奇特原子核基本性质的实验研究

- 简历
- 研究工作
- 致谢

孙保华

北京航空航天大学

2019.10.08-12， 第十七届全国核物理大会，湖北武汉

个人简历

学习经历

1999.09–2003.07
兰州大学　学士

2003.09–2008.07
北京大学　博士
导师：孟杰 教授

2005.03–2008.03
德国GSI　博士
导师：Hans Geissel 教授

工作简历

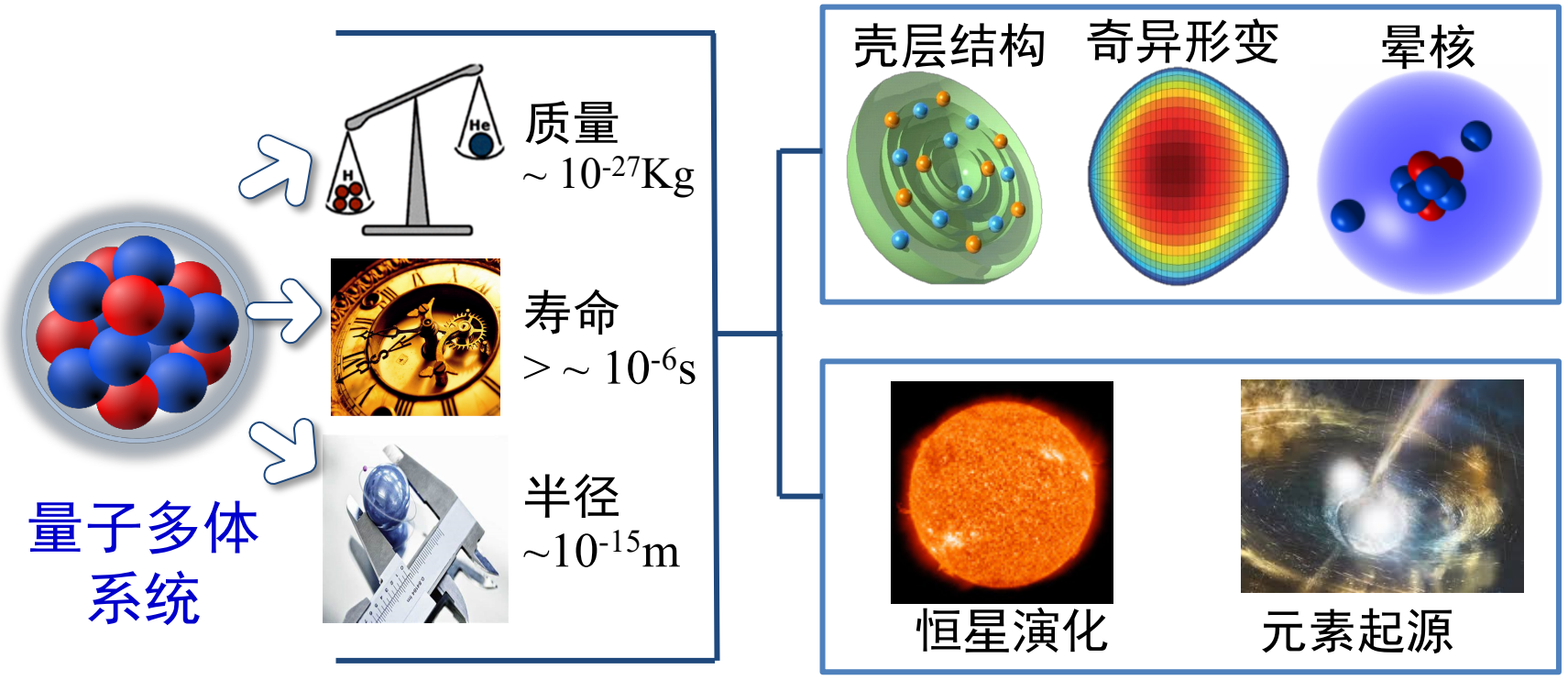
2008.07–2010.03
德国GSI
博士后

2011.6–2012.03
德国吉森大学
高级访问学者

2009.06–至今
北京航空航天大学
副教授，长聘副教授

研究背景

- 原子核是由质子和中子组成的量子多体系统。它的最基本性质包括质量、寿命和半径。
- 这些基本性质的高精度数据对于对理解核多体系统、恒星演化、元素起源等重要科学问题至关重要。

