

卓越创新中心拔尖人才评审 年度工作报告

WWW.IHEP.CAS.CN



李玉峰

中科院高能物理所

2019-12-7@北京

个人简介：李玉峰

基本信息：李玉峰，1981年4月，出生于河北石家庄

学习与科研工作经历：

2004年7月 中国科学技术大学 学士

2010年6月 中科大/都灵大学 联合培养博士

2008-2010 都灵大学 研究助理

2010-2012 高能所理论室 博士后

2012-至今 高能所实验物理中心 副研究员

2019-至今 高能所实验物理中心 特聘青年研究员

学术成果总结

- 在中微子理论和实验交叉的唯象学方面，共发表论文49篇 (近5年32篇)，第一/(共同)通讯作者35篇
- 总引用率2062次，单篇引用率超过300次1篇，单篇引用率超过100次6篇

68 papers found, 67 of them citeable (published or arXiv)

Citation summary results

	Citeable papers	Published only
Total number of papers analyzed:	67	49
Total number of citations:	2,858	2,062
Average citations per paper:	42.7	42.1
Breakdown of papers by citations:		
Renowned papers (500+)	1	0
Famous papers (250-499)	1	1
Very well-known papers (100-249)	6	6
Well-known papers (50-99)	3	2
Known papers (10-49)	19	19
Less known papers (1-9)	22	16
Unknown papers (0)	15	5
h_{HEP} index [2]	20	20

See additional metrics

期刊	影响因子	文章数	引用率
Phys Rev Lett	9.227	1	23
Phys Rev D	4.368	14	765
Phys Lett B	4.162	7	171
J High Energy Phys	5.833	5	169
J Cosmol Astropart P	5.524	3	264
J Phys G	3.534	2	532

高能物理数据库-inSPIRE

部分代表性期刊发表论文统计

研究进展小结 (2018.12-2019.11)

- I. 中微子理论与唯象学: (A) 中微子与原子核相干散射的物理研究
(B) 反应堆中微子束流和能谱的理论研究
(C) 江门中微子实验相关的物理研究

II. 完成论文列表:

共**9**篇, 第一/通讯作者**6**篇; 其中**5**篇已发表, **2**篇已接收, **2**篇投稿中

(1) Neutrino Charge Radii from **COHERENT** Elastic Neutrino-Nucleus Scattering, Published on 26 Dec. 2018, 被**PDG2019**引用

【通讯作者】 **Phys. Rev. D 98, 113010 (2018), PRD editor suggestion**

(2) Neutrino, Electroweak and Nuclear Physics from **COHERENT** Elastic Neutrino-Nucleus Scattering with a New Quenching Factor

【通讯作者】 **arXiv:1908.06045, PRD 接收**

II. 完成论文列表(续):

(3) Diagnosing the **Reactor** Antineutrino Anomaly with Global Antineutrino Flux Data

【**通讯作者**】 Phys. Rev. D 99, 073005 (2019)

(4) New Realization of the Conversion Calculation for **Reactor** Antineutrino Fluxes

【**第一作者**】 Phys. Rev. D 100, 053005 (2019)

(5) A model-independent approach to the reconstruction of multi-flavor **supernova** neutrino energy spectra

【**通讯作者**】 Phys. Rev. D 99, 123009 (2019)

(6) Confronting Tri-direct CP-symmetry **models** to neutrino oscillation experiments

【**第二作者**】 Phys. Rev. D 100, 055022 (2019)

III. 完成论文列表(续):

(7) JULO: A Local 3-D Refined Crust Model for the **Geoneutrino** Measurement at JUNO (首篇 “JUNO地球中微子研究小组” 文章)

【第五作者】 1903.11871, Physics of the Earth and Planetary Interiors 接收

(8) Non-negligible Oscillation Effects in the Crustal **Geo-neutrino** Calculations

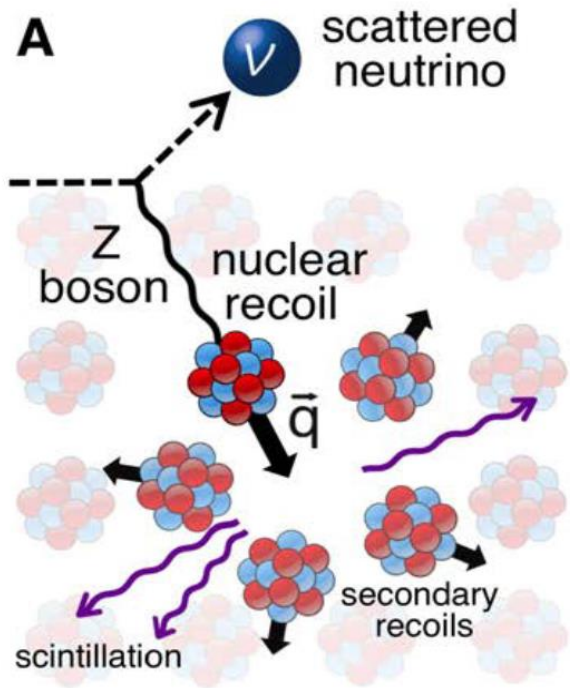
【通讯作者】 1911.12302, PRD 投稿中

(9) Towards the meV limit of the effective neutrino mass in **neutrinoless double-beta decays**

【第三作者】 1908.08355, CPC投稿中

此外, 还有若干JUNO相关的物理研究论文正在进行**内部评审/准备中**

背景介绍(1): 中微子与原子核相干散射过程



Freedman在1974年首次提出: Phys. Rev. D 9 (1974) 1389.

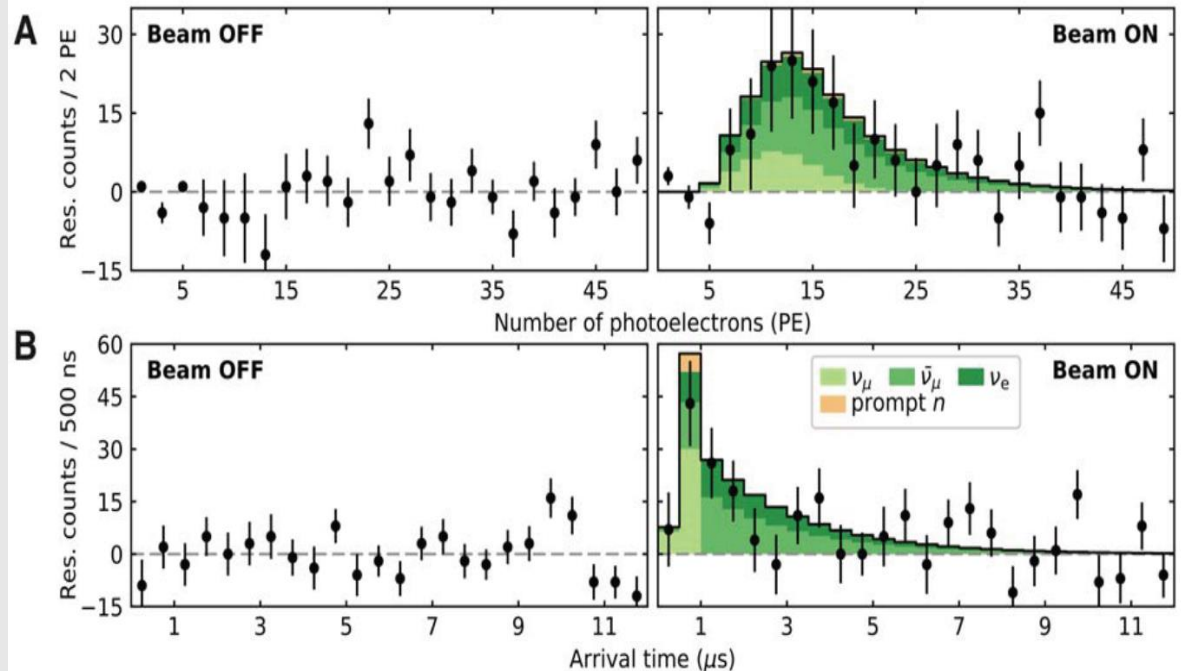
美国COHERENT实验组2017年首次从实验观测到此过程: [美国散裂中子源+ CsI(Na)探测器]

