

OPERA実験

Belgium

ULB Brussels



Croatia

IRB Zagreb



France

LAPP Annecy
IPHC Strasbourg



Germany

Hamburg



Israel

Technion Haifa



Italy

Bari
Bologna
LNF Frascati
L'Aquila
LNGS
Naples
Padova
Rome
Salerno



Japan

Aichi edu.
Kobe
Nagoya
Toho
Nihon



Korea

Jinju



Russia

INR RAS Moscow
LPI RAS Moscow
ITEP Moscow
SINP MSU Moscow
JINR Dubna



Switzerland

Bern



Turkey

METU Ankara



大村拓也

名古屋大学 F研

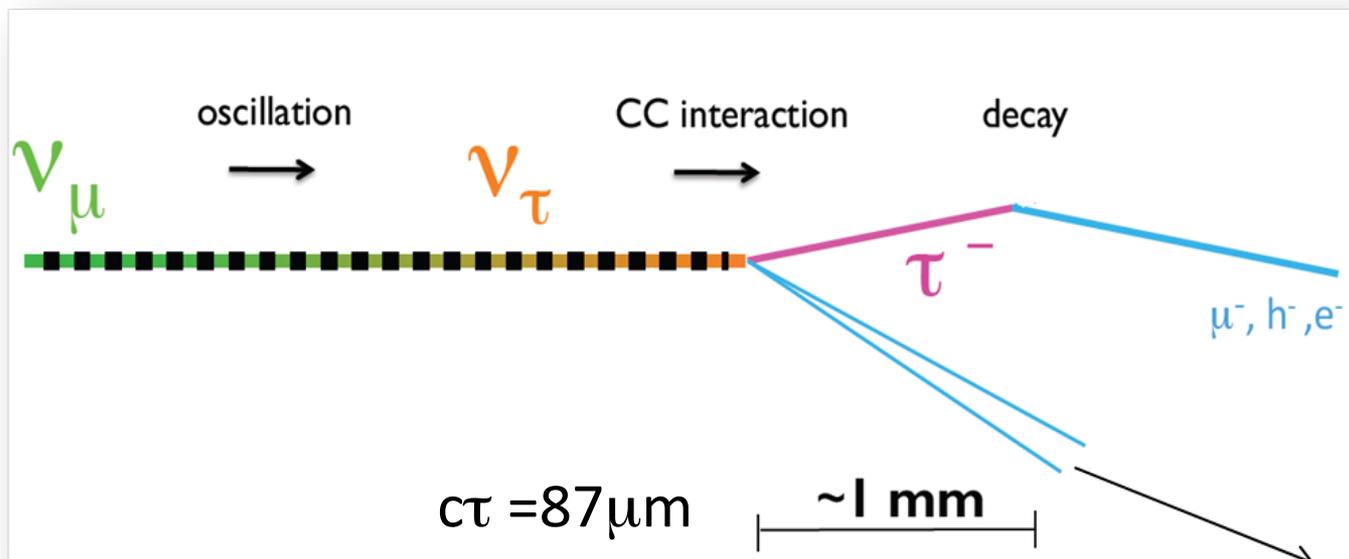
On behalf of the OPERA Collaboration

OPERA実験の目的

$\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$ のニュートリノ振動現象を、人工的な ν_μ ビーム
中に出現する ν_τ の直接観測によって明確に検証する。

