

最終講義

「光は光速より速く」

大島 隆義

2010.3.2.

2010.3.2.

大島 隆義

「光は光速より速く」

2010.3.2.

○同志社大学工学部電子工学科 卒業

○ 1969-1975: 名大物理N研 γ : EM 1GeV →学振→東大核研奨励研究員

○ 1976-1979: Univ.of Rochester (FNAL) π, K, p : EM 200GeV-HEexp
 <meson radiative decay研究=Quark modelの検証>



● 1980-1988: 東大原子核研究所 助手 (HE部を牽引せよ)
 <Neutrino-mass測定、TRISTAN実験> <dE/dX新検出器の開発>



m_ν 18keV
e: W



80GeV
e: EM,S,W

● 1989-2004: 高工本研(KEK) 助教授 1GeV e: EM,W
 <17keV Heavy neutrino測定、Phi-factory計画、PS実験>



$m_{\nu H}$ 50keV
e: W

<PS実験企画室>



ϕ (CPV)

● 2005-2010: 名大物理N研 教授 10GeV e: EM,S,W
 <Tau-lepton物理 (B物理)>
 <Time-of-Propagation counter>



τ (BSM)

1930年 ニュートリノ起源

Pauli: Neutrino仮説

Fermi: Weak interaction

$m_\nu=0$ or $m_\nu \neq 0$?

Basic Principle ?

Dark matter = neutrino

Davis = Solar neutrino deficit

1980年 ニュートリノ元年

Reines: Neutrino instability発見

ITEP: Neutrino mass ~ 35 eV

(勘)

1990年代 ニュートリノ時代

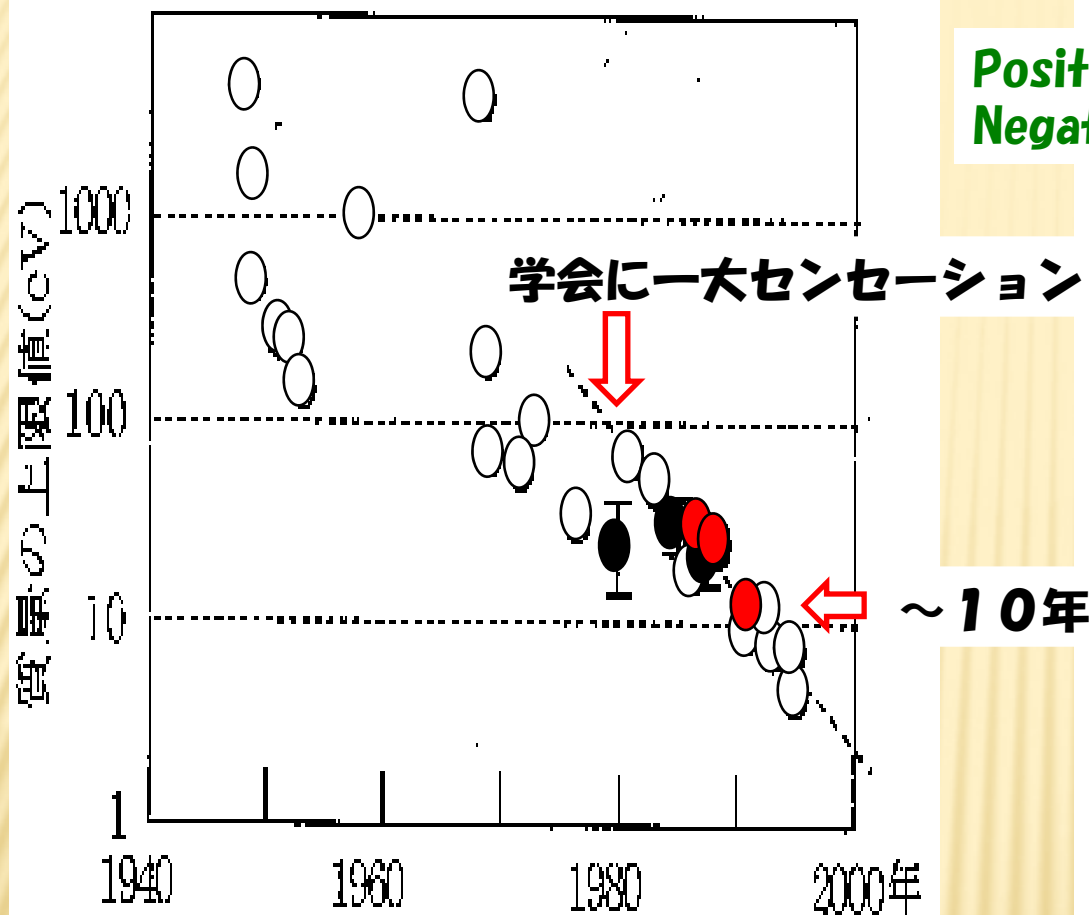
Neutrino oscillation

Mass ? (Tritium beta-decay)

CPV & phase ?