Science 357 (2017) 1123 → 年度10大科技新闻

a) 相干散射过程可以研究
原子核结构

b) 相干散射过程可以研究
粒子物理效应

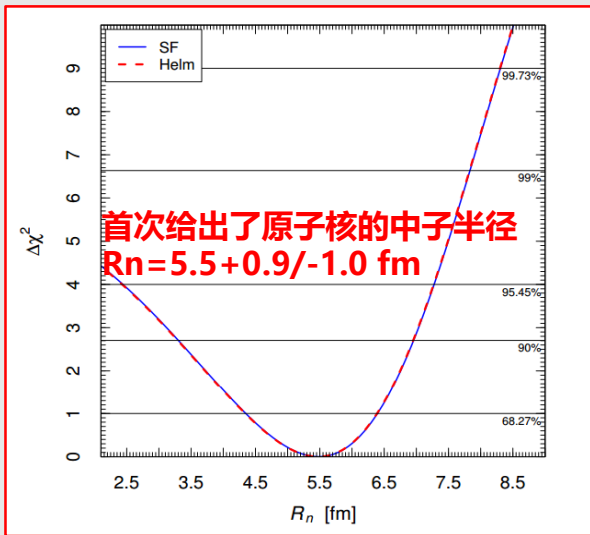
一种全新的中微子探测方法!



具体工作(1): 中微子与原子核相干散射过程

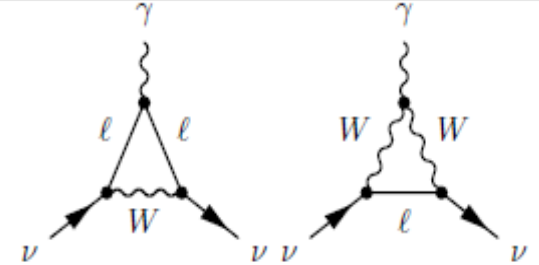
COHERENT实验的首次测量在粒子物理、核物理方面有哪些重要意义?

Phys.Rev.Lett. 120, 072501 (2018)

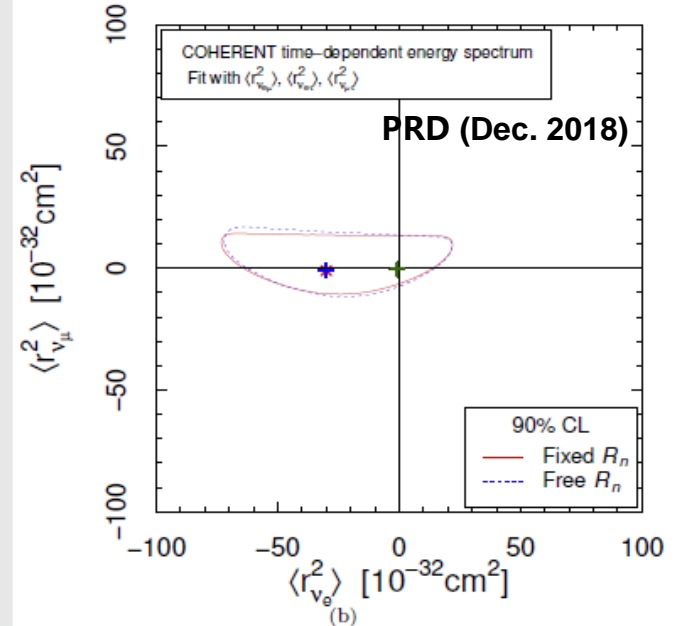


$$\Lambda_\mu(q) = (\gamma_\mu - q_\mu \not{q}/q^2) F(q^2)$$

$$\blacktriangleright F(q^2) = \cancel{F(0)} + q^2 \left. \frac{dF(q^2)}{dq^2} \right|_{q^2=0} + \dots = q^2 \frac{\langle r^2 \rangle}{6} + \dots$$



$$\begin{aligned} \langle r_{\nu_e}^2 \rangle_{SM} &= -8.2 \times 10^{-33} \text{ cm}^2 \\ \langle r_{\nu_\mu}^2 \rangle_{SM} &= -4.8 \times 10^{-33} \text{ cm}^2 \\ \langle r_{\nu_\tau}^2 \rangle_{SM} &= -3.0 \times 10^{-33} \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

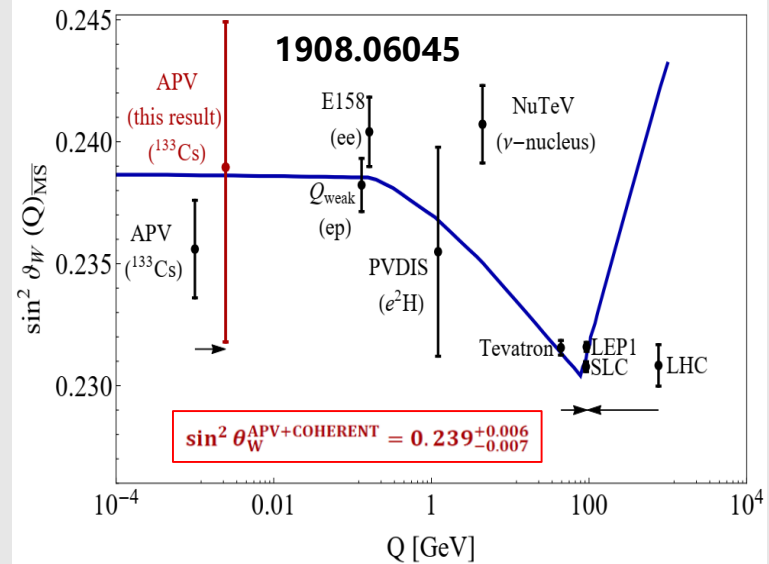
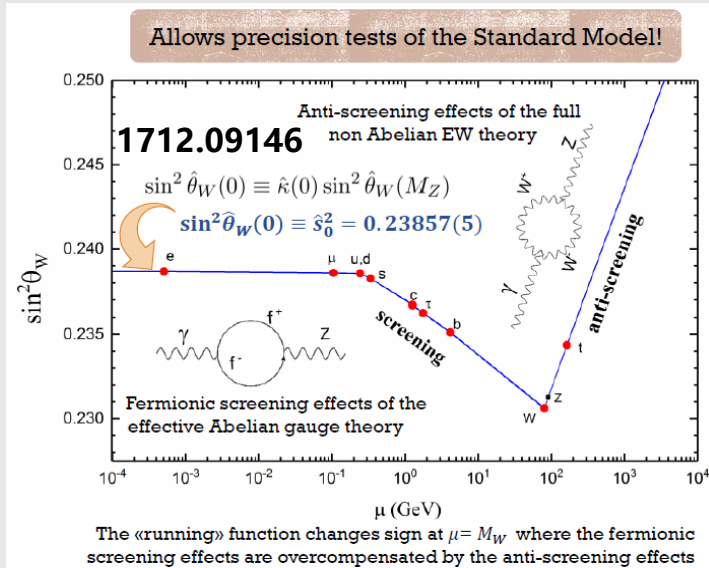


