

INGRID MC work

angle cut

A.Murakami

Motivation

- INGRIDとして見たいニュートリノエネルギー領域は Low energy ($<3\text{GeV}$)
- 今の “Neutrino event selection” では、Low energy に行くほど、検出効率が下がる。
- Low energy neutrino を enhance する新たなカットを考察
 - まずは、”Angle cut” を試みる。

栗本さん修論

検出器モジュールの位置	-4.5m		-3.0m		-1.5m		0.0m	
	# of ev.	efficiency	# of ev.	efficiency	# of ev.	efficiency	# of ev.	efficiency
Generated	15520		22757		28702		30668	
tracker cut	5017	0.32	7918	0.35	10377	0.36	11093	0.36
veto cut	15233	0.98	22326	0.98	28233	0.98	30178	0.98
tracker cut + veto cut	4967	0.32	7857	0.35	10282	0.36	11023	0.36
+ $\theta_{\mu}^{rec} > 20^{\circ}$ cut	1971	0.13	3108	0.14	4143	0.14	4278	0.14

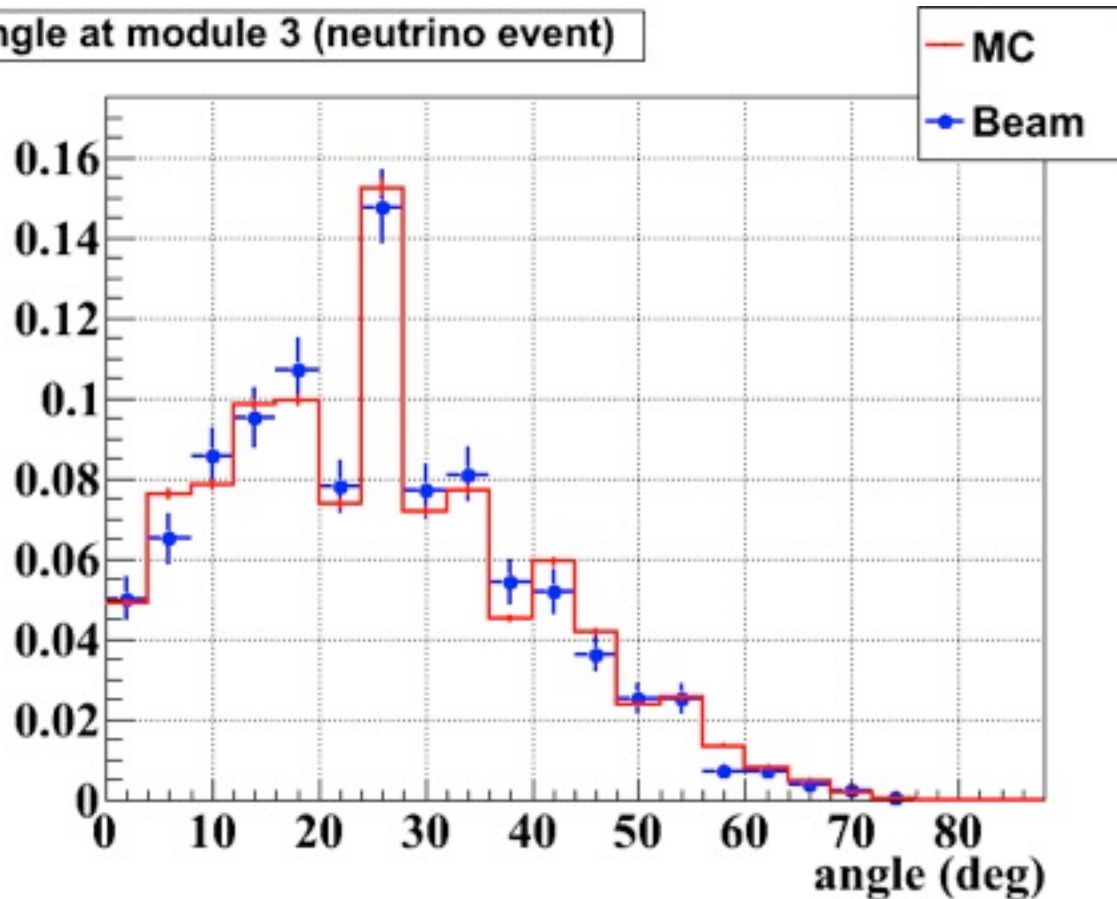
MC Data set

- Jnubeam 10a (250kA&250kA)
- NEUT 29 file = 1.45×10^6 / (ND3 or ND4)
- INGRID MC は ND3, ND4 のそれぞれ独立に行っている。

Analysis

- 通常のビーム解析のカットを全て行った後の、再構成されたトラックの角度を元にイベントセレクトを行う。

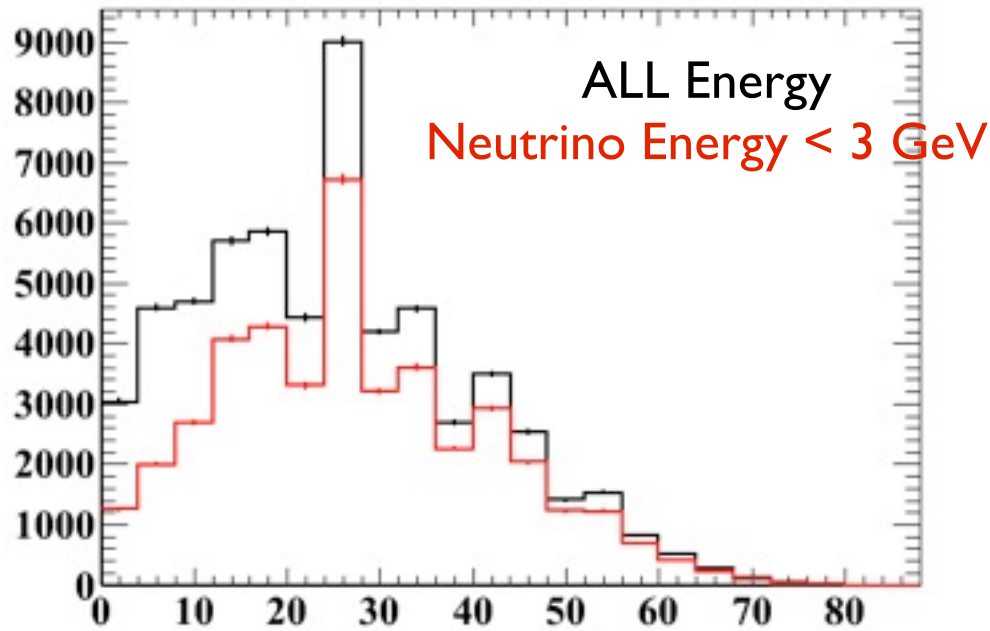
Angle at module 3 (neutrino event)