Dirac or Majorana ? (Double beta-decay)

Positive resultは容易。
Negativeはすべての可能性を排除！



筆者達の実験を ● で示す。
● は有限な値を示すロシア実験である。

LIST OF EXP-GROUPS

- 1- Lyubomirov (Moscow)
- 2- Kundig (Zurich)
- 3- Robertson (LANL)
- 4- Ohshima (INS Tokyo)
- 5- Fackler (Livermore)
- 6- Clark (IBM)
- 7- Jelley (Oxford)
- 8- Sun (Beijing)
- 9- Lobashov (Moscow)
- 10- Stoeffl (Livermore)
- 11- Graham (Chark River)
- 12- Boyd (Ohio)
- 13- Wellenstein (Brandeis)
- 14- Kalbfleisch (Oklahoma)
- 15- Simpson (Guelph)
- 16- Derbin (Leningrad)
- 17- Bergkvist (Stockholm)
- 18- Daniel (Munche)
- 19- Bonn (Mainz)
- 20- Shang (Beijin)

図2 反電子ニュートリノ質量測定の変遷

Neutrino Mass 測定

二つ目のグループ

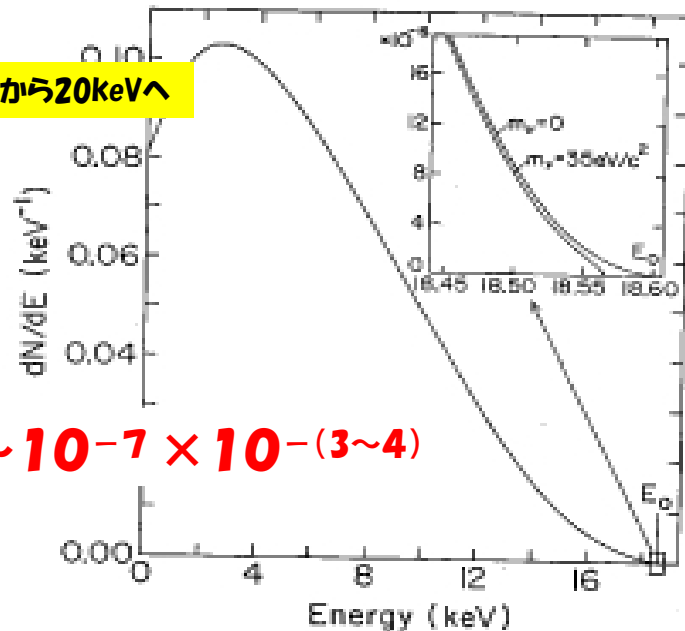
[トリチウムのベータ崩壊;
核研スペクトロメーター;
非加速器実験の嚆矢]

(INS着任, mission,
TRISTAN, 検出器)

実験技術の基礎、本質
素粒子、原子核、放射線化学、界面物性

INS, KEK, 都立大, 東工大, 東大IR, 実践女大 (東北大)

200GeVから20keVへ



$\sim 10^{-7} \times 10^{-(3\sim 4)}$

横軸(高分解能)、縦軸(高統計)

spectrum, assuming an endpoint energy E_0 . The inset shows the expanded endpoint region for two neutrino mass scenarios.



INS Double Focus $\pi\sqrt{2}$ Air Core Spectrometer

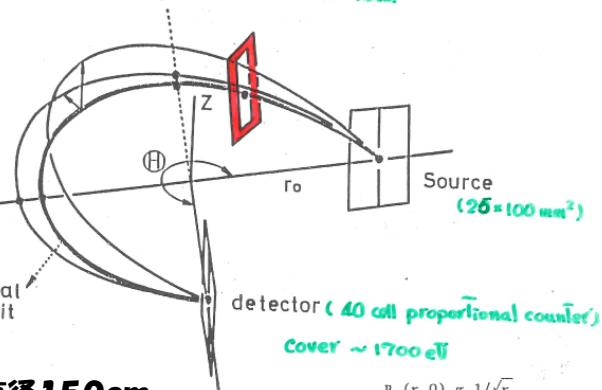
THE HIGHEST ENERGY RESOLUTION

$R = 75 \text{ cm}$

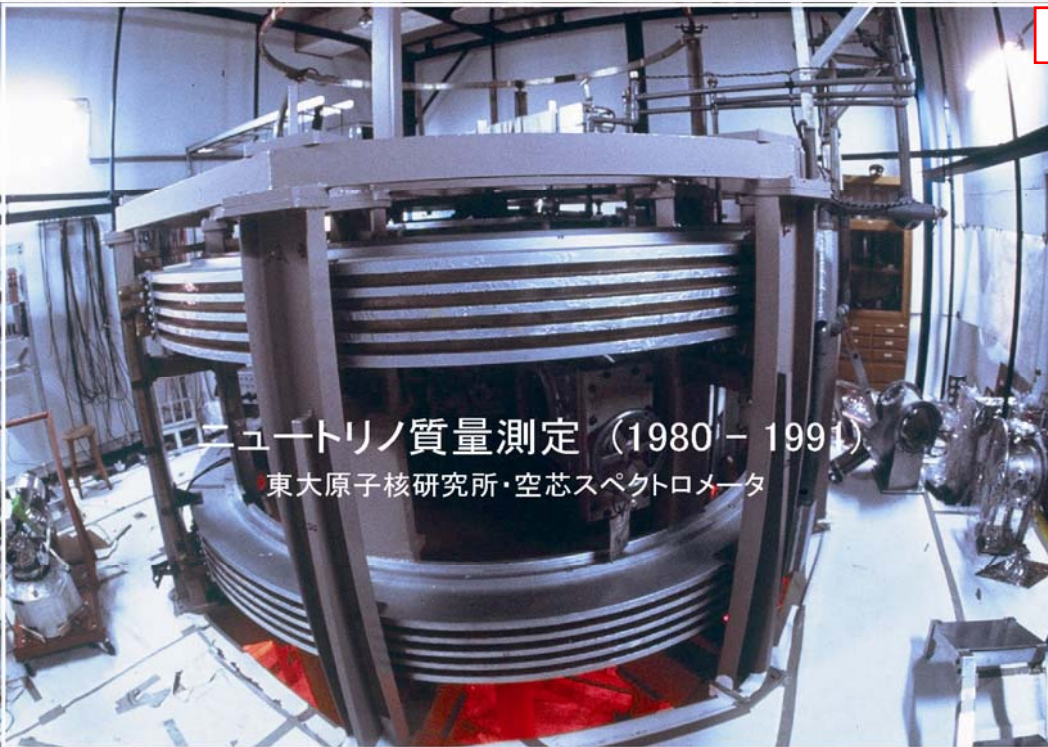
$$\Delta E = 8 \text{ eV} \text{ } \circledast$$