(1) 作为通讯作者, 在PRD发表editor suggestion 文章, 研究中微子的电磁性质: 电荷半径。

➤ 世界最好的mu中微子电荷半径测量, 及首次转化型电荷半径的首次测量。结果被PDG2019收录。

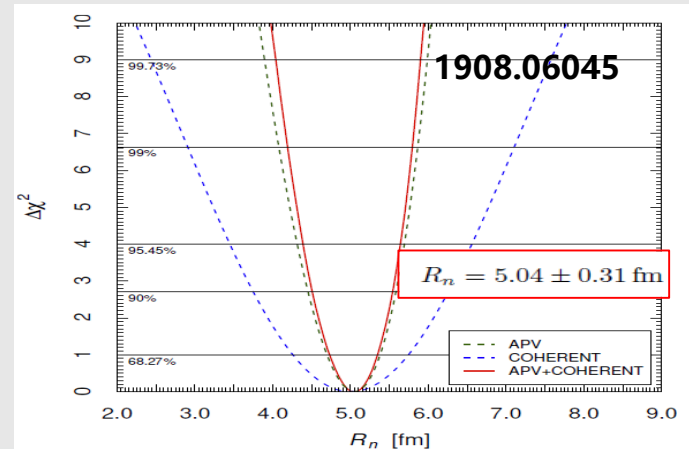
具体工作(1): 中微子与原子核相干散射过程

COHERENT实验的首次测量在粒子物理、核物理方面有哪些重要意义?

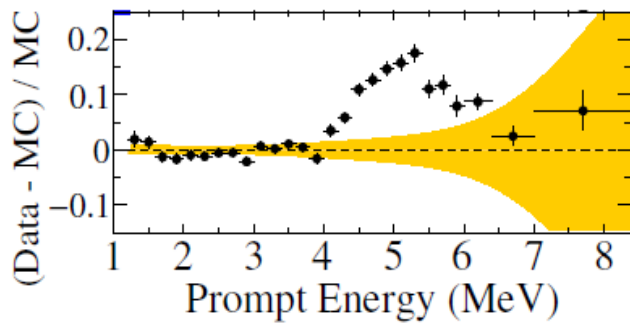
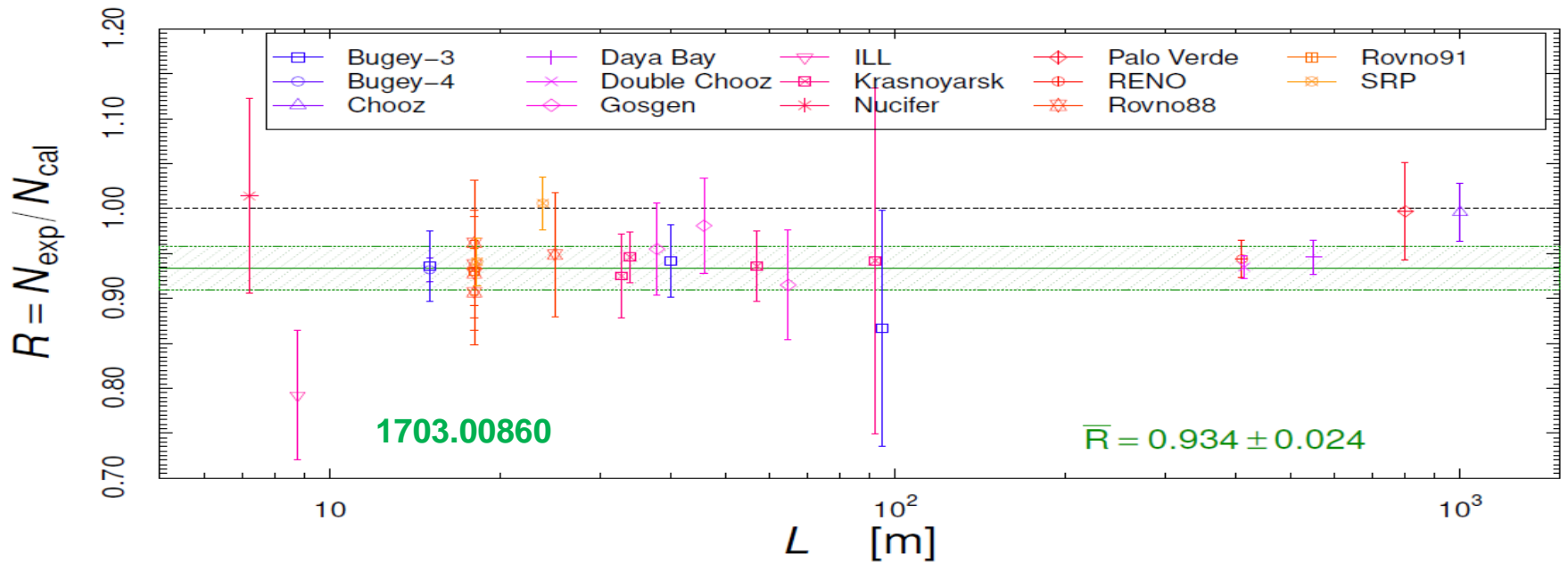


(2) 作为通讯作者, 在PRD发表文章, 研究低能区域的弱混合角的测量, 此外还进一步提高中子半径的测量精度。

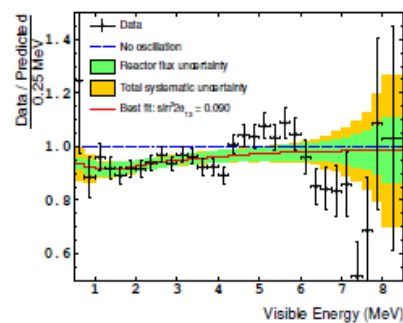
➤ 分析中还利用了新的 quenching factor 测量结果。



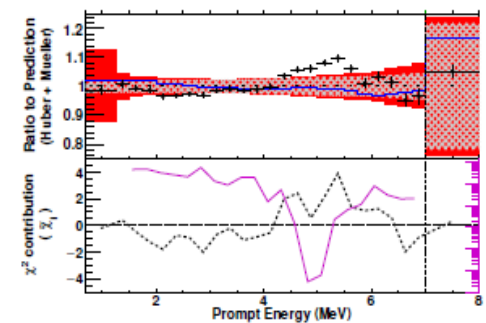
背景介绍(2): 反应堆中微子束流和能谱的理论研究



[RENO, arXiv:1511.05849]



[Double Chooz, arXiv:1406.7763]



[Daya Bay, arXiv:1508.04233]

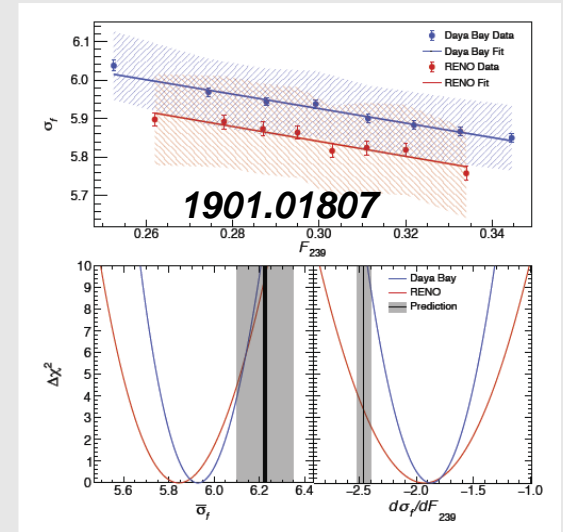
科研工作(2): 反应堆中微子束流和能谱的理论研究

如何解释这些反应堆中微子的反常结果?