“Neutrino event selection”後の再構成した角度分布 (@Module3, 面積で規格化)
→ どのモジュールでも同様の構造が見られた。
→ 今回は Module3 での反応についてのみ考察する。

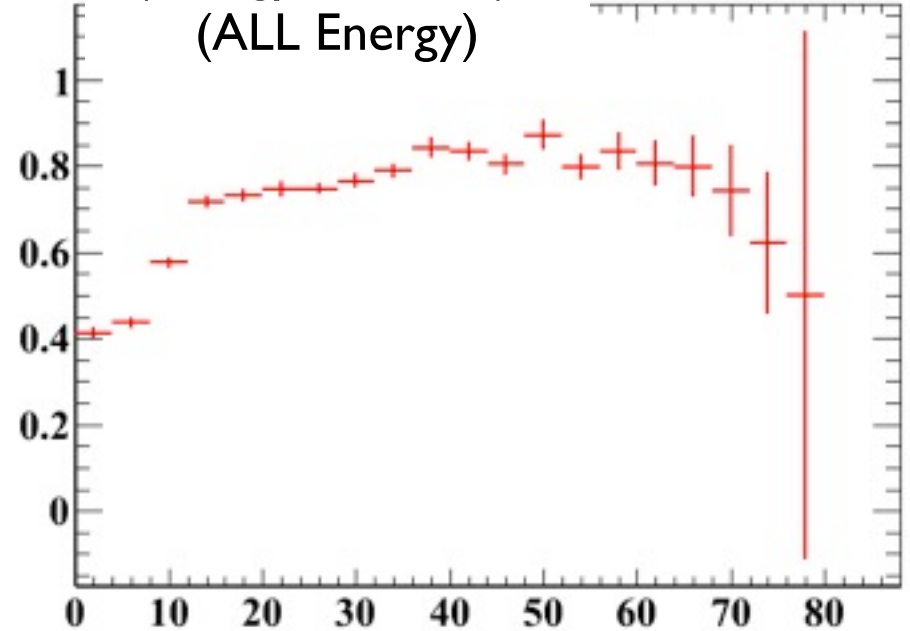
Threshold of recon angle

Recon angle distribution @Module3



recon angle [deg]

(Energy < 3 GeV) / (ALL Energy)

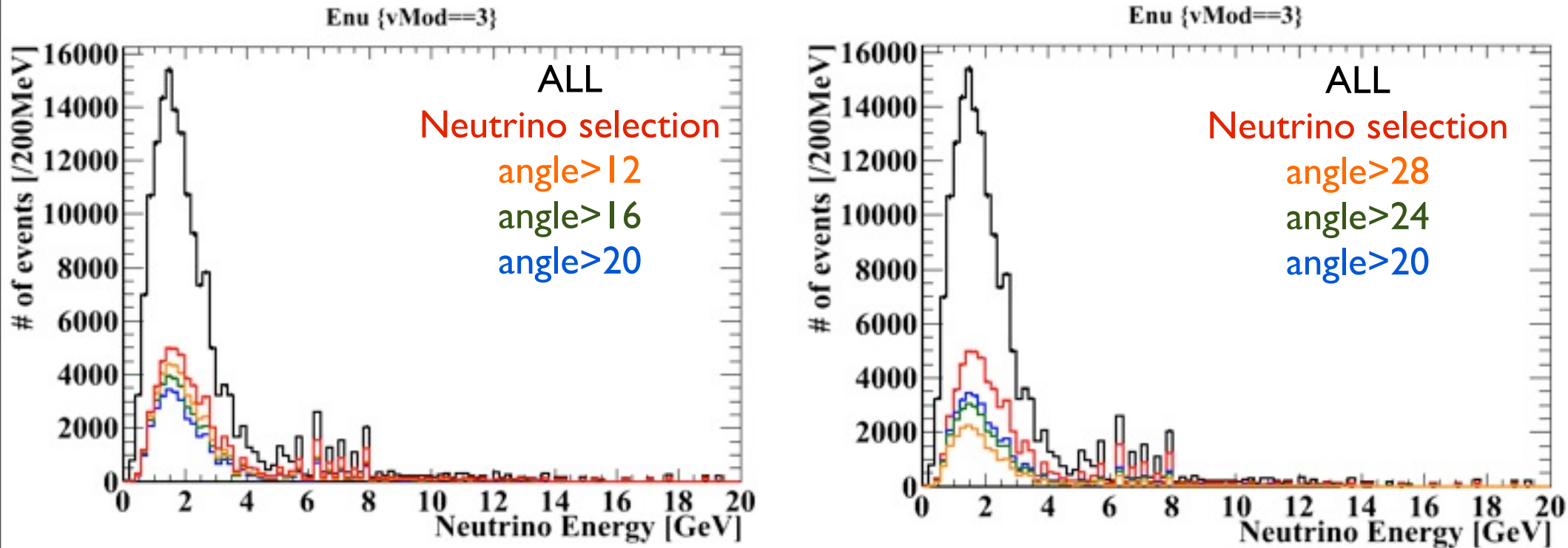


recon angle [deg]