$$(\text{FR} = 0.02\%)$$

- Stability of main coil current 2×10^{-5}
- Fluctuation of external field 0.1 mG
- Transmission 6×10^{-4}
- Dispersion 13.5 eV/mm



1969建設、直径150cm



ニュートリノ質量測定 (1980 - 1991)

東大原子核研究所・空芯スペクトロメータ

分解能 (Air-Core Spectrometer; $\Delta E=8eV$)

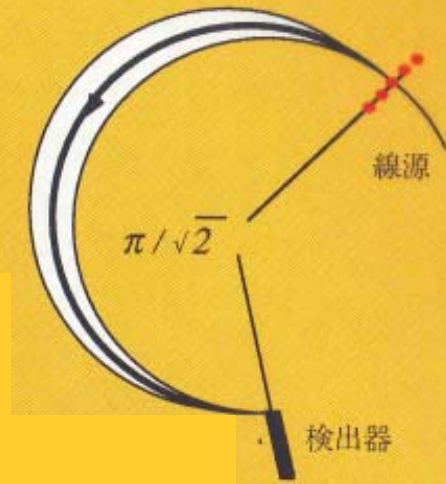
$$B \propto 1/\sqrt{r} \quad (5G, \Delta B=0.0001G)$$

Transmission = 0.0006

Nonequipotential method &
Spectrographic detection

$(200mm/0.3mm) \times (30mm/0.3mm)$
~ 100,000 倍:

$$\Delta p/p = 0.02\%$$



空芯; 3対Helmholtz coils;
世界最高の分解能 & 立体角;

Nonequipotential & Spectrographic

世界と戦える強力 & 独創的な武器

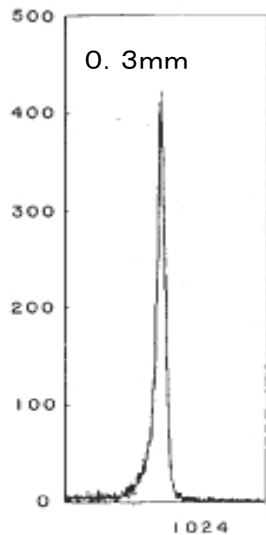


Fig. 3(b) Spectra obtained by optimum potential applied.

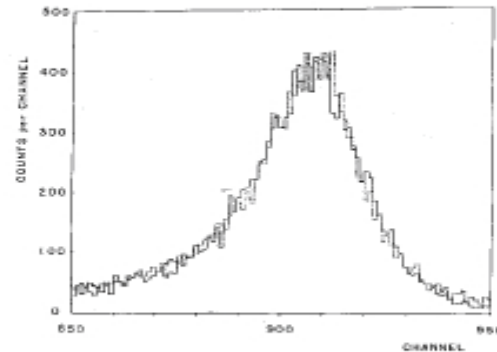
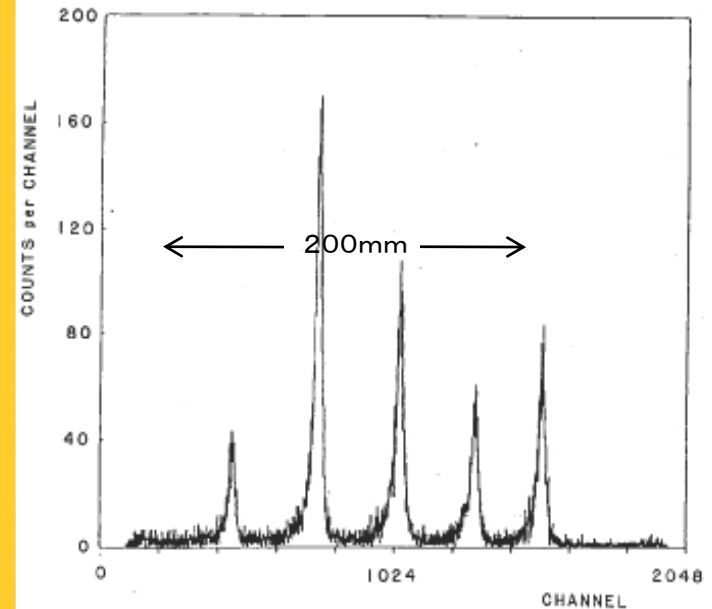


Fig. 4 Calculated sum spectra by lining up the peak position of 5 individual peaks (dotted histogram). Spectrum in Fig. 3 (b) is also plotted with solid line, for comparison.