検出原理

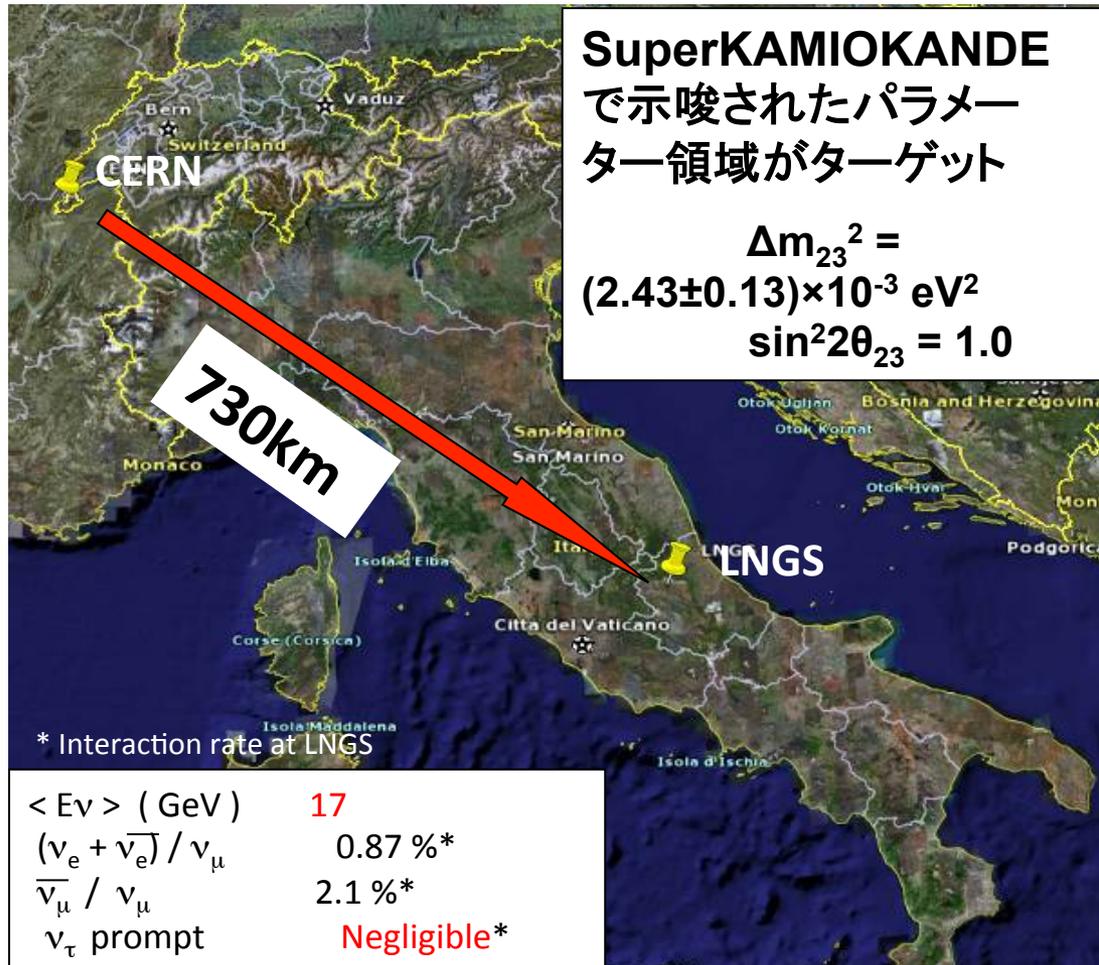
ν_τ CC反応から出る τ 粒子の崩壊様式を検出することで ν_τ 反応を識別



τ decay channel	B.R (%)
$\tau \rightarrow \mu$	17.7
$\tau \rightarrow e$	17.8
$\tau \rightarrow h$	49.5
$\tau \rightarrow 3h$	15.0