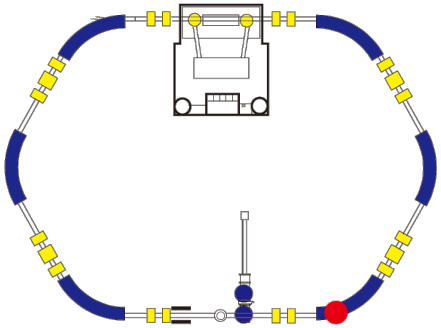


主要学术成绩

基于大科学装置开展
奇特原子核基本性质的实验研究

质量

提高了储存环谱仪的质量分辨能力，实现了短寿命原子核和同核异能素的高精度质量测量

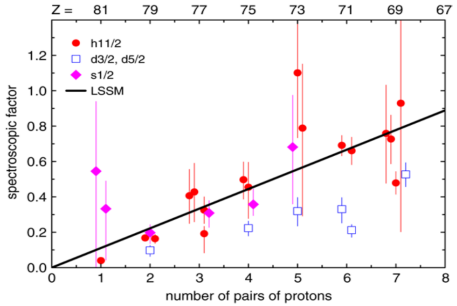


德国GSI

NPA812(2008)
PLB 688(2010)294

寿命

开展了质子发射原子核^{151m}Lu的高精度寿命测量，解决了存在20年的谱因子quenching问题

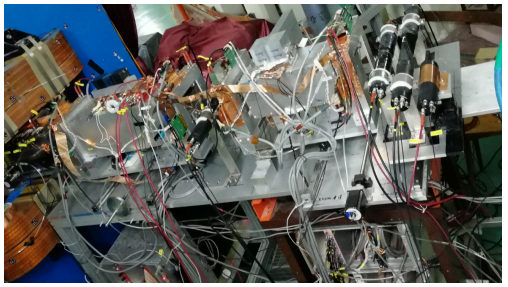


芬兰JYFL

PLB770(2017)83
PRC96(2017)064307

半径

研制了高分辨的粒子鉴别系统，建成了不稳定原子核电荷半径的测量平台