The spectrographically measured spectra without electric potential. One channel corresponds to $\Delta p/p = 0.0025\%$.

測定の高信頼度

空芯； 3対Helmholtz coils；
世界最高の分解能 & 立体角；

Nonequipotential & Spectrographic

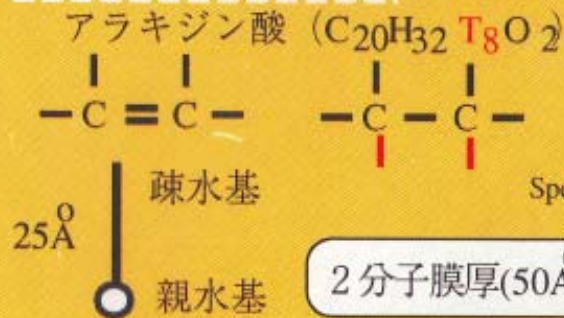
世界と戦える強力 & 独創的な武器

Langmuir-Blodgett Method

1分子膜単位
最高強度の標識化

ソース線 & 校正用線源

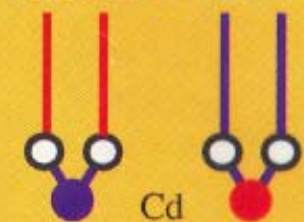
Langmuir-Blodgett Film



Specific activity = 7.4 TBq/mmol

2分子膜厚(50Å): 1.5 GBq/ 65mmx200mm

Response Function



Cd : KLL Auger line at 18.5 keV

● natural ● active

線源を冷却； Cdによる化学結

研究結果

1987年: < 32 eV (95%CL)

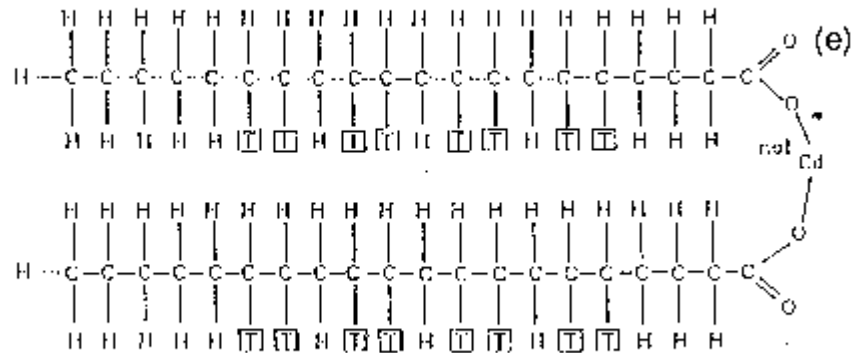
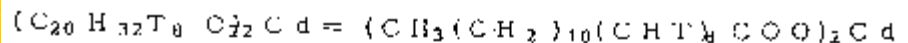
1988年: < 29 eV (95%CL)

1991年: 100,000 counts at 100eV

$m_{\nu^2} = -65 \pm 85 \pm 65$ (eV)

$m_{\nu} < 13$ eV (95%CL)