no other lepton at the primary vertex

CNGSニュートリノビーム

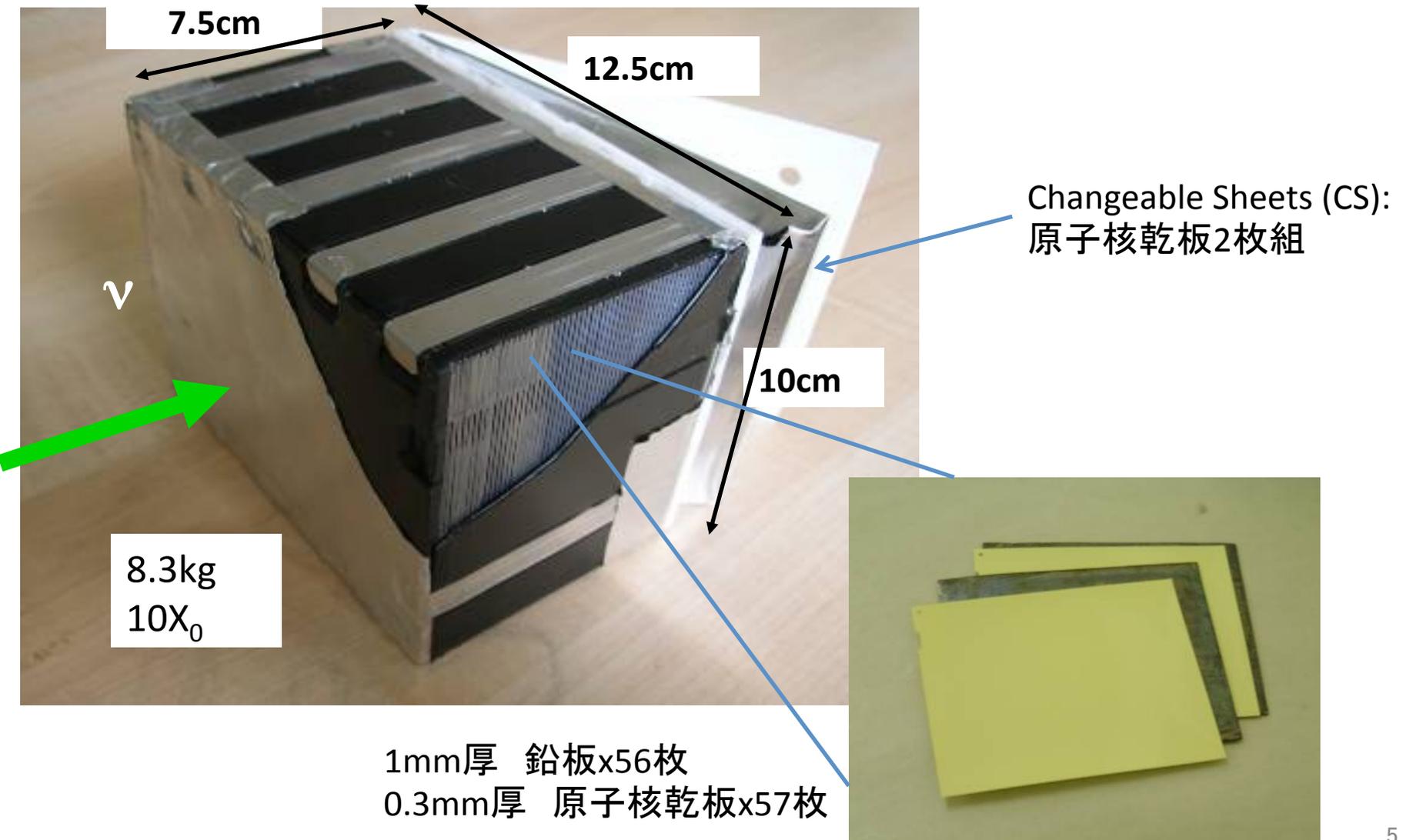


Year	P.O.T. (10^{19})
2008	1.74
2009	3.53
2010	4.09
2011	4.75
2012	3.86
Total	17.97