在引入任何新物理之前, 需要**仔细检查标准框架下的理论预期**是否有问题

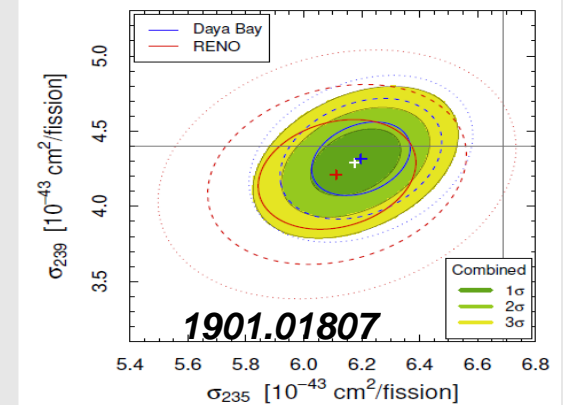
(1) 作为通讯作者在PRD发表文章, 进行**反应堆中微子束流数据的全局拟合**, 检验各种理论假设的可靠性

- 所有理论假设都倾向于U235的束流预期被高估
- 只包含flux数据的全局拟合, 还无法排除OSC贡献
- 需要能谱Ratio的测量结果独立检验OSC假设



	235	239	235+239	235+238+239	235=239=241+238	OSC	235+OSC
χ_{\min}^2	34.6	41.6	34.1	29.9	38.6	33.1	29.5
NDF	39	39	38	37	38	38	37
GoF	67%	36%	65%	79%	44%	69%	80%
r_5	0.933 ± 0.010	(0.941)	0.932 ± 0.009	0.952 ± 0.014	0.941 ± 0.013	(1.014)	0.984 ± 0.025
r_8	(0.890)	(0.868)	(0.914)	0.672 ± 0.135	0.926 ± 0.096	(1.021)	(0.969)
r_9	(0.987)	0.997 ± 0.029	0.969 ± 0.030	1.042 ± 0.046	0.944 ± 0.015	(1.019)	(1.026)
r_1	(0.989)	(0.938)	(1.003)	(1.001)	0.942 ± 0.013	(1.015)	(1.024)
Δm_{41}^2						$0.49^{+0.02}_{-0.03}$	$0.48^{+0.05}_{-0.03}$
$\sin^2 2\theta_{ee}$						0.15 ± 0.04	$0.10^{+0.05}_{-0.04}$

1901.01807

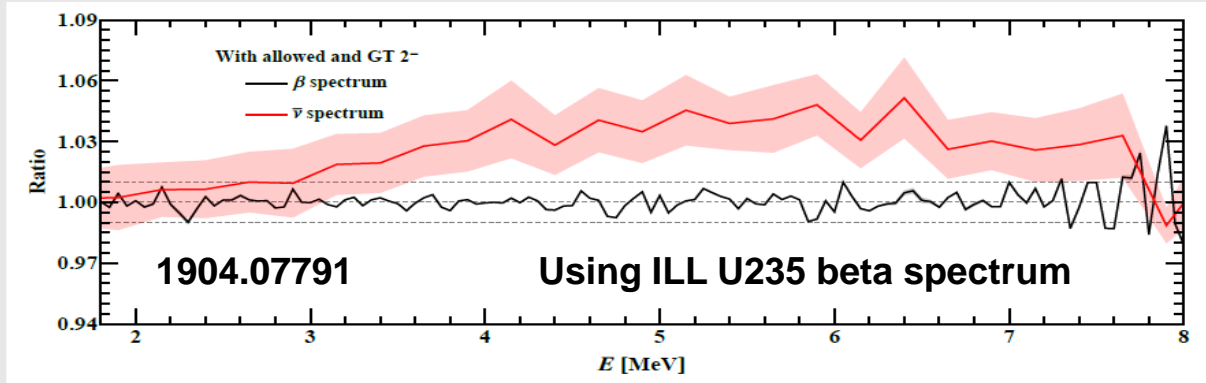
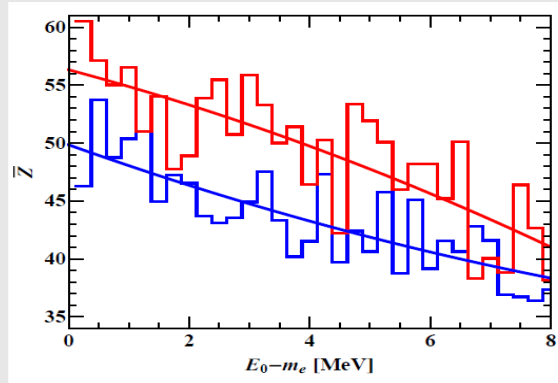
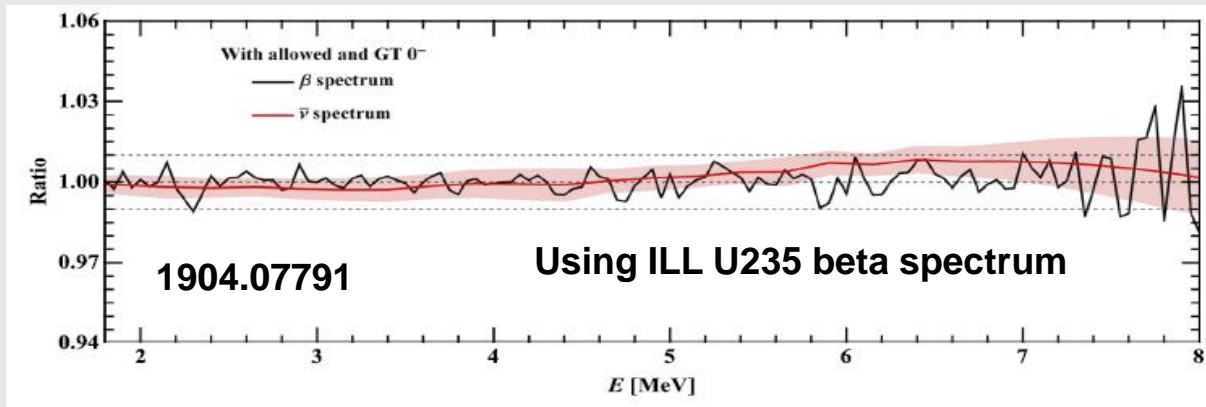
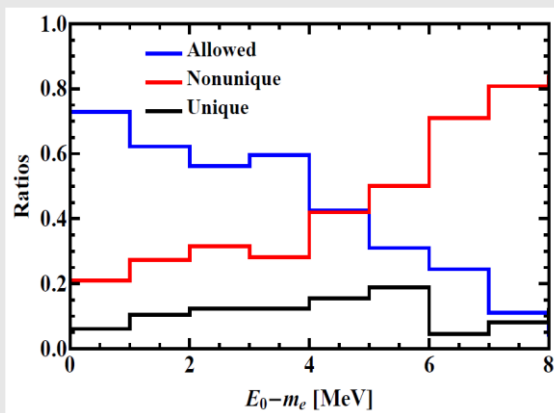


科研工作(2): 反应堆中微子束流和能谱的理论研究

如何解释这些反应堆中微子的反常结果?