過去のStudy(by 栗本さん)では angle threshold = 20°

→ Angle threshold = 12, 16, 20, 24, 28 を試す。

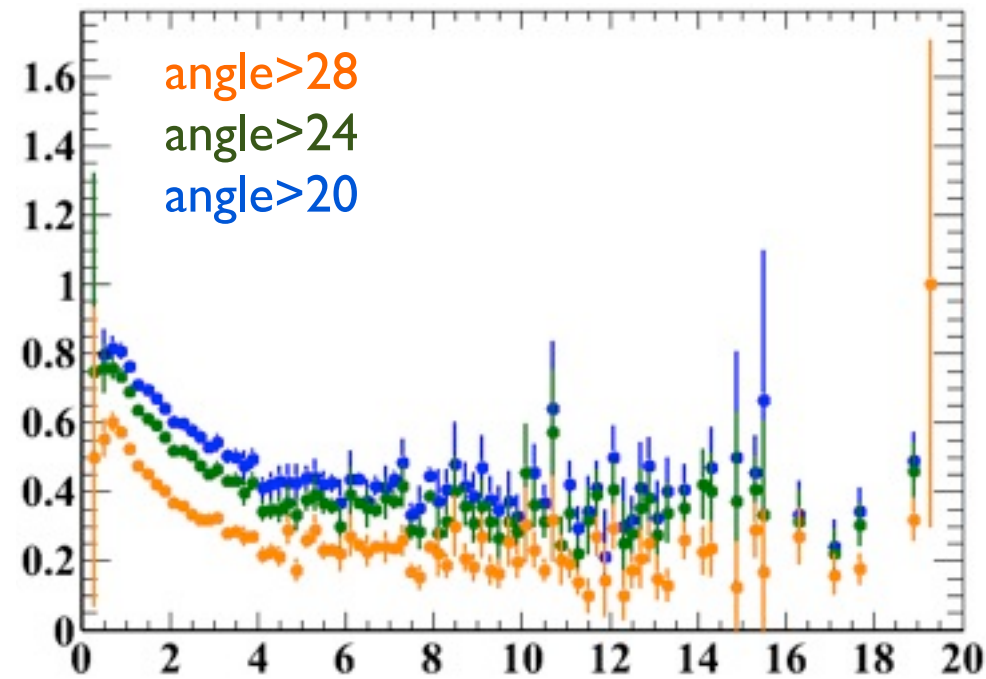
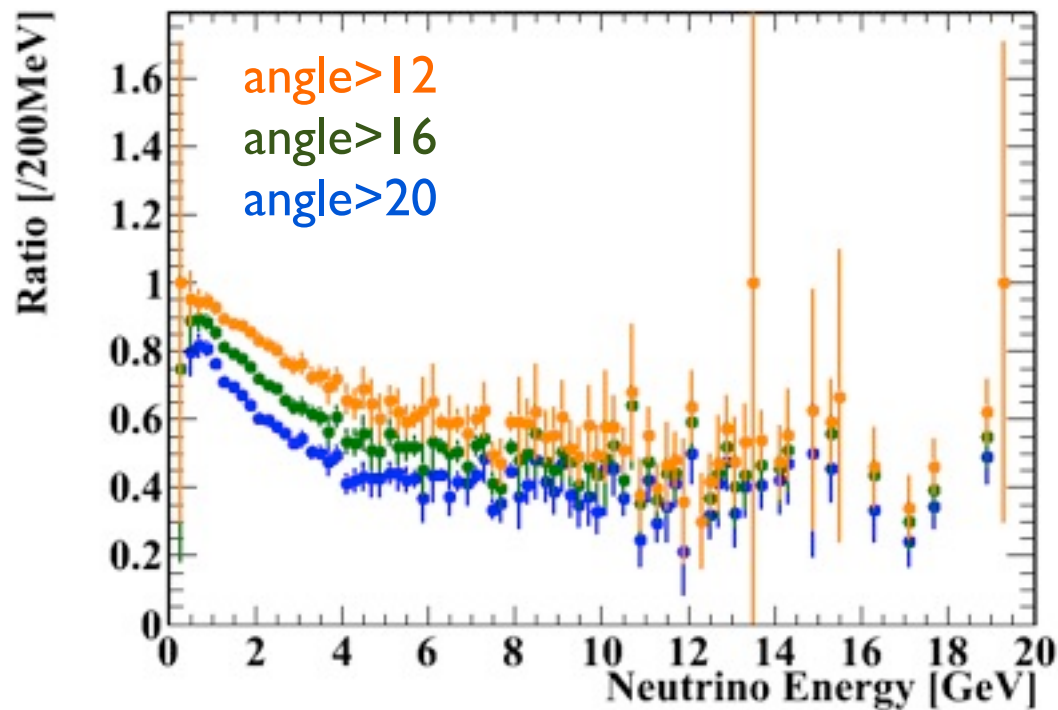
Neutrino Energy after cut



- モジュール3内での反応数(ALL), 今の”Neutrino event selection”, そこに角度カットをかけた後のニュートリノエネルギー分布
- 3GeV以下が enhance されているかを見たい。