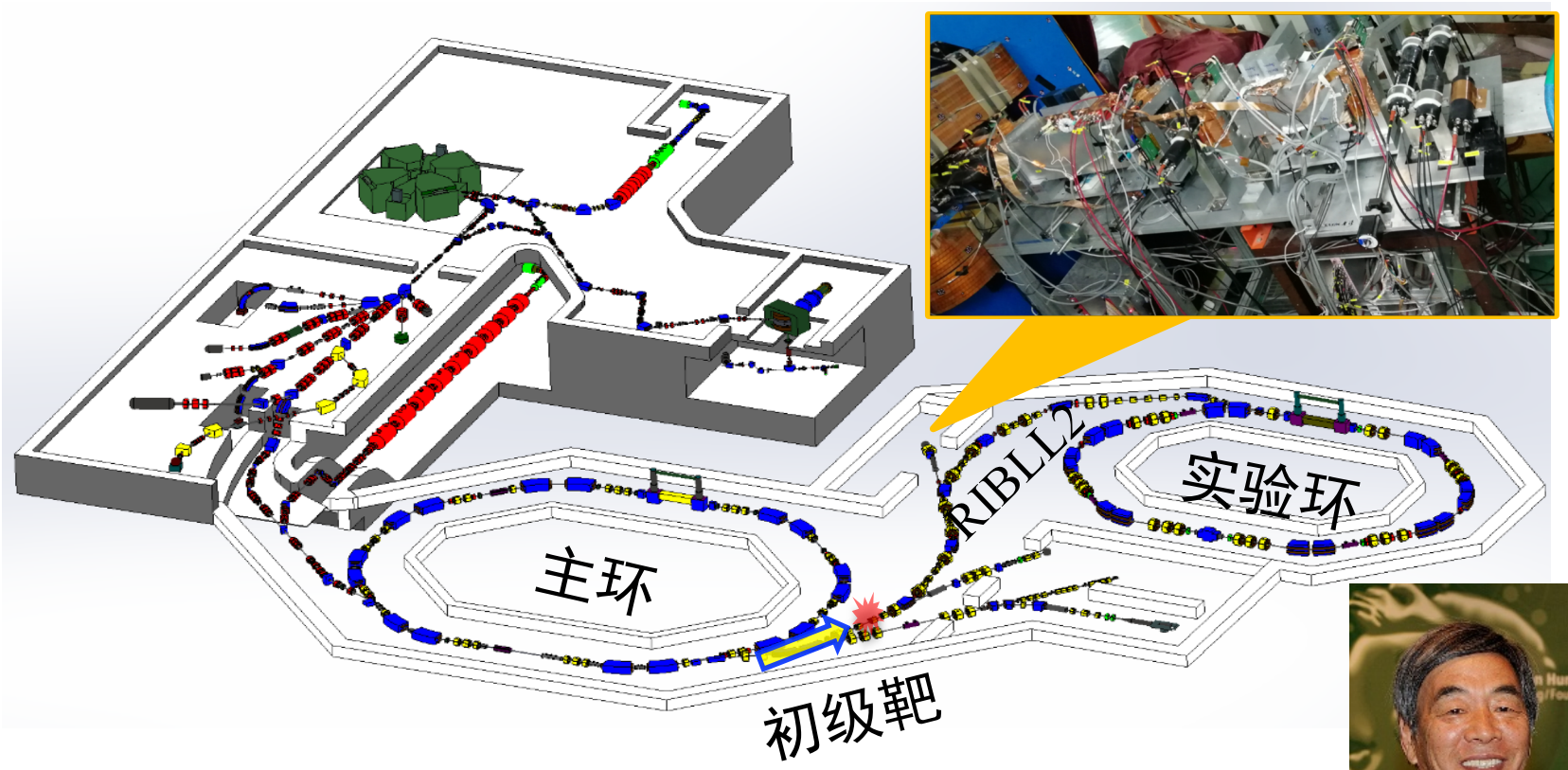


中国HIFRL-CSR

Sci.Bull.63(2018)78
NIMA2016/2019

兰州重离子加速器装置

RIBLL2:国内唯一的一条高能放射性束流线



2013. 10：有望开展不稳定原子核在碳靶或氢靶上的电荷改变截面测量，进而提取电荷半径。

I. Tanihata

课题的提出，方案完善，实验

实验是漫长的，成就感不是短期效益

项目提出
与
可行性讨论

2013.10-2014.01

2014.03-2014.12

实验1：
^{18}O及次级束
（150h）

2015.01

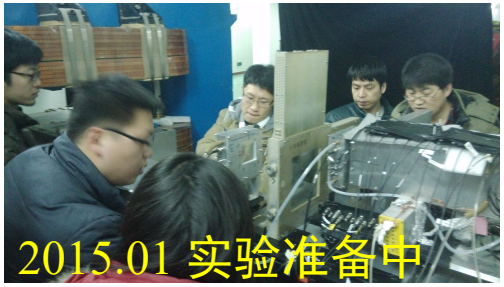
2016.11

实验3：
^{18}O及次级束
（~50h）

2018.07

第4次RIBLL合作组会议（威海）