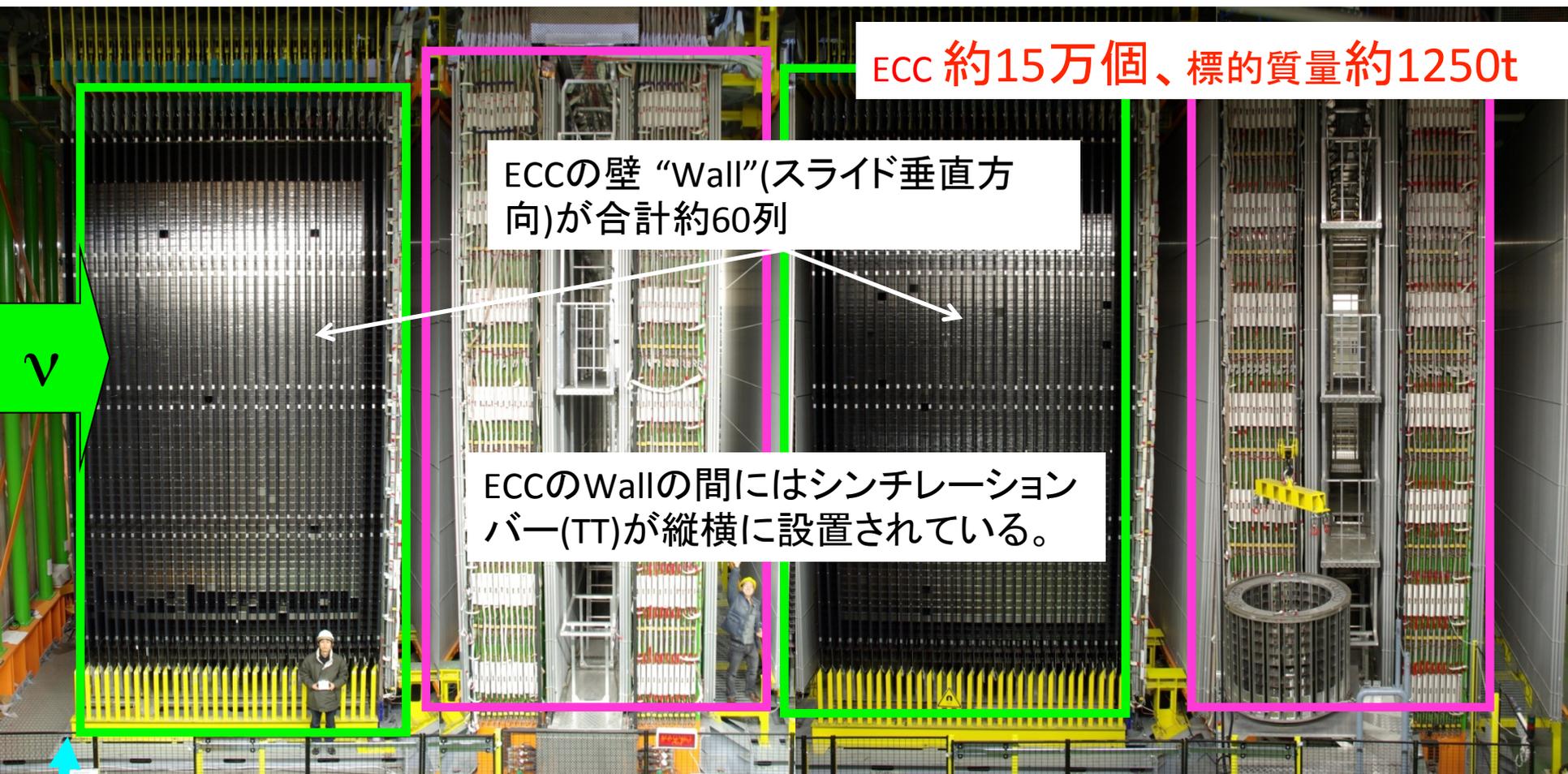
プロポーザル値(22.5×10^{19} P.O.T.)の約**80%**

$$P(\nu_\mu \rightarrow \nu_\tau) \sim \sin^2(2\theta_{23}) \cdot \sin^2\left(1.27 \cdot \Delta m_{23}^2 \cdot \frac{L}{E}\right) \sim 1.7\%$$