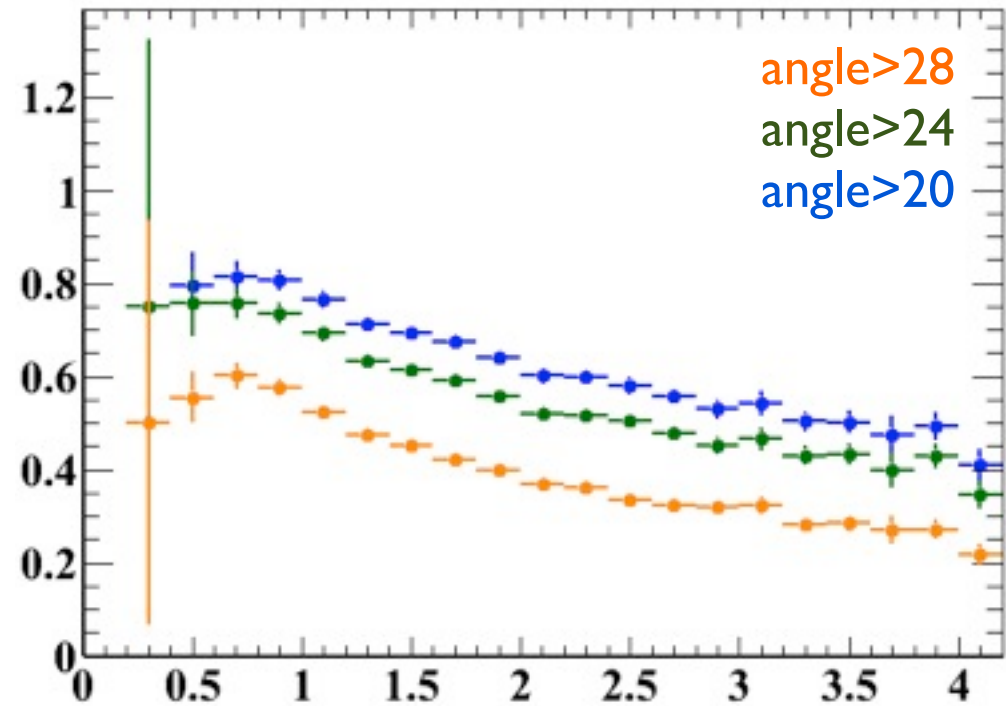
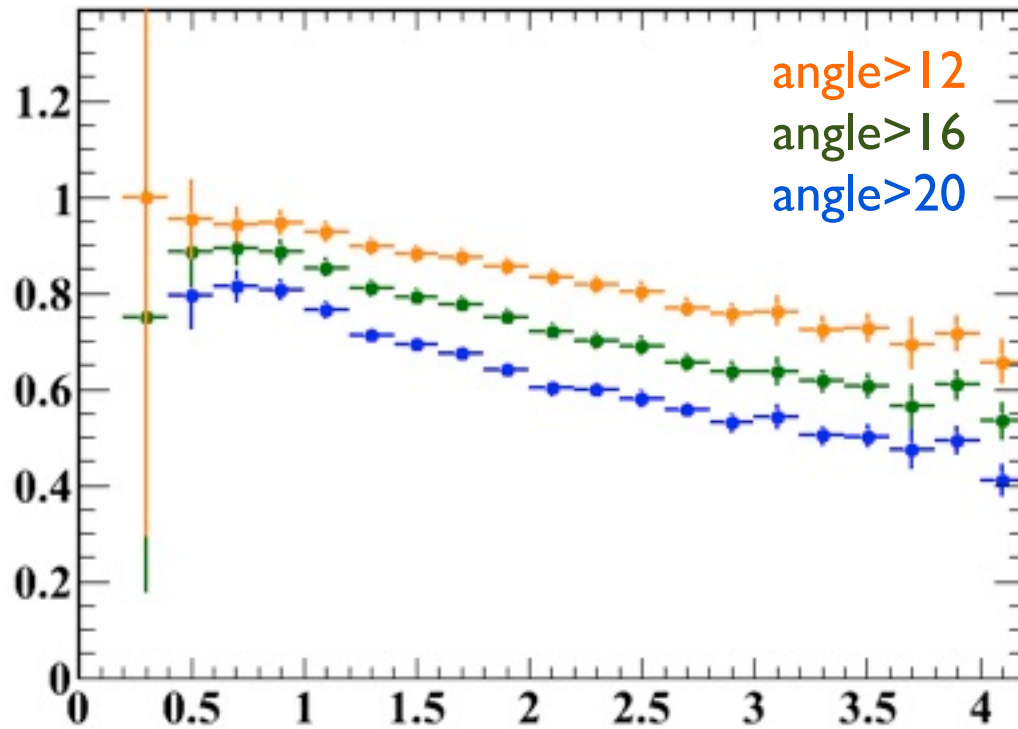
Ratio to current “neutrino selection”

$$\frac{\phi_{\text{current neutrino selection}}^{\text{obs}}(E\nu)}{\phi_{+\text{angle cut}}^{\text{obs}}(E\nu)}$$



Events at low energy region are enhanced

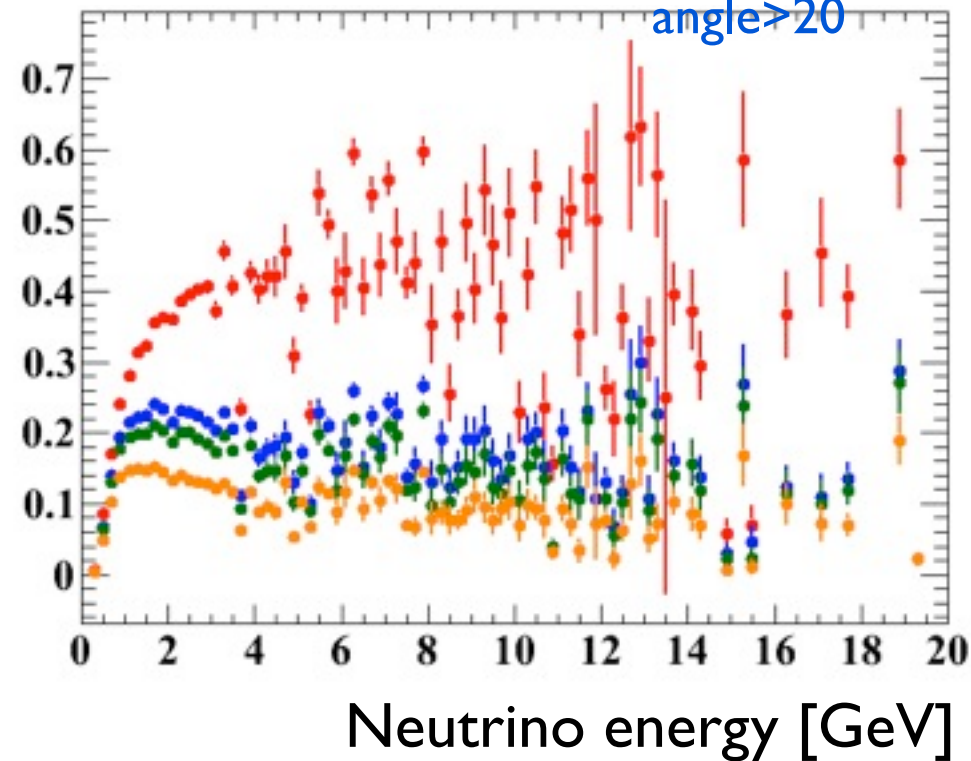
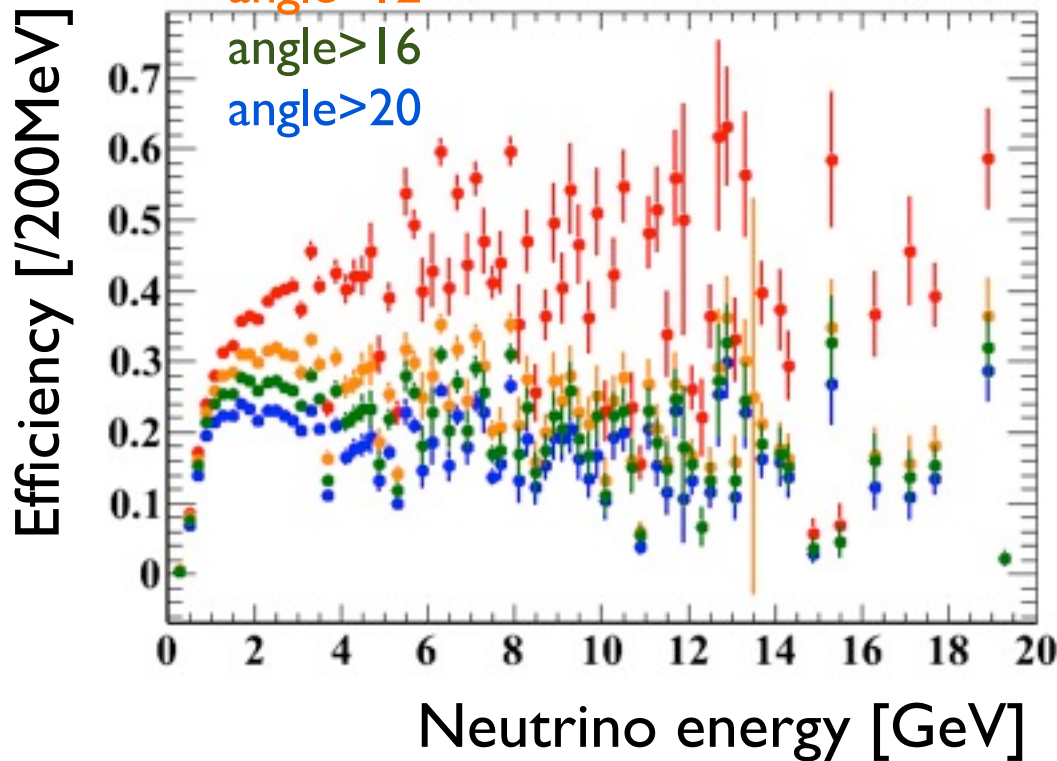
Ratio to current “neutrino selection” (Zoom low energy region)