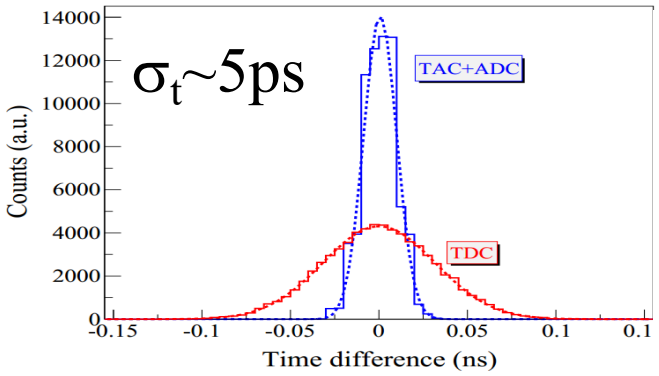
实验准备、探测器

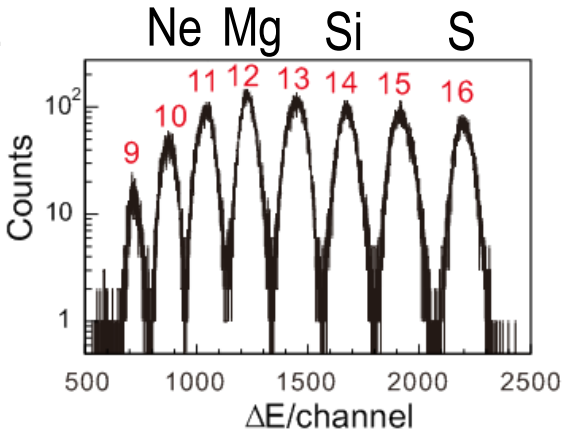


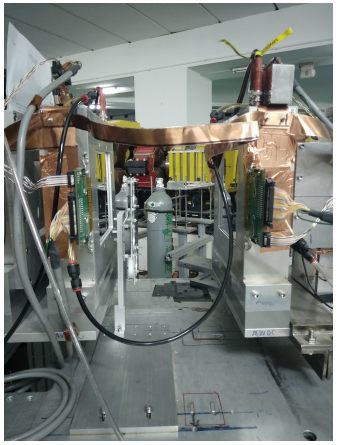
实验2：
^{40}Ar及
次级束
（~70h）

束流需求：^{18}O → ^{40}Ar/^{36}Ar → ^{58}Ni/^{78}Kr/^{86}Kr

实验平台：探测器研制







塑料闪烁体探测器
时间分辨最佳纪录(5.1ps)

Zhao, BHS, Tanihata *et al.*, NIMA823(2016)41
Lin, Zhao, BHS *et al.*, CPC41(2017)066001

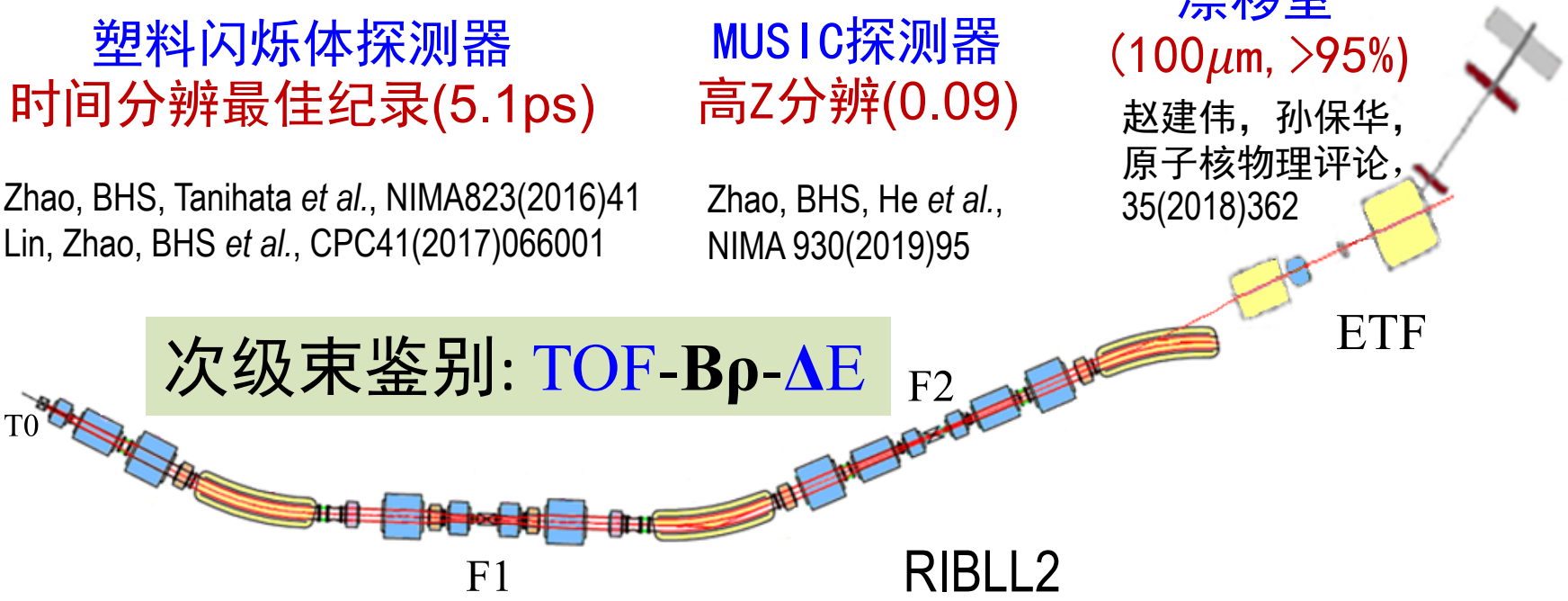
MUSIC探测器
高Z分辨(0.09)