1991 Olympic : Gold Medal !



(a) Tritium source : cadmium [^{3}H] laurionate

Langmuir-Blodgett Method

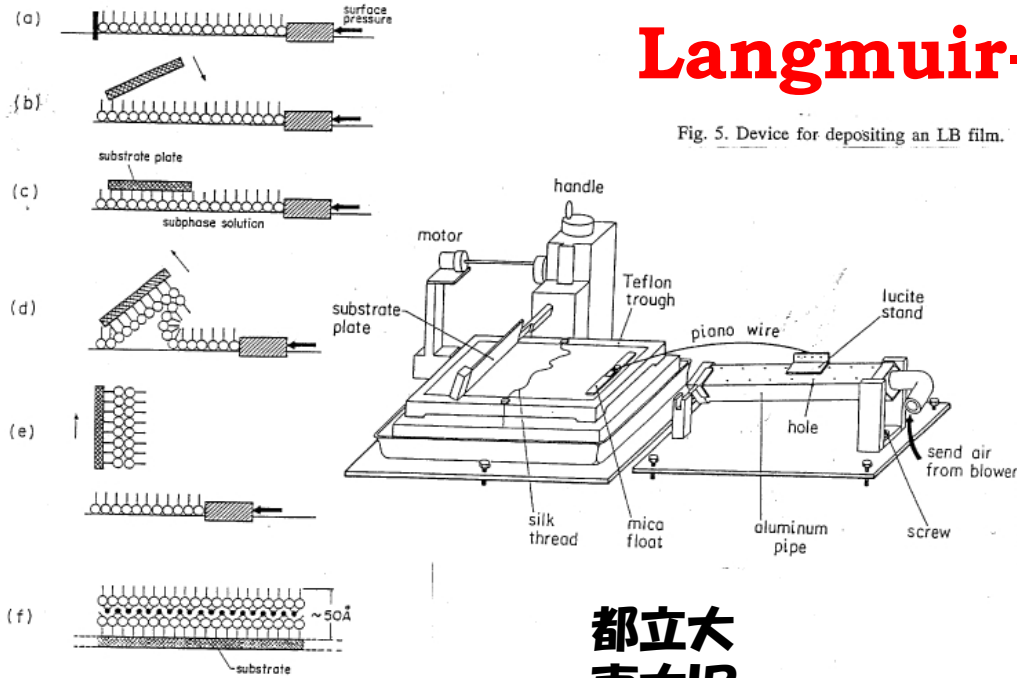
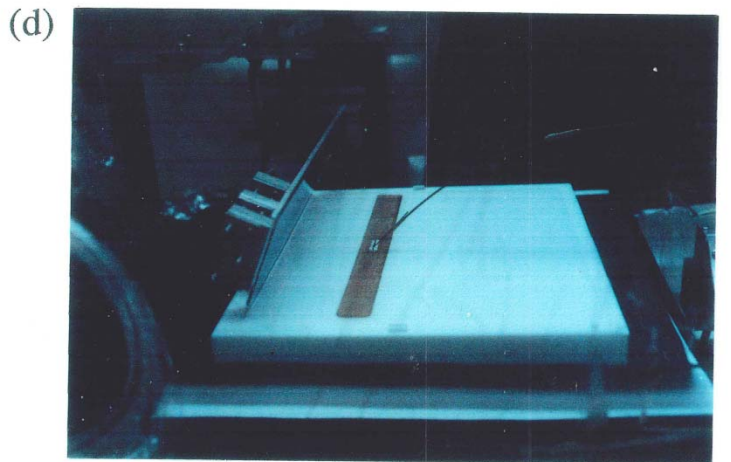
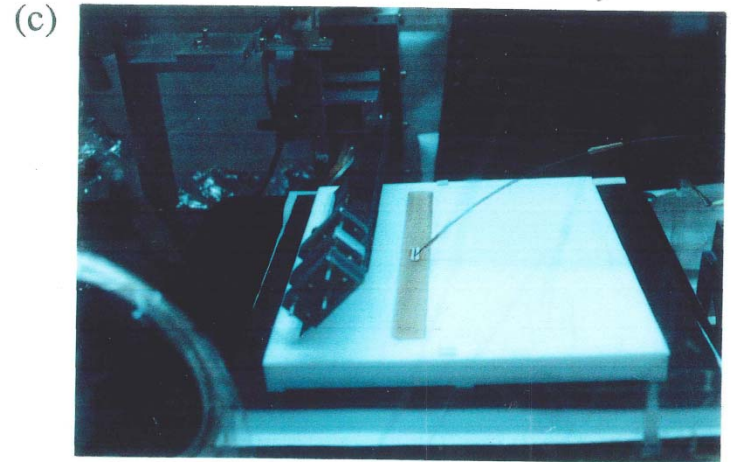
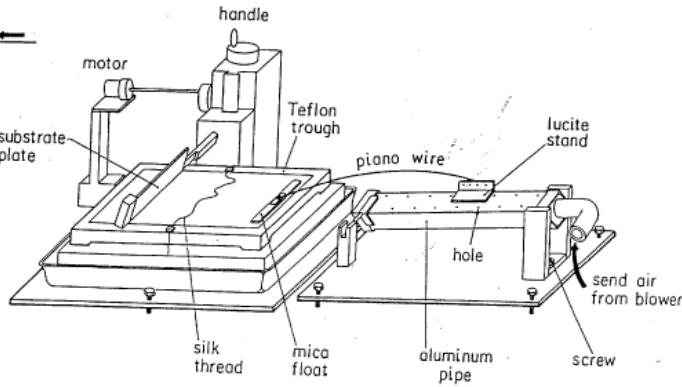


Fig. 1. Illustration of the LB-film and its deposition procedure.

都立大
東大IR

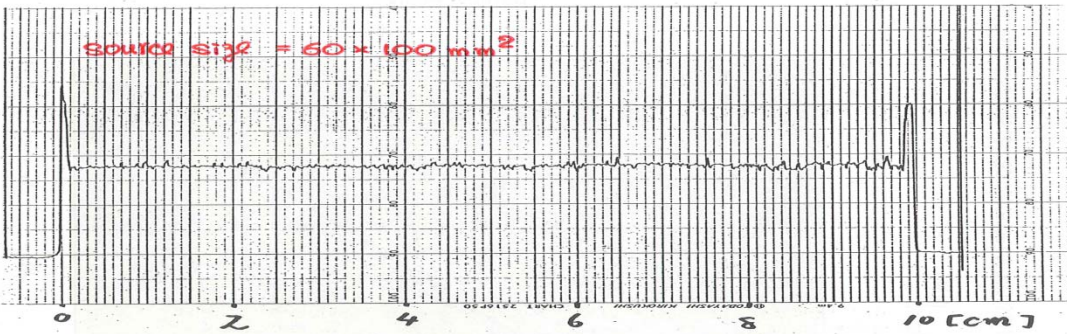
Neutrino/Mass-01-00017

Fig. 5. Device for depositing an LB film.