在引入新物理之前, 需要**仔细检查标准框架下的理论预期**是否有问题。

(2) 作为第一作者在PRD发表文章, 首次在**贝塔谱反解方法的理论模型中引入禁忌衰变的贡献**, 发现能谱高能区域有很大的变化, **可部分贡献BUMP结构**。



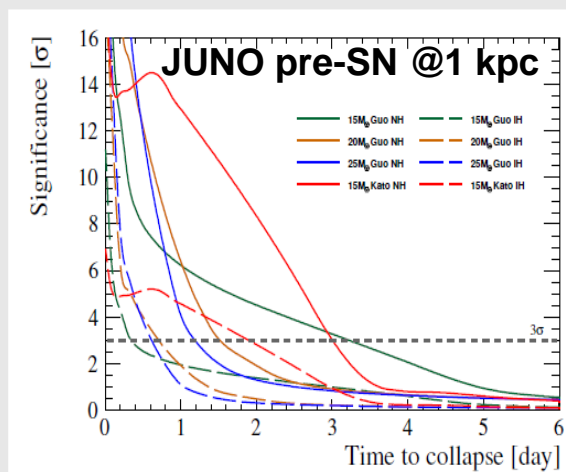
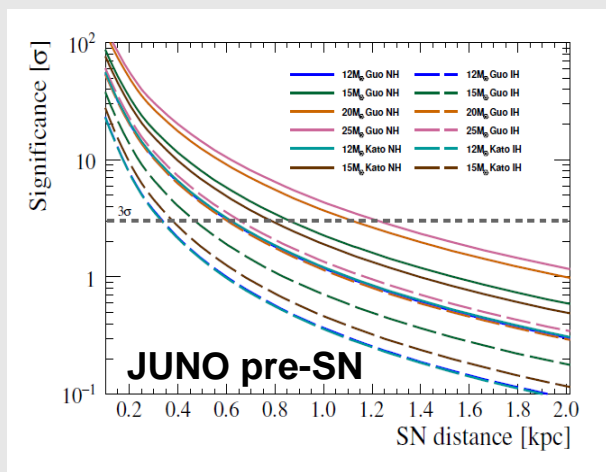
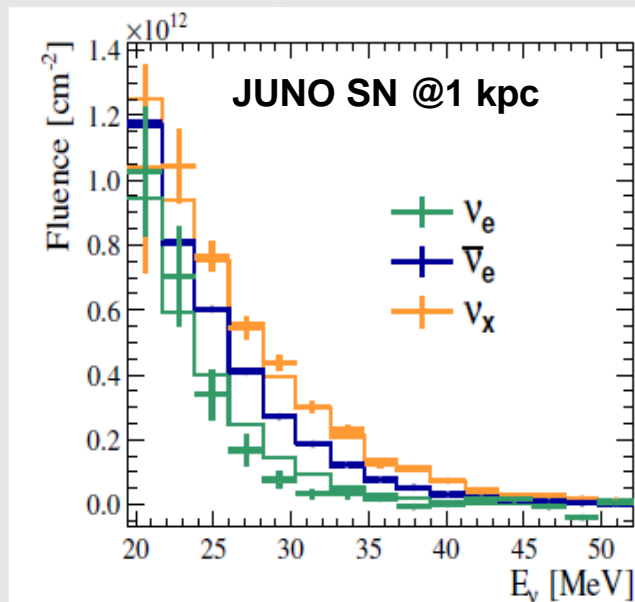
科研工作(3): 江门中微子实验相关的物理研究

核塌缩型超新星爆发中微子的研究:

(1) 作为通讯作者, 在PRD发表论文, 建立了**模型无关**的超新星中微子**能谱重建**的方法, 用以研究超新星爆发机制和中微子味转化效应

Li, Huang, YFL*, Wen, Zhou, PRD 99, 123009 (2019)

$$\begin{bmatrix} N_p D_{IBD} \sigma_{\nu_e}^{IBD} & N_p D_{IBD} \sigma_{\bar{\nu}_e}^{IBD} & N_p D_{IBD} \sum \sigma_{\nu_x}^{IBD} \\ N_p D_{pES} \sigma_{\nu_e}^{pES} & N_p D_{pES} \sigma_{\bar{\nu}_e}^{pES} & N_p D_{pES} \sum \sigma_{\nu_x}^{pES} \\ N_e D_{eES} \sigma_{\nu_e}^{eES} & N_e D_{eES} \sigma_{\bar{\nu}_e}^{eES} & N_e D_{eES} \sum \sigma_{\nu_x}^{eES} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F_{\nu_e} \\ F_{\bar{\nu}_e} \\ F_{\nu_x} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{IBD} \\ S_{pES} \\ S_{eES} \end{bmatrix}$$



(2) 作为通讯作者, 研究了探测Pre-SN中微子的灵敏度和早期预警分析

Li, YFL*, Wen, Zhou,
Under Internal Review,
JUNO Doc-5297

科研工作(3): 江门中微子实验相关的物理研究

超新星背景中微子(DSNB)灵敏度的研究 (2018年规划的两篇JUNO合作组文章之一)
程捷(博士后)、张易于(博士生), 李玉峰

(a) 针对最重要的大气中微子中性流本底, 发展了两套独立的本底估计方法: **ab initial v.s. in-situ**

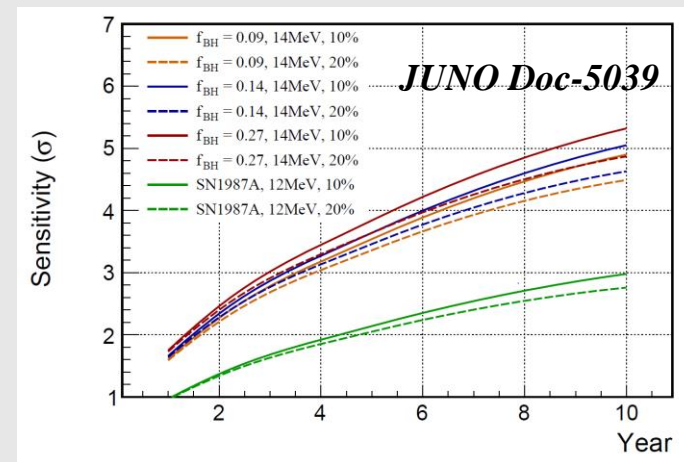
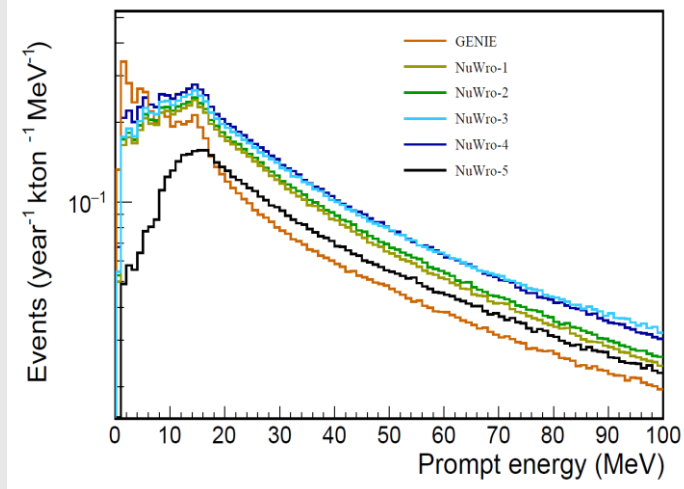
Cheng, YFL*, Wen, Zhou, JUNO Doc-3884, 4964

两篇技术小组文章准备中

(b) 完成了DSNB所有的信号计算、本底估计和灵敏度研究 (JUNO Doc-5039)

(c) 2019年底完成tech-note和paper draft, 并开始合作组评审工作

(d) 运行10年可取得3-5 σ 显著度, 超过升级中的SK-Gd, 将是国际领先DSNB探测器, 有很大机会做到**“首次发现DSNB”**的重大原创成果



科研工作(3): 江门中微子实验相关的物理研究

地球中微子的研究:

(1) 作为粒子物理代表, 参加交叉科学研究小组, 完成首个基于公开数据的江门附近地壳构造模型

Gao et. al, 1903.11871, PEPI接收

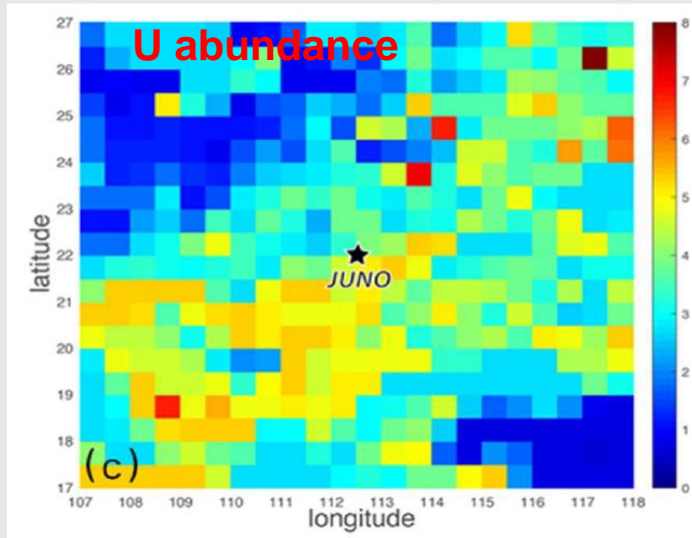
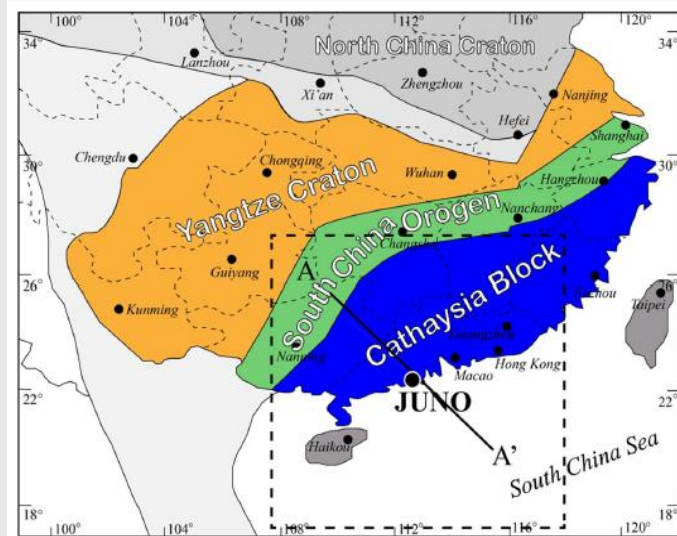
(a) 利用地震层析成像技术划分地壳结构, 利用岩石样本估计U/Th的丰度

(b) 利用局域模型计算的地球中微子通量比全球模型高30%

(c) **个人贡献:** 地球中微子通量的误差研究, 对结构和丰度建模提出精度要求和误差估计

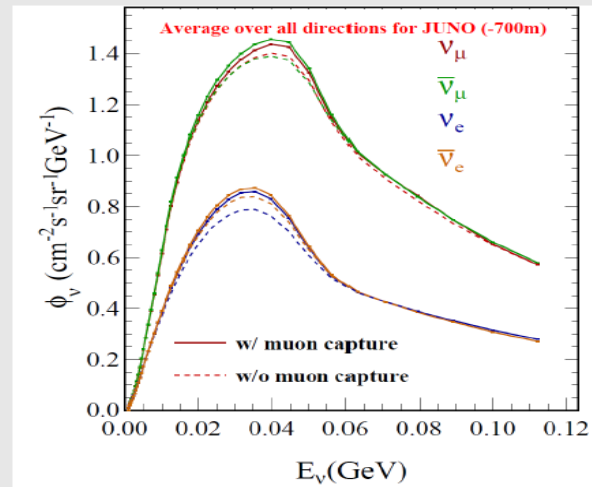
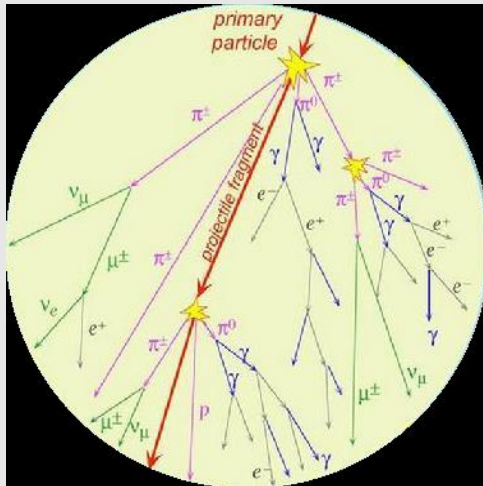
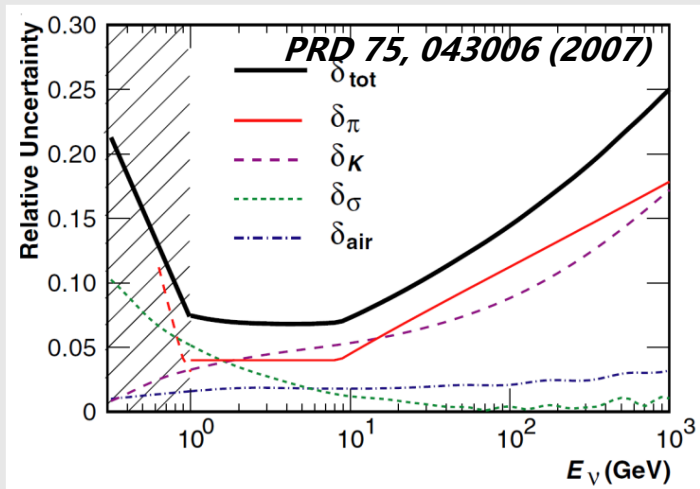
(2) 作为通讯作者, 发表文章讨论了**以前忽略**的中微子振荡效应对地球中微子计算的影响。

Han, YFL, Mao, 1911.12302*



科研工作(3): 江门中微子实验相关的物理研究

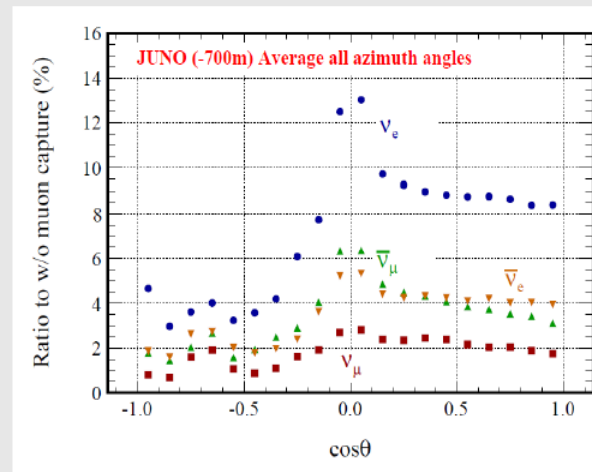
精确计算低能**大气中微子**(<500 MeV)对江门实验有重要意义: **DSNB, 质子衰变, 振荡研究**



