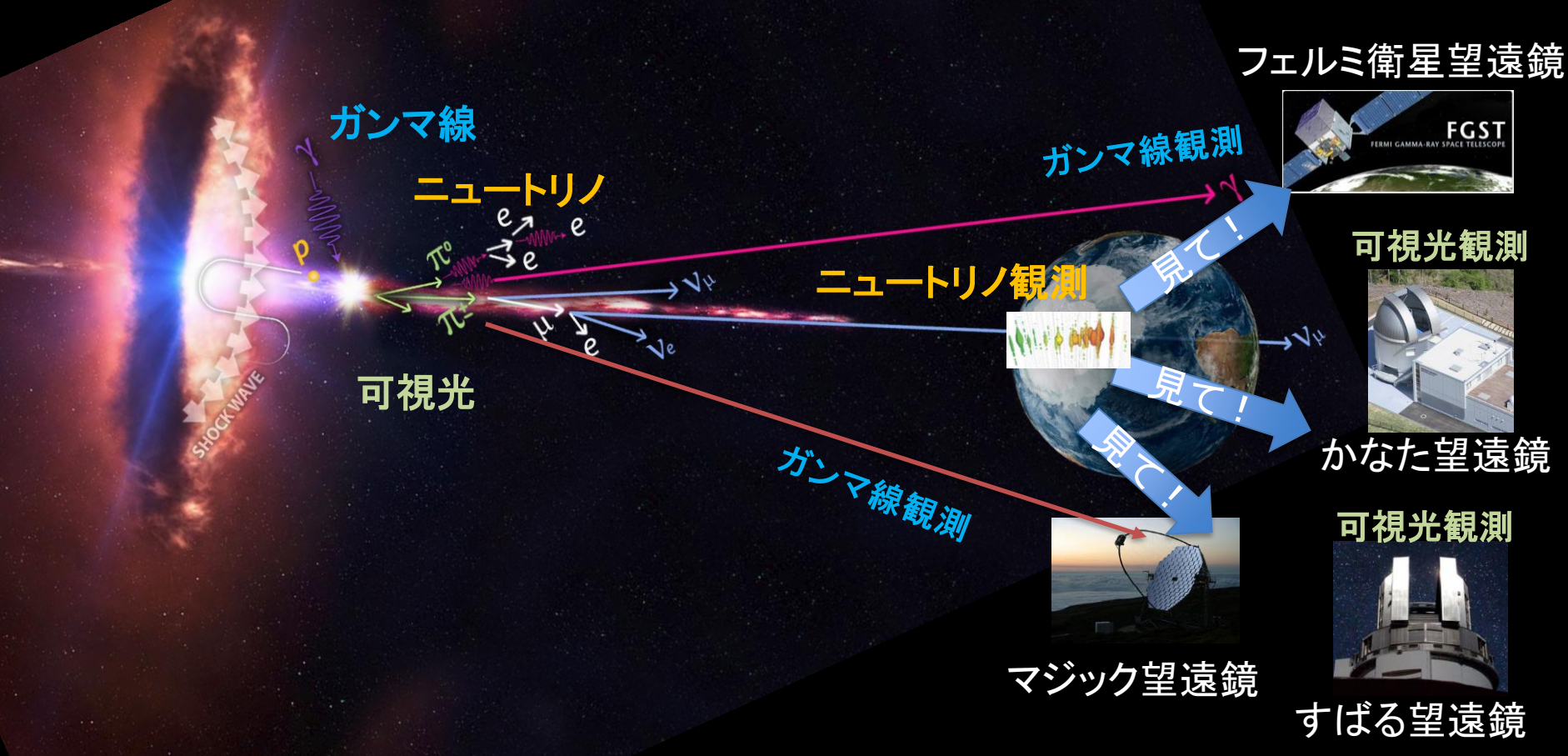
2012年アイスキューブ実験が  
高いエネルギーを持つ宇宙  
ニュートリノを初検出



**IceCubeが2012年に見つけた高いエネルギーの宇宙ニュートリノは  
1987年の超新星ニュートリノの100,000,000(一億)倍！**

2017年9月23日

# 遠くの宇宙のニュートリノで輝く天体の初発見



フェルミ衛星望遠鏡



可視光観測



かなた望遠鏡

可視光観測



すばる望遠鏡

ガンマ線観測

ニュートリノ観測

ガンマ線観測

マジック望遠鏡



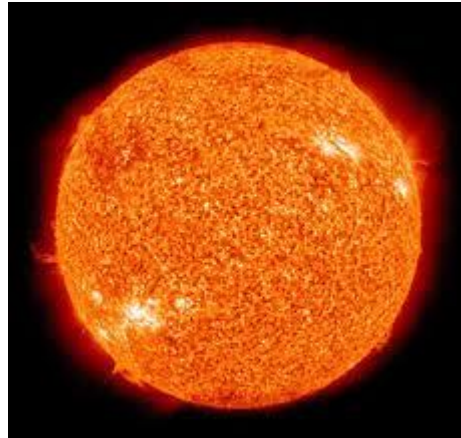
# ニュートリノで光っている天体

地球



ニュートリノのエネルギー  
<4MeV

太陽



ニュートリノのエネルギー  
<20MeV

天体までの距離  
1億4960万km  
(0.00001581光年)

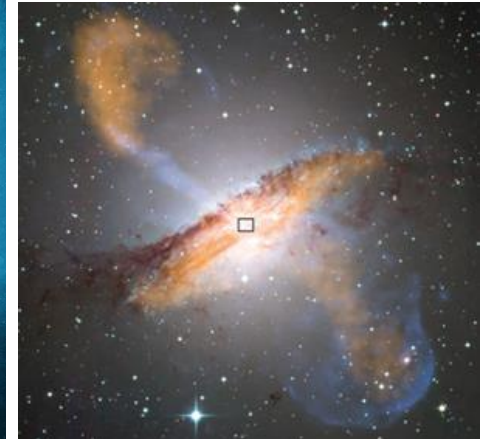
超新星爆発



ニュートリノのエネルギー  
<100MeV

天体までの距離  
16万光年  
(160,000光年)

活動銀河核  
ブレーザー



ニュートリノのエネルギー  
>100,000,000MeV

天体までの距離  
40億光年  
(4,000,000,000光年)

\*\*地球から銀河中心までの距離  
2.8万光年

# 宇宙ニュートリノの発見のまとめ

1987年以来25年間も観測されてなかった  
宇宙ニュートリノ

東京ドーム77個分の大きさの装置で発見  
しかもエネルギーは一億倍  
遠くの宇宙からやってきていたのだ！