Uniformity of radioactive LB film (@ ^{109}Cd)

source size = $60 \times 100 \text{ mm}^2$



2 monolayer

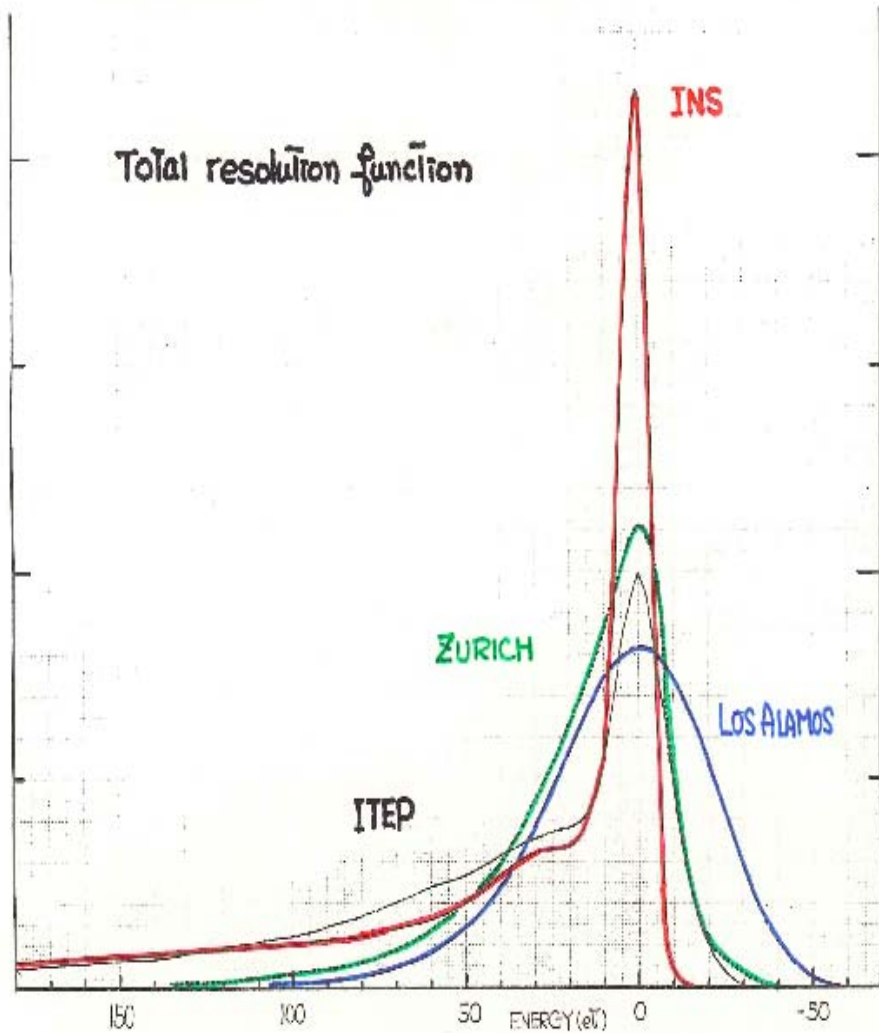
1 monolayer



Callname	M.S. nr.	Fig	Screen	Factor
NIM-A	1399	6c/d.		48

界面物性と放射線化学
200mCi/mm² (原理的に可能な限界)

分解能



(1) Study of the energy loss

The energy losses of β -rays in an adsorbed residual gas on a cooled source, and in a source itself, were examined by measuring their effects on an Ag KLL Auger spectrum; the non-energy loss fractions were found to be ~ 80 and $\sim 88\%$,¹⁾ respectively. Both of the energy-loss spectra have bumps at energy losses of ~ 23 , ~ 43 and ~ 60 eV and a sharp dip at ~ 35 eV, as shown in Fig. 1(a), as an example.

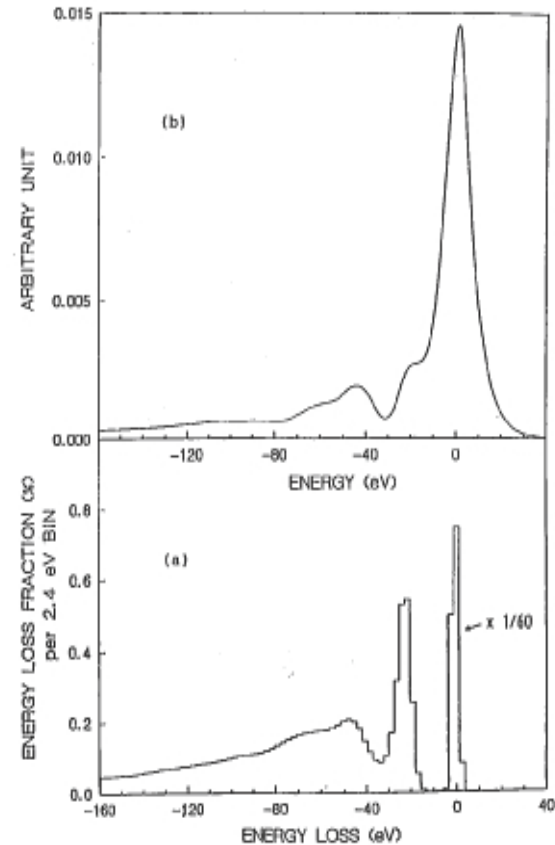


Fig. 1. (a) The spectrum of the energy loss in adsorbed residual gas on the source at -35°C . The peak at an energy loss of 0 eV corresponds to the non-energy loss component.
 (b) The response function obtained from the measured KLL spectrum by eq. (5) in ref. 2). An energy-loss effect similar to (a) can be seen on the response function at the low-energy side.