Efficiency after angle cut

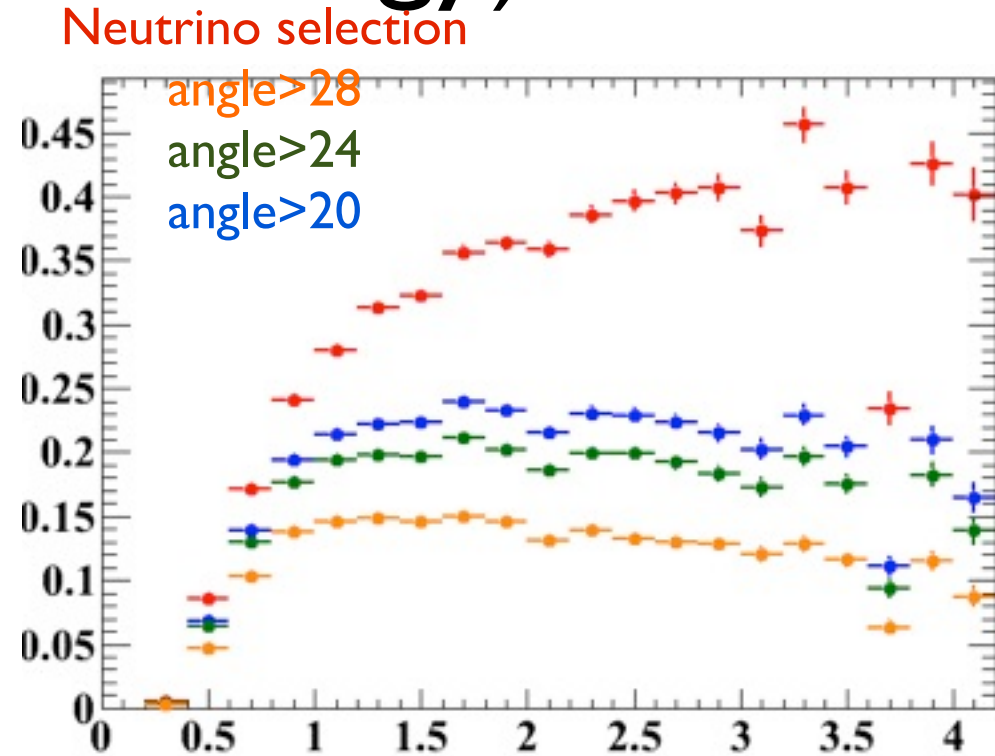
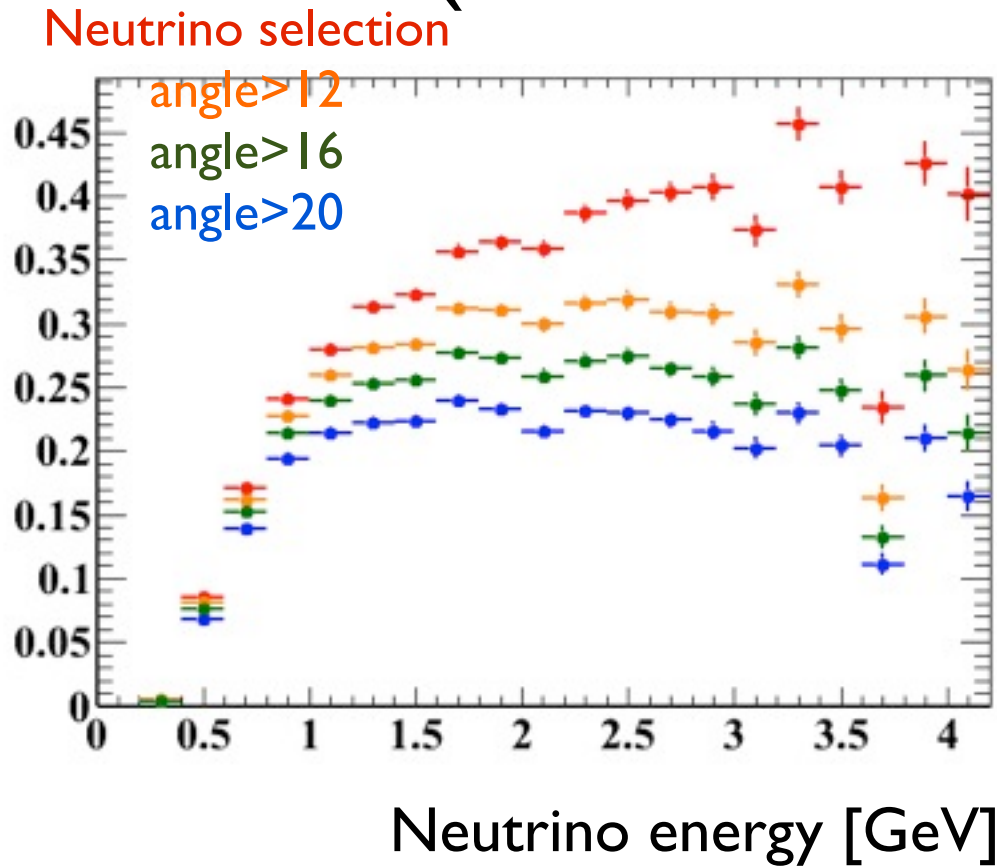
$$\frac{\phi_{event\ selected}^{obs}(E_{\nu})}{\phi^{int}(E_{\nu})}$$