ターゲット兼検出器: ECC



OPERA検出器@Gran Sasso 地下



ECC 約15万個、標的質量約1250t

ECCの壁 “Wall”(スライド垂直方向)が合計約60列

ECCのWallの間にはシンチレーションバー(TT)が縦横に設置されている。

Veto

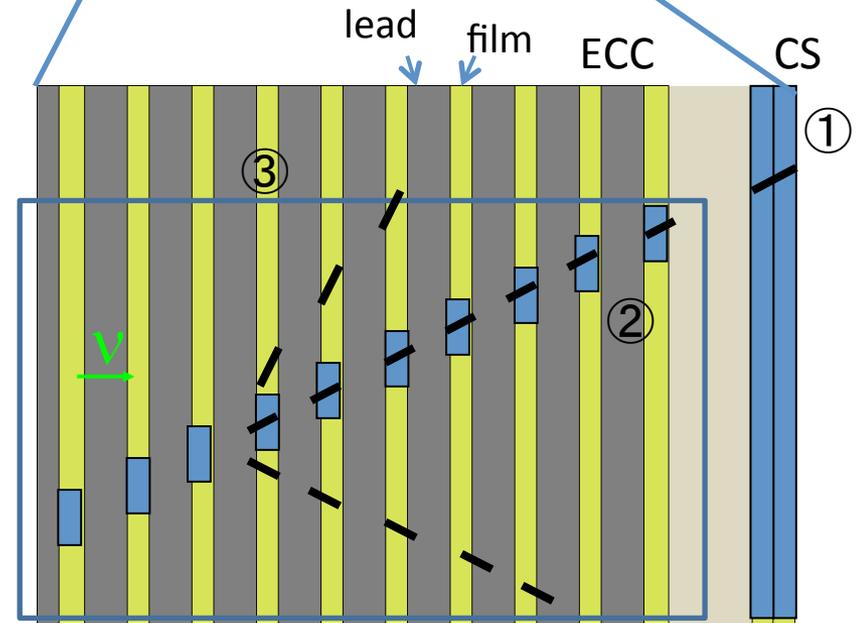
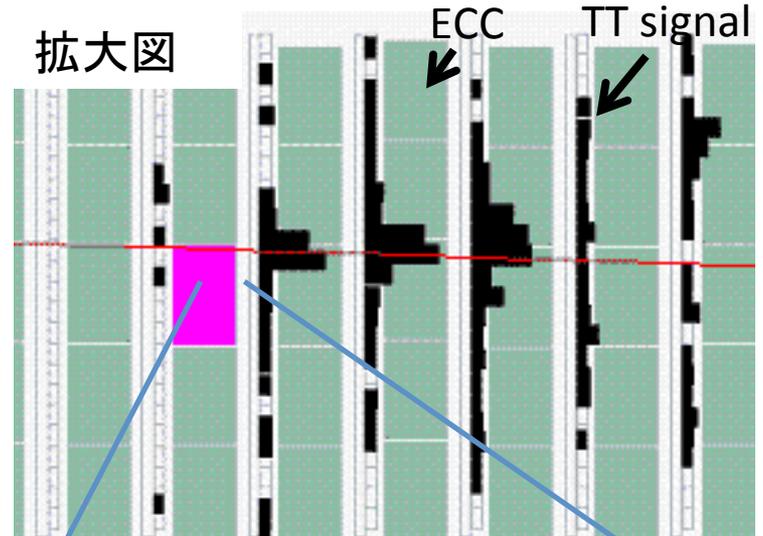
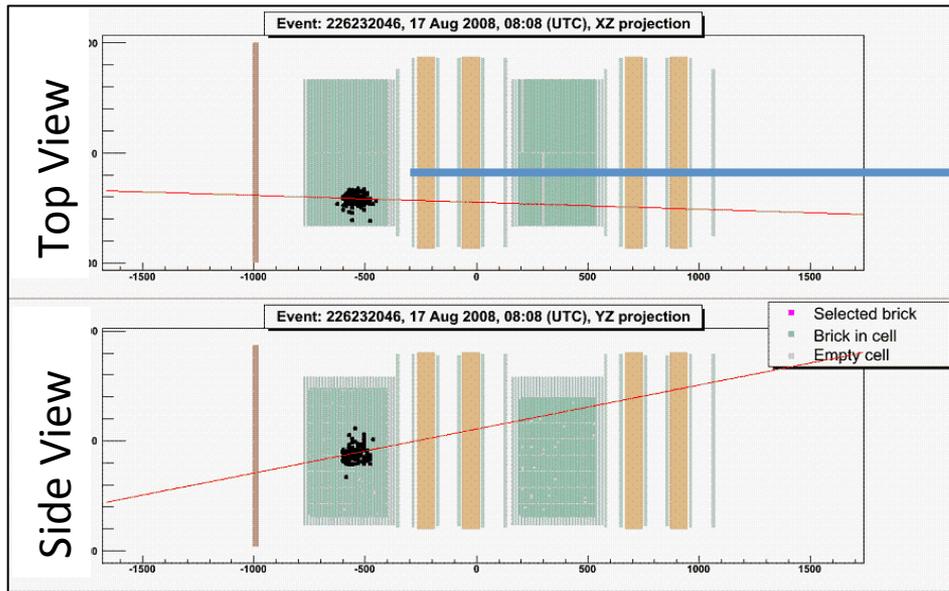
Target area