Zhao, BHS, He *et al.*,
NIMA 930(2019)95

漂移室
(100μm, >95%)

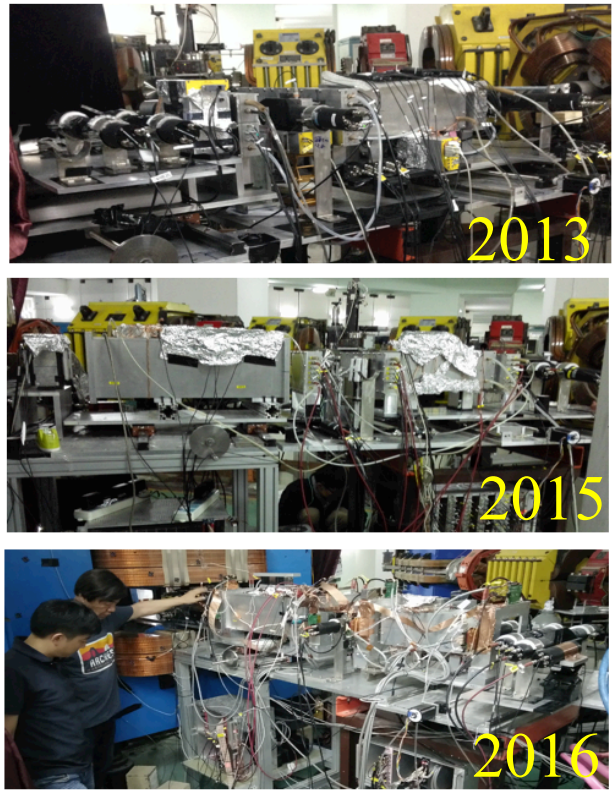
赵建伟，孙保华，
原子核物理评论，
35(2018)362

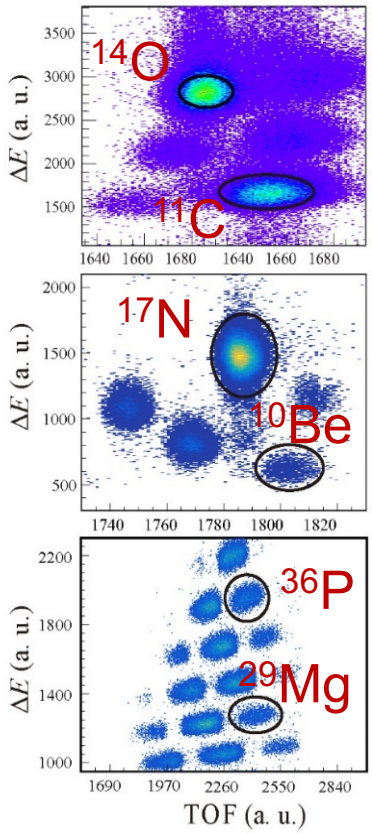
次级束鉴别: TOF-Bρ-ΔE



在RIBLL2首次实现了Z～20粒子的清晰鉴别

✓ 建成电荷改变截面测量平台，为开展 300 MeV/u能区的截面测量奠定了基础。





次级束鉴别能力逐年提升

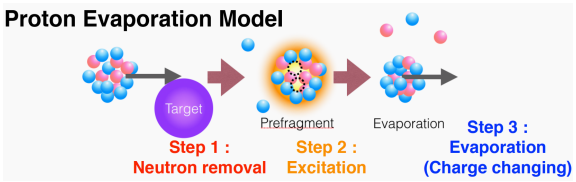
BHS *et al.*, Sci. Bull. 63(2018)78; Zhao *et al.*, NIMA823(2016)41
Lin *et al.*, CPC41(2017)066001; Zhao *et al.*, NIMA 930(2019)95