Neutrino selection
angle>28
angle>24
angle>20

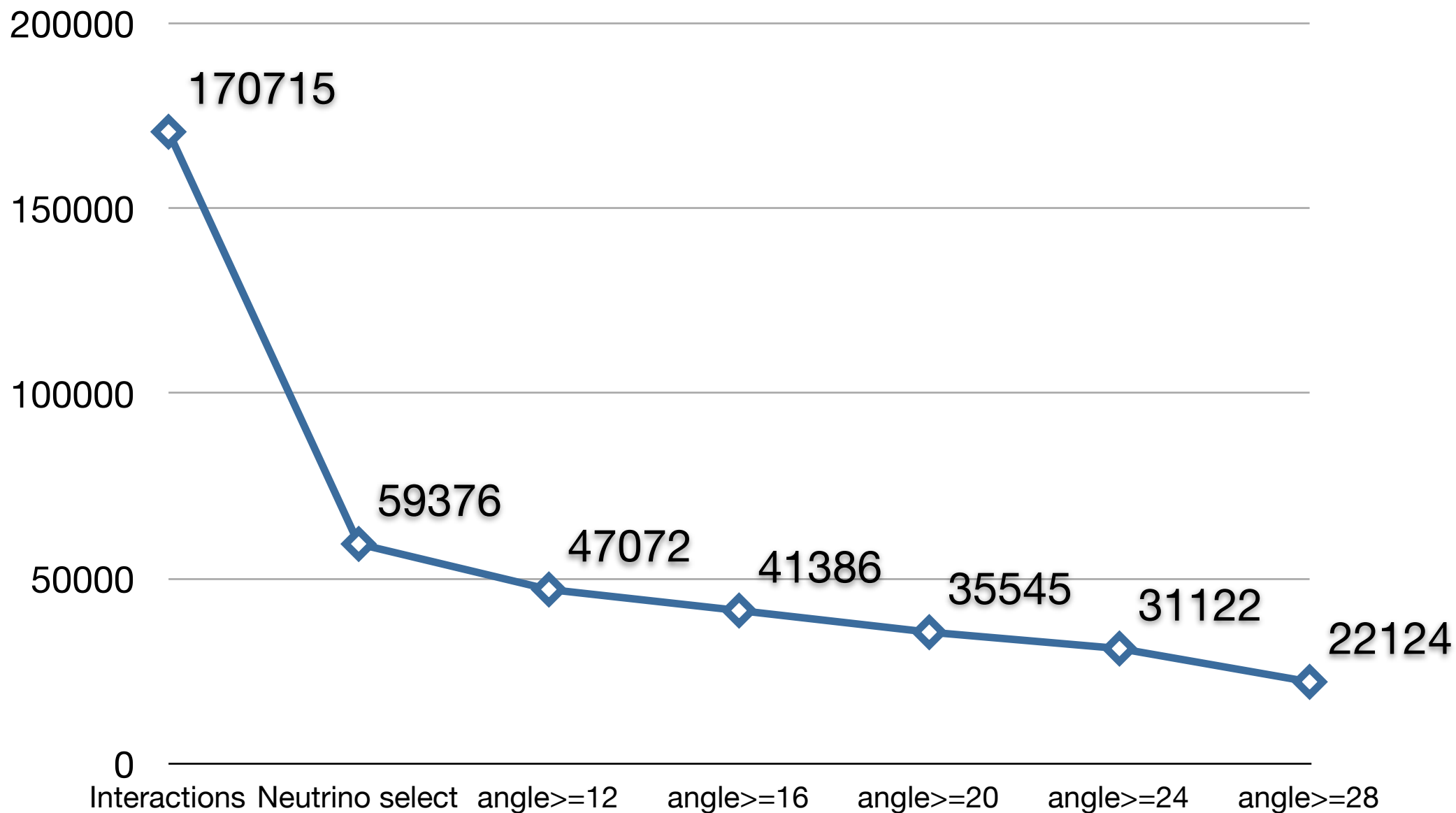


- High energy region での検出効率がlow energy(<3GeV)に比べて落ちている。

Efficiency after angle cut (Zoom at low energy)