Muon spectrometer

Target area

Muon spectrometer

ニュートリノ反応点探索プロセス



CSを大面積スキャン(①)

飛跡あり

飛跡なし

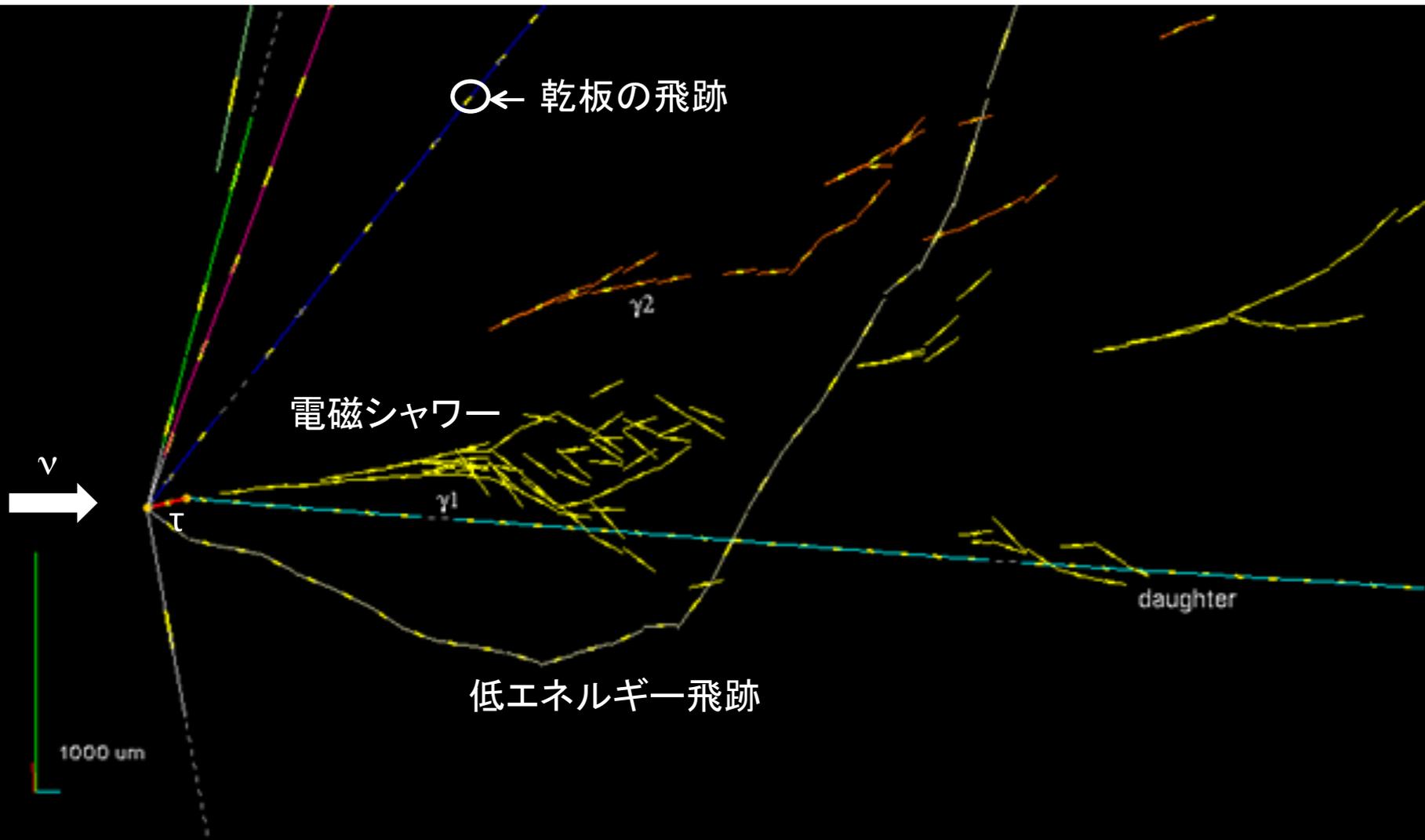
ECCを現像

ECCを検出器に戻して
他のECCを取り出す

ECCへ飛跡を追跡(②)

飛跡が止まった周辺の飛跡を読みだしてイ
ベントを再構成(③)

イベント再構成



現在の解析結果

Decay searched events	Expected ν_τ	Observed ν_τ	Expected BG