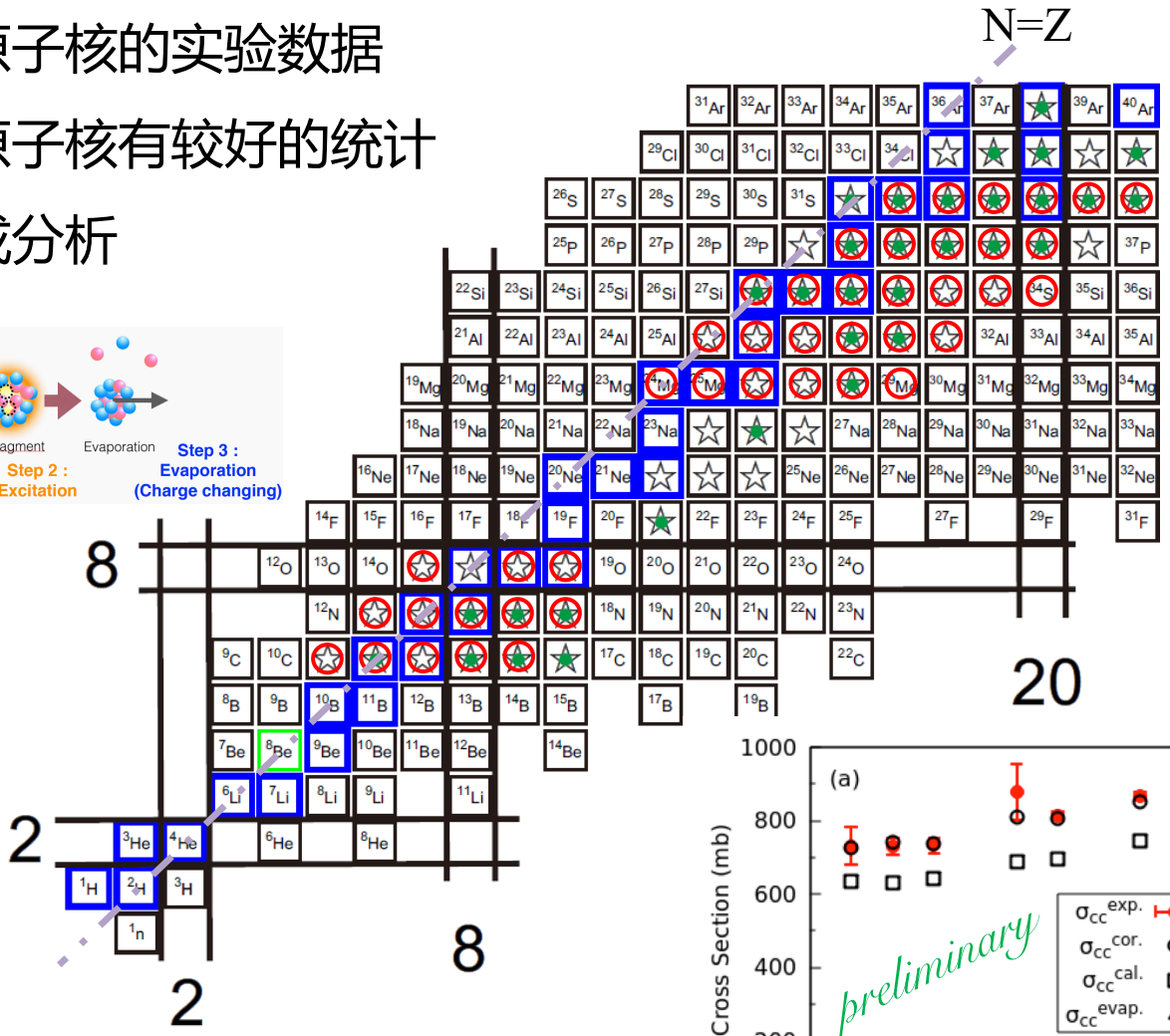
轻核区电荷改变截面(σ_{CC})实验测量

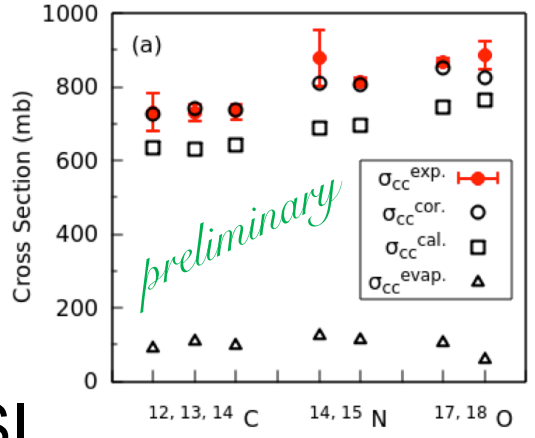
☆ 约60个原子核的实验数据

☆ 约30个原子核有较好的统计

☆ 初步完成分析



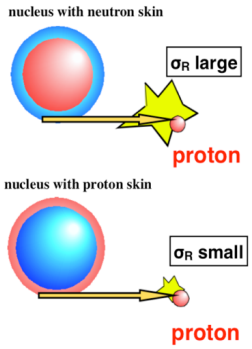




合作单位：近物所、大阪大学、GSI

展望

- 固态氢靶
- 同时测量相互作用截面以及电荷改变截面等



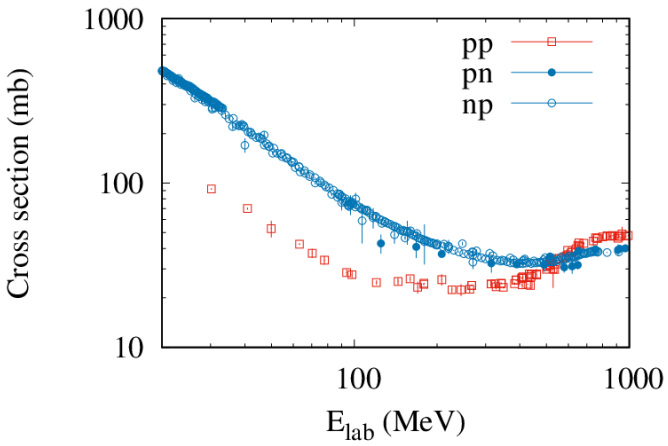
- 电荷改变反应截面：σ_{CC} → R_p
- 相互作用反应截面：σ_I → R_m
- 电荷交换反应截面：Cex → B(GT)
- 核子敲出反应截面、动量分布：谱因子