磁性体freeの建物



空芯内部の洗浄

質量測定 (1980 - 1991)
研究所・空芯スペクトロメータ



ニュートリノ質量測定 (1980 - 1991)
東大原子核研究所・空芯スペクトロメータ



Tritium線源の運搬

(1980 - 1991)
研究所・空芯スペクトロメータ



ニュートリノ質量測定 (1980 - 1991)
東大原子核研究所・空芯スペクトロメータ

ニュートリノ質量測定 (1980 - 1991)

東大原子核研究所・空芯スペクトロメータ



(1980 - 1991)

空芯スペクトロメータ



Tritium&Cd線源



ベータ線検出器



大島グループのベータ線検出器



大島隆義博士(右)が中心となり、川上宏金博士(左)ら多くの人々の協同によって実験が行われている。山口襄夫

所長(中央)も全面的なバックアップをおしまない。

Newton
GRAPHIC SCIENCE MAGAZINE ニュートン

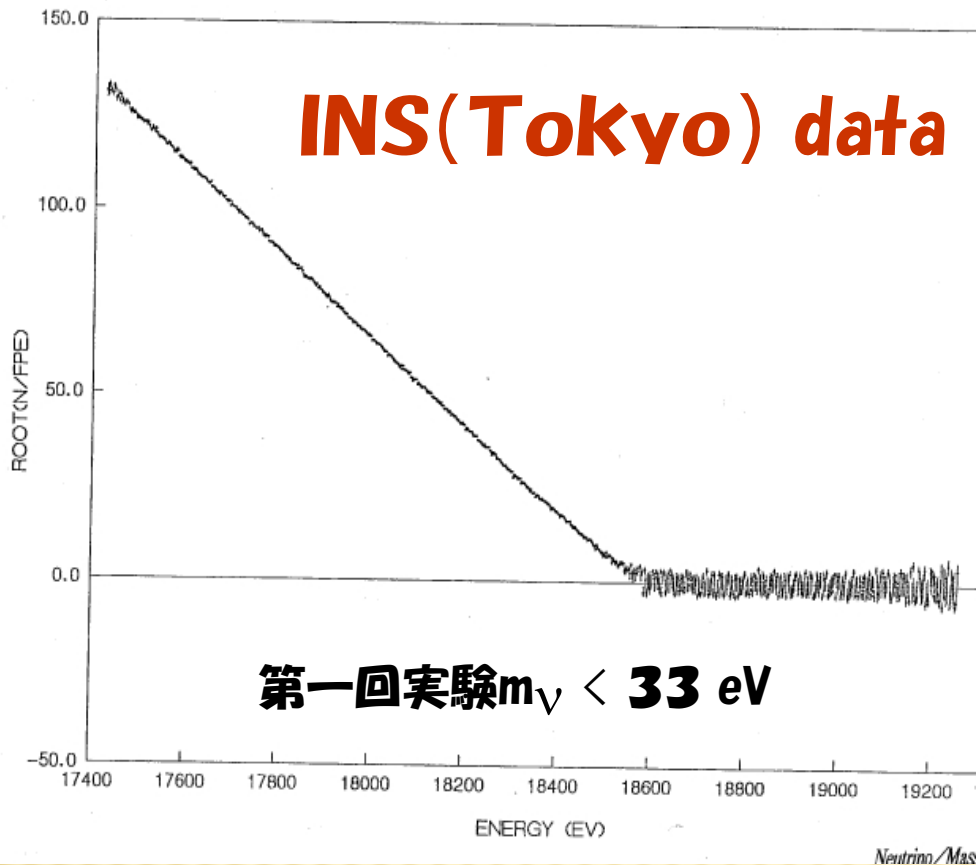
NEWTON SPECIAL
セラミックス
多彩な機能をもつ新素材
発生と進化の解剖学 読者試写
GEOGRAPHIC
カンジス川/市内 田
中 博次氏