5272	1.7	3	0.184+-0.025

$$(\Delta m_{23}^2 = 2.32 \times 10^{-3} \text{ eV}^2, \sin^2 2\theta_{23} = 1)$$

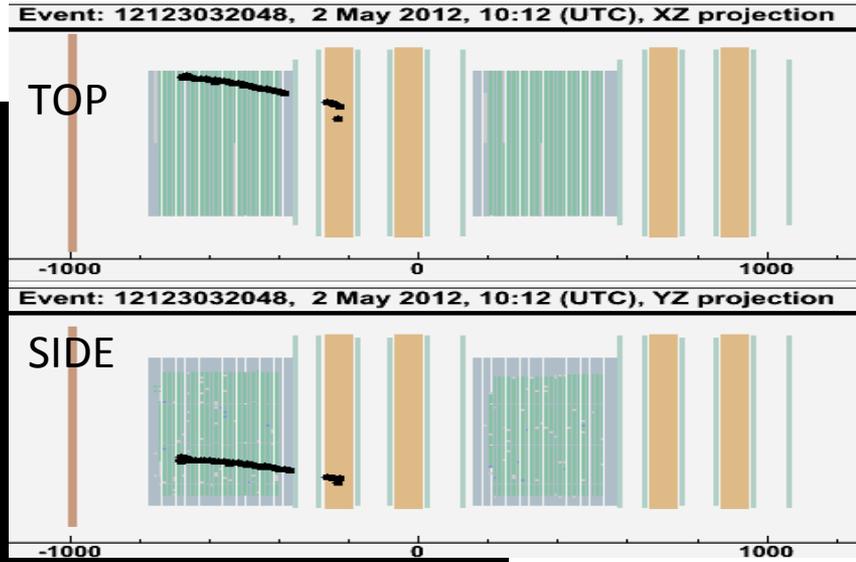
3rd ν_τ event with $\tau \rightarrow \mu$ decay

3.4 σ の有意性で振動を検出

Submitted to PRL in Nov. 2013.