(1) 利用宇宙线传播/反应/衰变的**全模拟技术**, 首次在计算中考虑muon在地球内部的衰变与俘获, 给出了江门位置的大气中微子的通量

Cheng, Honda, YFL*, Wen, JUNO Doc-4241, 5128

➤ 其水平方向贡献最大可达到16%, 平均值为2%-7%



科研工作(3): 江门中微子实验相关的物理研究

江门中微子实验在完成质量顺序研究后可升级为
无中微子双贝塔衰变实验

(1) 研究了1 meV水平的无中微子双贝塔衰变实验的重要性

Cao, Huang, YFL, et. al, 1908.08355

(a) 有很大概率测到无中微子双贝塔衰变的信号

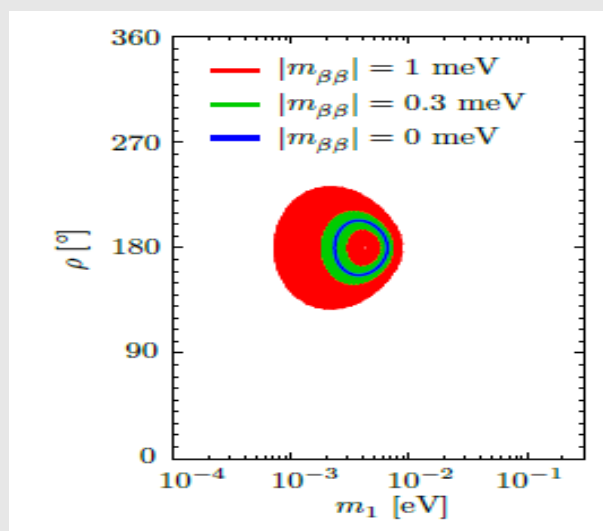
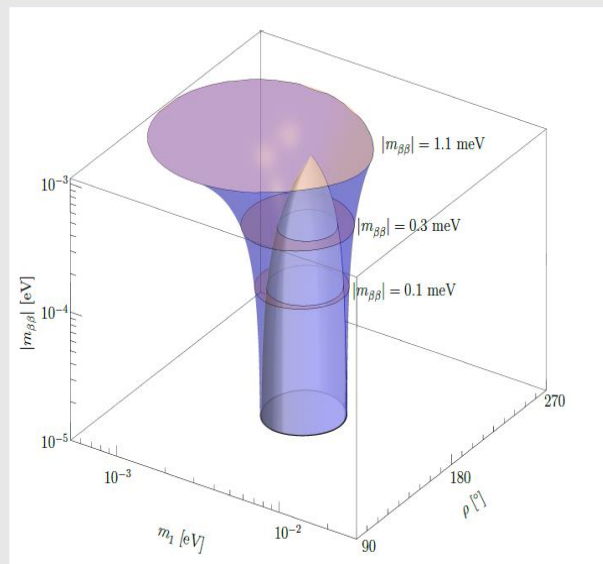
(b) 可以确定中微子质量谱, 并超过贝塔衰变和宇宙学测量的灵敏度

$$m_1 \in [0.7, 8] \text{ meV}, \quad m_2 \in [8.6, 11.7] \text{ meV}, \quad m_3 \in [50.3, 50.9] \text{ meV}$$

$$8.9 \text{ meV} \leq m_\beta \leq 12.6 \text{ meV}, \quad 59.2 \text{ meV} \leq \Sigma \leq 72.6 \text{ meV}$$

(c) 可以测量一个Majorana相位 ρ

(d) JUNO- $\beta\beta$ candidates: ^{136}Xe , ^{130}Te



2018-2019年工作总结

科研基金：

主持 北京自然科学基金面上项目、国家自然科学基金青年项目、国家自然科学基金重点基金子课题

参与 国家重点研发计划(课题骨干)， “江门中微子实验” 先导专项A

学术兼职：

担任 国际应用反中微子物理大会(AAP)， 国际咨询委员会成员

指导学生：

指导两名博士后； 指导一名博士生(张易于， 2015-2020)， **获得2019年国家奖学金**；
指导两名联合培养研究生

教学工作：

连续多年担任 国科大 《**中微子物理**》 研究生专业课 主讲教师

2018-2019年工作总结

会议报告/Seminar

- (1) XVIII International Workshop on Neutrino Telescopes, 18-22 March 2019, Venezia, Italy 大会报告
- (2) 8th Workshop on Flavor Symmetries and Consequences in Accelerators and Cosmology, 22-27 July 2019, Hefei, China, 大会报告
- (3) Technical Meeting of the Nuclear Data Section of the International Atomic Energy Agency (IAEA), 23-26 April 2019, IAEA, Vienna, Austria, 大会报告
- (4) 14th Workshop on TeV Physics, 19-22 April 2019, Nanjing, China, 大会报告
- (5) 李政道研究所/南开大学等单位 邀请报告/Seminar

服务工作

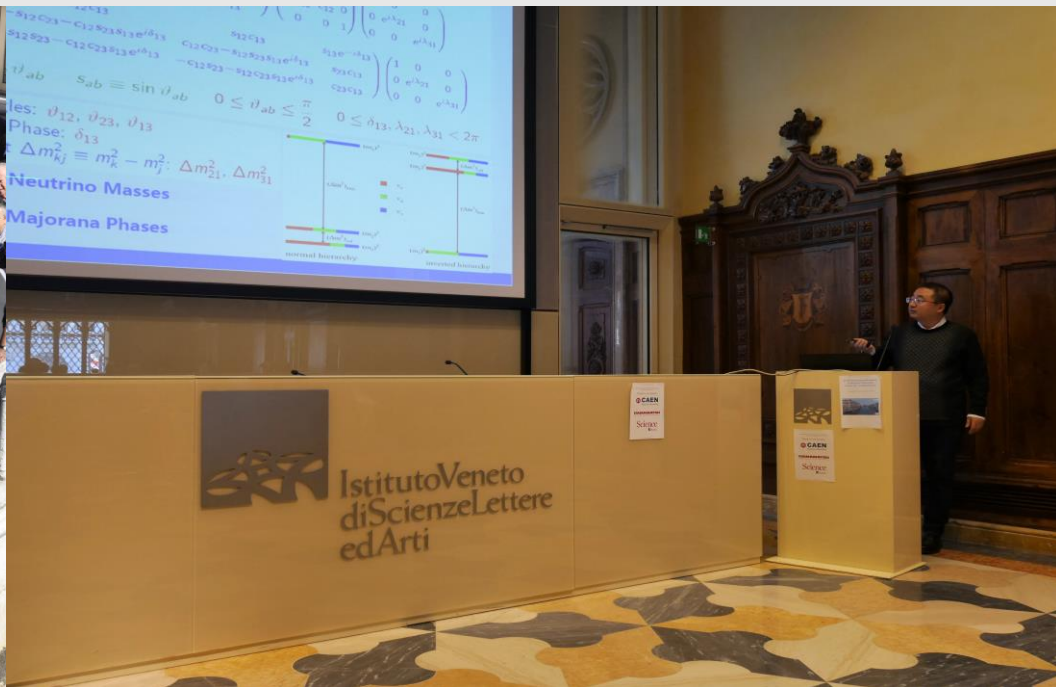
- a) 江门中微子实验Publication Board成员
- c) 中微子组组会的组织工作, 邀请国内外专家访问

2018-2019年工作总结

NeuTel系列会议有20余年历史，是中微子理论和实验领域最重要的国际会议之一。

2019年受邀请进行**理论综述报告**：
light sterile neutrinos

NeuTel会议2019年3月18日到22日在意大利威尼斯召开。



2018-2019年度小结

- (1) 在PRD等杂志共发表**9篇学术论文**，第一/通讯作者6篇
- (2) 江门实验的**一系列物理研究成果**，DSNB合作组文章
- (3) 主持两项国家基金，培养博士生获得国家奖学金
- (4) 主讲国科大研究生课程《中微子物理》
- (5) 参加四次国际会议**大会报告**，NeITel的特邀理论综述报告

感谢各位评委专家！

中微子与核子相干散射过程：中子半径

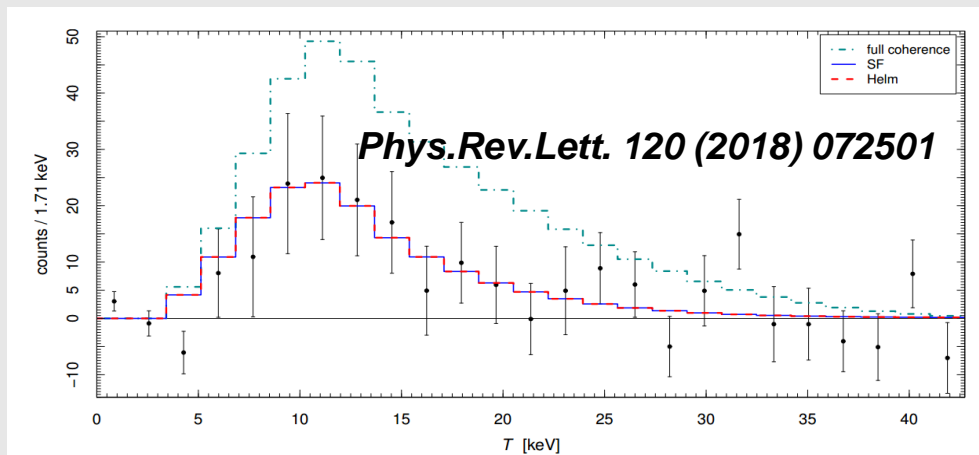
工作-1: Neutron density distribution from COHERENT data, (李玉峰, 张易于)

作为文章的**通讯作者**, 发表于Phys.Rev.Lett.