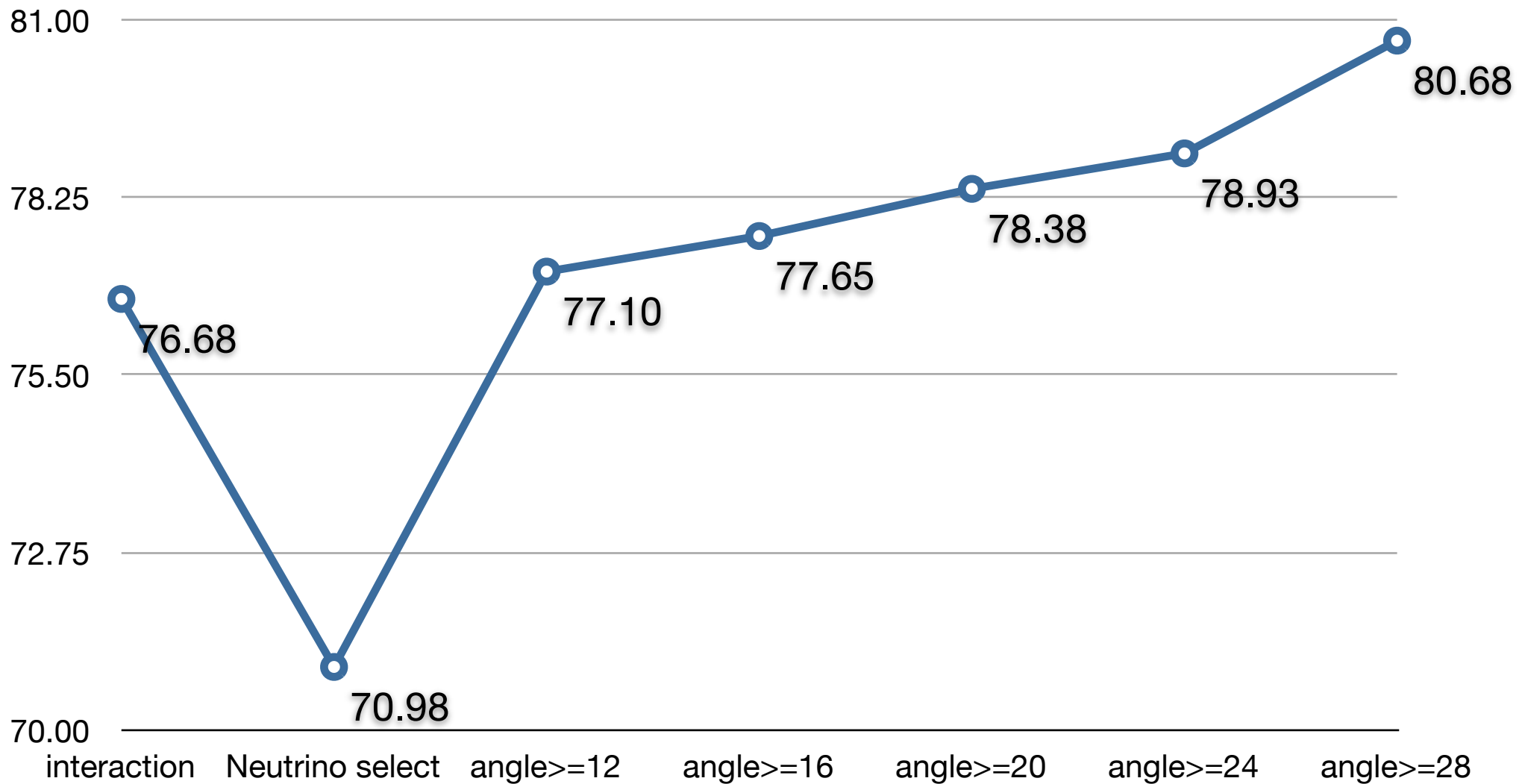


of events



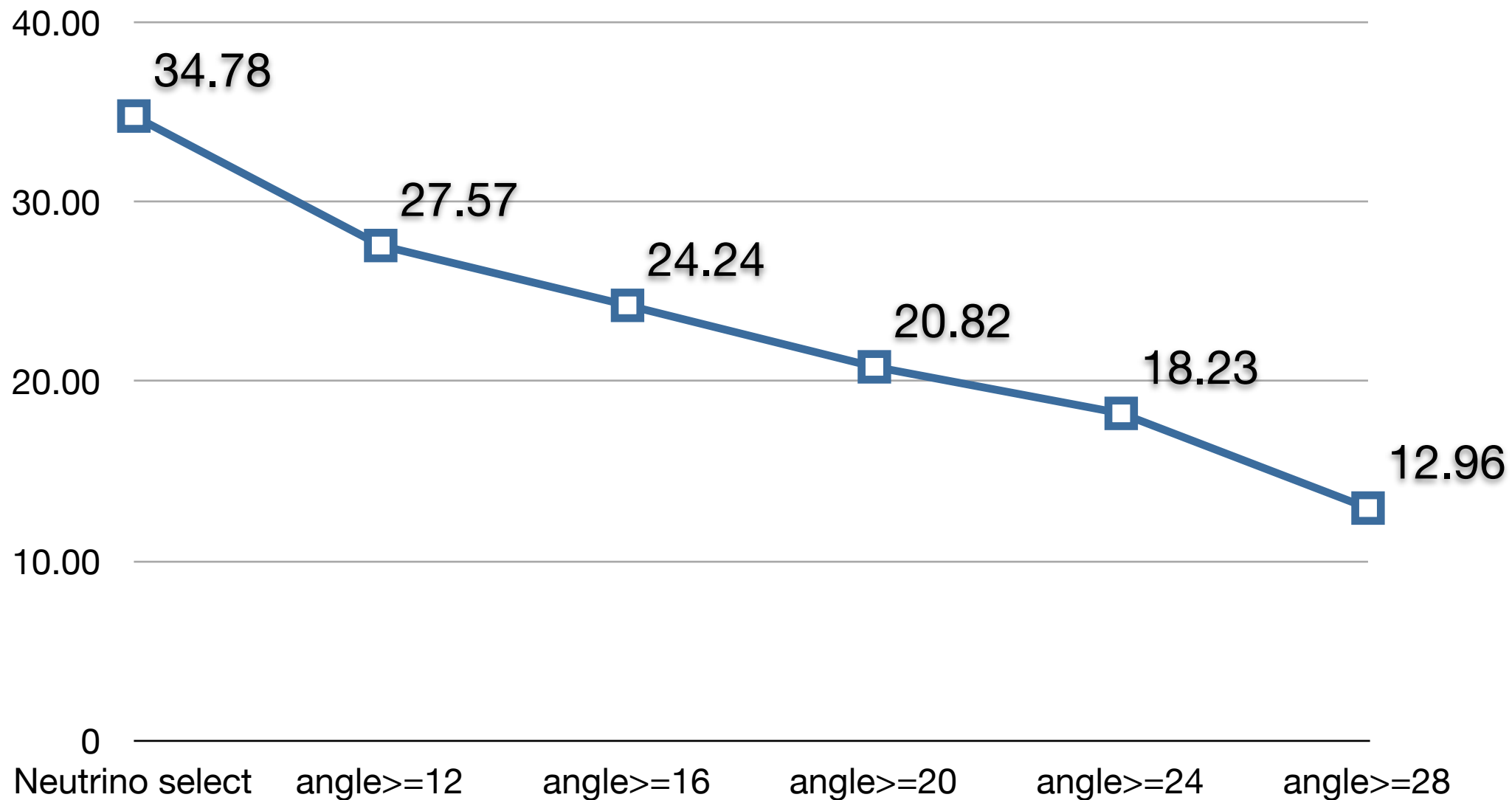
$$\frac{\int_{0\text{GeV}}^{3\text{GeV}} \phi(E) dE}{\int \phi(E) dE}$$