上記データセット以降さらに約1000イベントの反応点を検出し、解析中

3rd ν_τ イベント



今後の反応点検出数向上可能性

第2、第3候補のECCを解析(2010-2012年度ラン)

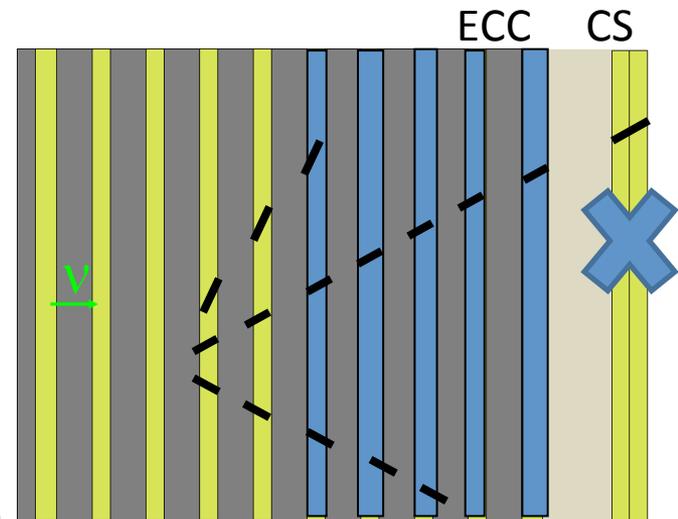
➔ + 約1000 イベント(2008, 2009年度ランの実績値から推定)

CSのハードウェアトラブルのリカバー

約4%のCS (約640イベント)

ECCの下流のフィルム数枚を大面積スキャンしてCSの代わりにイベント由来の飛跡をとらえる。

HTSのスキャンングパワーと処理能力を生かし、エフィシエンシーを上げるための新たな飛跡認識アルゴリズムを試す

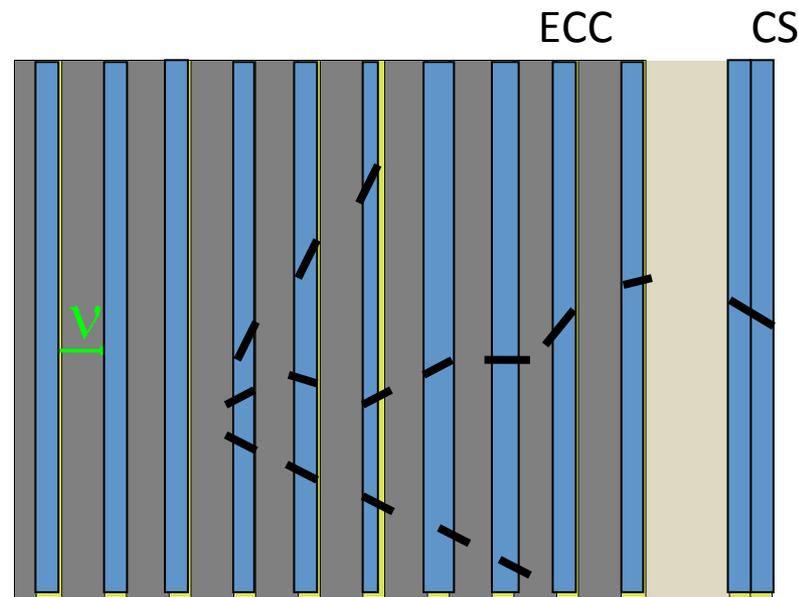


今後の反応点検出数向上可能性

ECC中を追跡できない低エネルギーな飛跡をCSでとらえたイベント

約10%(約1600イベント)

ECCフィルムを大量にスキャンして直接イベント探索



鉛を超えて追跡できる飛跡のエネルギー ~ 数百MeV

CSでとらえることのできる飛跡のエネルギー ~ 40MeV

第2第3候補ECCの解析と並行してECC直接解析手法を開発し、 5σ の有意性での報告を目指す。

まとめ

- OPERAは $\nu_\mu \leftrightarrow \nu_\tau$ ニュートリノ振動現象をアピ
アランス法によって明確に検証する
- 2008年-2012年の5年間のビーム照射が完了
- これまでに3例の ν_τ イベントを検出。3.4 σ の有
意性で振動を報告
- 5 σ の有意性での検出に向けて解析を続けて
いる