- 在束、阻停测量
- …

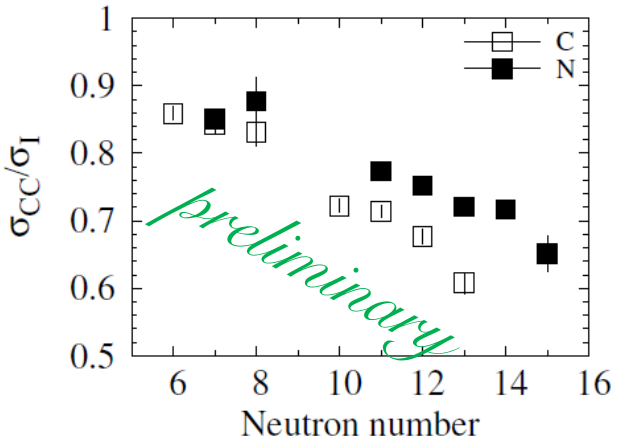
→ 理解反应机制

→ 探索核结构演化

→ 核物质状态方程

→ …





致谢

- 感谢胡济民先生！感谢“胡济民教育科学奖”委员会！
- 感谢兰大和北大的培养！
- 感谢我的导师孟杰教授和H. Geissel教授、及博士后合作导师C. Scheidenberger教授！
- 感谢RIBLL合作组（2012-）！

发言人：王建松（2012–）、叶沿林（2012–2015）、林承键（2015–2018）、孙保华（2018–2021）

- 感谢所有的合作者（Tanihata，竺礼华，刘忠等）、北航-近物所CCCS合作组、博士生（王枫、赵建伟等）以及国内外同行的交流与合作！
- 感谢您的一路同行！