12 1985/ December
Vol.5 No.13

ZOOM & FOCUS
ビッグバン理論がえがきだした
宇宙進化のシナリオ

フグ
躍進するハイテクノロシー
ニュートリノのなぞ
NEWTON PLANETARIUM
おろし産

KYOIKUSHA ¥800

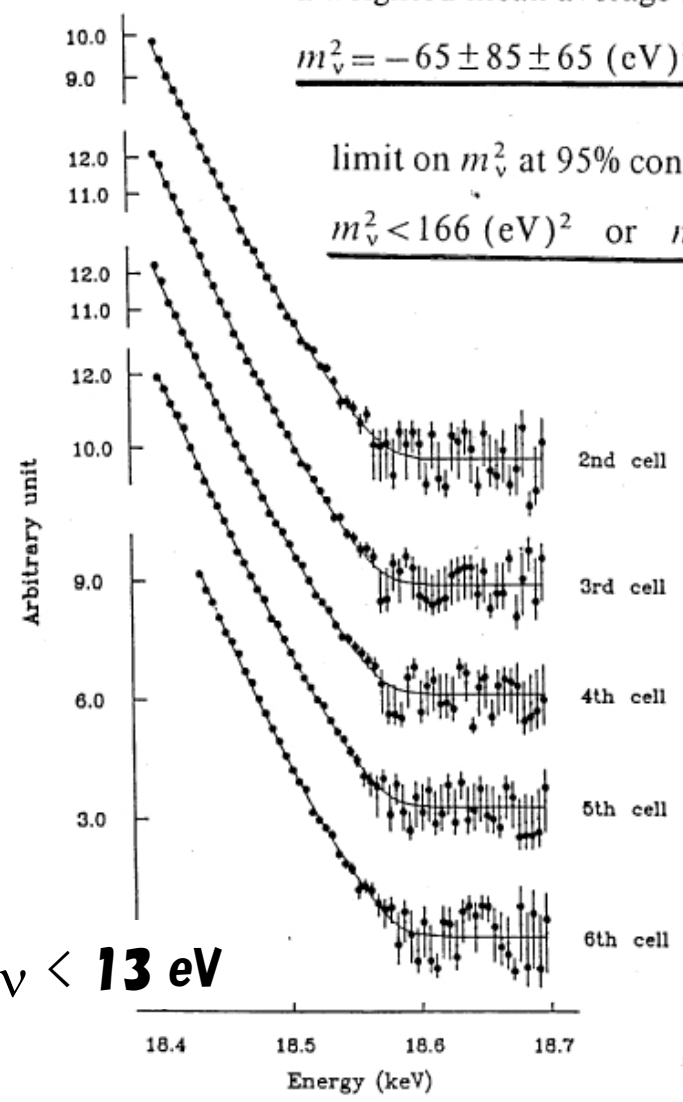


a weighted mean average to yield

$$m_\nu^2 = -65 \pm 85 \pm 65 \text{ (eV)}^2,$$

limit on m_ν^2 at 95% confidence level

$$m_\nu^2 < 166 \text{ (eV)}^2 \text{ or } m_\nu < 13 \text{ eV},$$



実験の醍醐味

第三回実験 $m_\nu < 13 \text{ eV}$

- 基本からの構想、○データの扱い、○第一線の研究

Fig. 3. Observed data and the best fit curves are shown for the energy region from 18.4 to 18.7 keV in the form of Kurie plots. The detection efficiency η is corrected and overlapping data are summed up in the figure.

**3/20のみが
ゴールに到達**

- COMPLETED --
 1- Lyubomiov (Moskow)
 2- Kundig (Zurich)
 3- Robertson (LANL)
 4- Ohshima (INS Tokyo)
 16- Derbin (Leningrad)

- TAKING DATA --
 10- Stoeffl (Livermore)
 19- Bonn (Mainz)

- LIST OF EXP-GROUPS**
- 1- Lyubomiov (Moskow)
 - 2- Kundig (Zurich)
 - 3- Robertson (LANL)
 - 4- Ohshima (INS Tokyo)
 - 5- Fackler (Livermore)
 - 6- Clark (IBM)
 - 7- Jelley (Oxford)
 - 8- Sun (Beijing)
 - 9- Lobashov (Moscow)
 - 10- Stoeffl (Livermore)
 - 11- Graham (Chark River)
 - 12- Boyd (Ohio)
 - 13- Wellenstein (Brandeis)
 - 14- Kalbfleisch (Oklahoma)
 - 15- Simpson (Guelph)
 - 16- Derbin (Leningrad)
 - 17- Bergkvist (Stockholm)
 - 18- Daniel (Munchen)
 - 19- Bonn (Mainz)
 - 20- Shang (Beijin)

; $\Delta E =$ a few eV achieved BUT ?
 ; $\Delta E = 1.6\text{eV}$ achieved BUT ?
 ; taken data BUT ?
 ; $\Delta E =$ a few eV achieved BUT ?

; taken data BUT ?

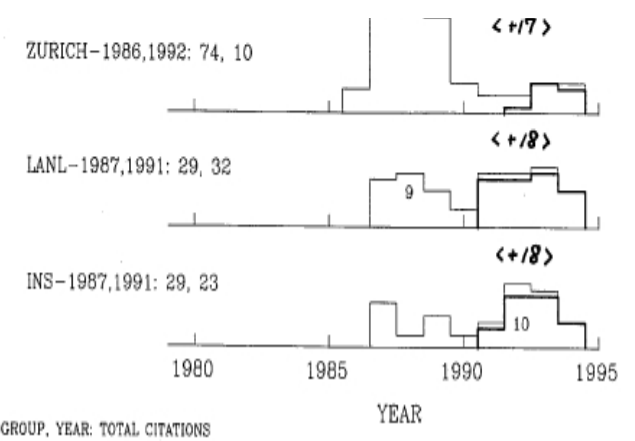
- TO 17keV SEARCH --
 7- Jelley (Oxford)
 11- Graham (Chark River)
 12- Boyd (Ohio)
 15- Simpson (Guelph)

Neutrino Mass Measurements

NUMBER OF CITATIONS (SPIRES 1994.7.26.)

< 97.8.21 >

**在ると云うのは簡単。
 否定するのは非常に難しい！
 可能性をすべて排除。**



基礎物理実験：

すべてがゼロからの発想 (textなし)

すべてを疑う

基礎力が勝負

人との出会い & 自助努力

**若さ (馬鹿さ) が
すべて**

ありがとうございました。

ご健闘をお祈りします。

大島