Ratio [%] (Neutrino energy < 3GeV / ALL Neutrino energy)



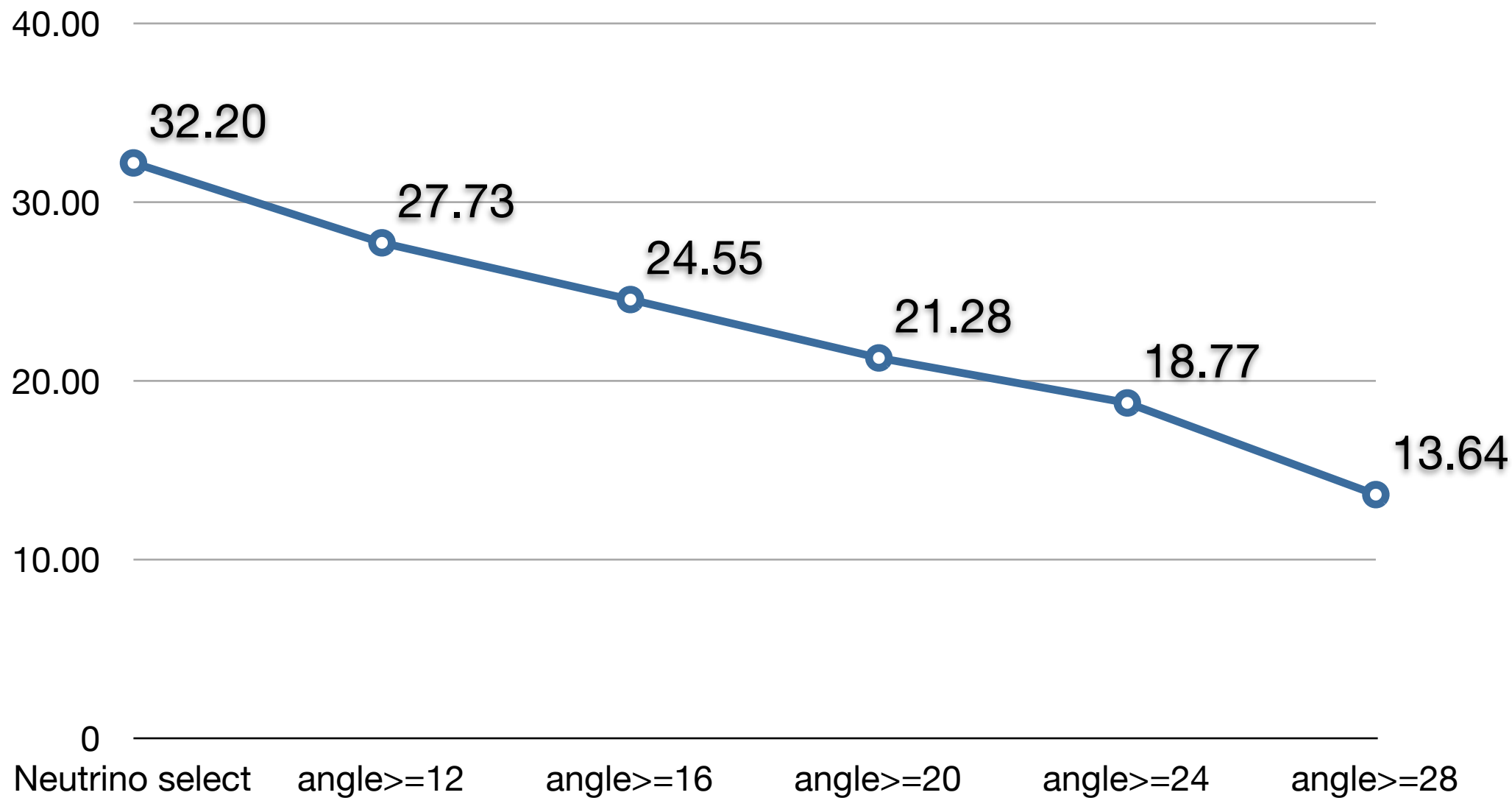
$$\frac{\int \phi^{obs}(E)dE}{\int \phi^{int}(E)dE}$$

Efficiency [%] (at all region)



$$\frac{\int_{0\text{GeV}}^{3\text{GeV}} \phi^{obs}(E) dE}{\int_{0\text{GeV}}^{3\text{GeV}} \phi^{int}(E) dE}$$

Efficiency (at only $E_{nu} \leq 3\text{GeV}$)



Summary

- 角度カットを行うことで、 $E_{\nu} < 3\text{GeV}$ の純度が向上している。
- $\text{angle} \geq 12$ のカットで、“neutrino selection”を行う前の $E_{\nu} < 3\text{GeV}$ の純度まで回復している。
- 一方、検出効率は角度カットが厳しくなるにつれ、一次関数的に落ちている。
- $\text{angle} \geq 20$ と $\text{angle} \geq 12$ を比べると、 $E_{\nu} < 3\text{GeV}$ の純度では1%程度得をしているが、検出効率で7%程度損をしている。
- 貯まった観測数によるが、少ない場合は角度の閾値は低くても良い($\text{angle} \geq 12$ で十分(@Module3))

ToDo

- 角度カットによる
 - 各モジュールでの検出効率の変化
 - ビームセンターの変化

Table

Events	All region	Enu<=3	Enu<=3/ALL
interaction	170715	130900	76.68
Neutrino events	59376	42145	70.98
angle>=12	47072	36293	77.10
angle>=16	41386	32137	77.65
angle>=20	35545	27861	78.38
angle>=24	31122	24565	78.93
angle>=28	22124	17849	80.68
Efficiency(%)	All region	only Enu<=3	
Neutrino events	34.78	32.20	92.57
angle>=12	27.57	27.73	100.55
angle>=16	24.24	24.55	101.27
angle>=20	20.82	21.28	102.22
angle>=24	18.23	18.77	102.94
angle>=28	12.96	13.64	105.22