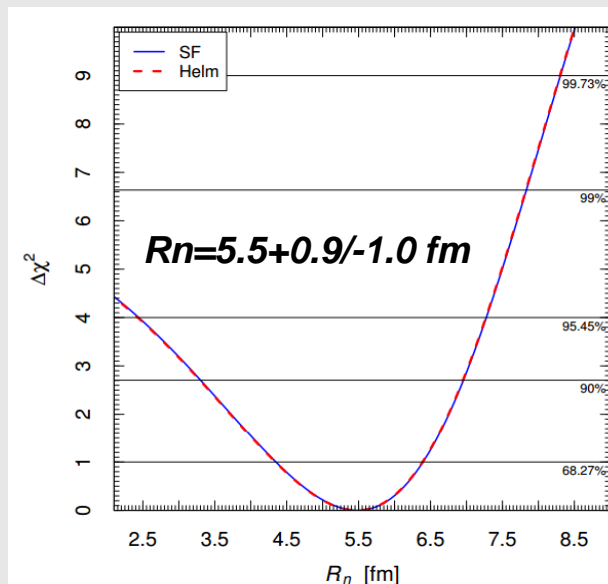
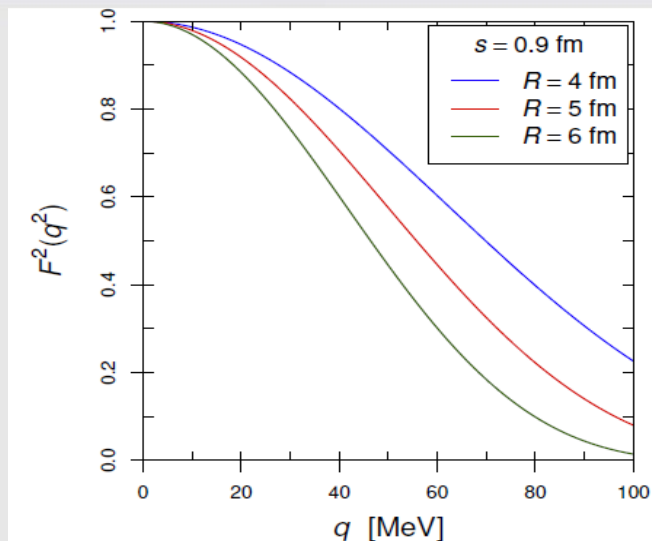
被审稿人高度评价为“**开创一个新方向的重要突破**”

(represents a significant breakthrough that opens new perspectives)

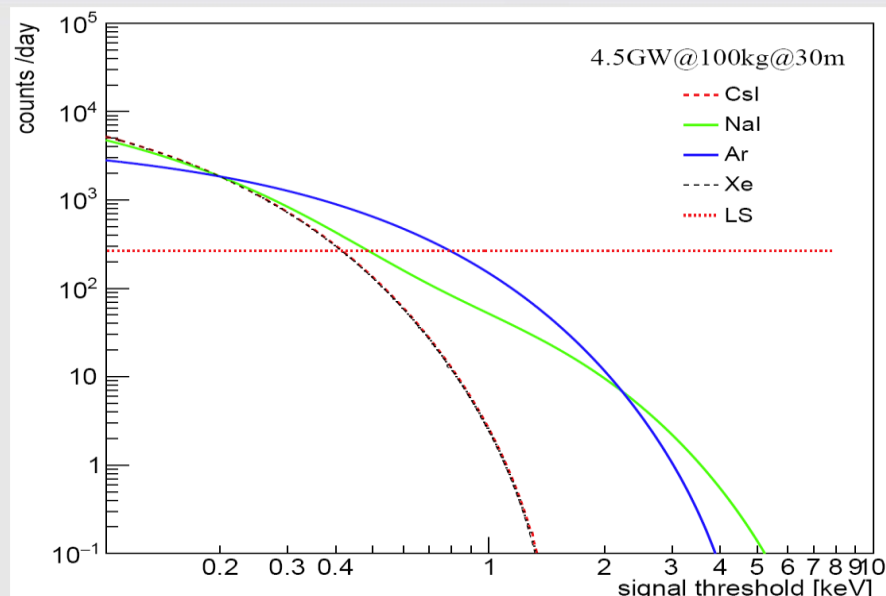
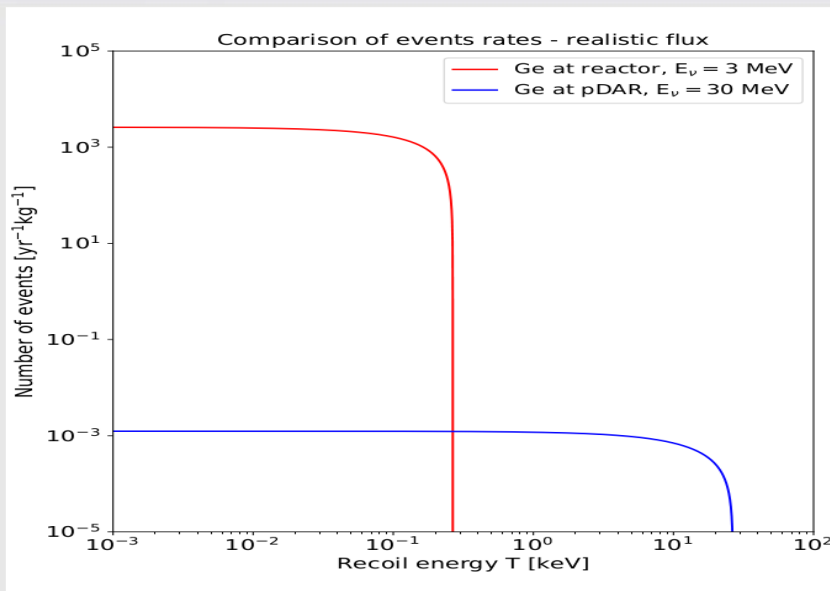
利用COHERENT数据, 在国际上**首次**利用中微子散射过程给出了中子半径的大小



中子半径对**中子星半径及状态方程**, 暗物质直接探测的“**neutrino floor**”有重要影响。



国内反应堆中微子相干散射的 Initiatives



(1) 积极推动国内利用**反应堆中微子测量相干散射的倡议**，从物理层面促进实验的进展

(2) 几个重要的物理目标 (李玉峰, 张易于):

a) 低能极限下测量**弱混合角**到好于**1%** [散列中子源 5%，反应堆的电子散射过程4%]

b) 测量**中微子电磁性质**到: 电荷半径 $1 \times 10^{-33} \text{ cm}^2$ 磁矩 $1 \times 10^{-12} \mu\text{B}$

(3) 与实验家积极互动, IHEP&BISEE: Ar; USTC: CaWO_4 ; NaI/CsI etc.