

ミニワークショップ「核データと核理論」 2009年 3月25日

高エネルギー核反応データ収集への期待 --- データベースユーザの立場から ---

こはま あきひさ

小濱 洋央

(理研仁科センター)

共同研究者: 飯田圭(高知大)、親松和浩(愛知淑徳大)

はじめに

- 研究方針: 豊富な安定核反応データの系統的解析に基づき、不安定核の構造や反応機構の特徴をあぶり出す。⇒ データベースの必要性。
 - 主に EXFOR (@IAEA/JCPRG)を利用
 - データ: $d\sigma_{el}(p+A)/d\Omega$, $\sigma_R(p+A)$, $\sigma_R(A+A)$, ...
- 困っていること:
 - 漏れがある。・・・とりわけ高エネルギーデータや陽子以外の反応に漏れが多い。
 - 北大JCPRGの協力 → のっていないデータをデジタイズして採録してもらっている。
- 理研仁科センターでは・・・

X4/Servlet: Help Reaction - Mozilla Firefox

http://www-nds.iaea.org/exfor/servlet/X4sReachhelp?Reac=&Targ=C-12;C-0

EXFOR. [Reaction](#)

Target= C-12;C-0 Reaction= *

[Clear field](#)

Add code to the field

1	AP, EL	AP, NON	AP, X		
2	KN, A				
3	PIN, EL	PIN, INL	PIN, NON	PIN, PIN+N	PIN, TOT
	PIN, X				
4	PIP, EL	PIP, INL	PIP, PIN	PIP, PIP	PIP, X
5	G, 2A	G, 2P	G, ABS	G, D	G, EL
	G, INL	G, N	G, N+A	G, N+P	G, N+P+A
	G, N+X	G, P	G, P+A	G, P+N	G, PAI
	G, PIO	G, TOT	G, X		
6	N, O	N, 2A	N, 2N	N, 2N+A	N, 2N+D
	N, 2N+P	N, 3N	N, A	N, A+2N	N, A+D
	N, A+N	N, A+N+P	N, A+N+P+T	N, ABS	N, D
	N, D+A	N, D+N	N, EL	N, G	N, INL
	N, N+2A	N, N+A	N, N+A+N	N, N+A+P	N, N+A+P+T
	N, N+D	N, N+P	N, N+P+A	N, N+P+A+T	N, N+P+N
	N, N+P+N+A	N, N+P+T	N, N+T	N, NON	N, P
	N, P+2N	N, P+A	N, P+D	N, P+N	N, P+N+A
	N, P+N+A+T	N, P+N+T	N, P+T	N, SCT	N, T
	N, T+P	N, T+P+N	N, THS	N, TOT	N, X
7	D, 2-HE-2	D, 2N+P	D, 3-LI-6	D, 3-LI-7	D, A
	D, D	D, EL	D, HE2	D, HE2+N	D, INL
	D, N	D, N+P	D, NON	D, P	D, T
	D, TOT	D, X			
8	P, 2P	P, 3-LI-6	P, 3D	P, 3N+3P	P, 4P
	P, A	P, D	P, EL	P, G	P, G+P
	P, INL	P, N	P, N+P	P, N+P+A	P, N+P+X
	P, NON	P, P	P, P+2A	P, P+A	P, P+D
	P, P+T	P, P+X	P, PIN	P, PIN+X	P, PIP
	P, PIP+N+X	P, PIP+X	P, T	P, TOT	P, X
	P, X+2P	P, X+3P	P, X+P	P, X+PI	P, XN+4P

完了

- 大塚直彦さんはじめ北大JC PRGの皆さんのご尽力によりAPの項目が出るようになった！



実験終了後

速やかに放射線発生装置使用終了報告書、密封・非密封放射性物質使用終了報告書を放射線保安責任者へ提出(持参)し、確認を受けてください。電子ファイルでの提出は不可です。

[放射線発生装置使用終了報告書\[PDF, Word\]](#)

[非密封放射性物質使用終了報告書\[PDF, Word\]](#)

[密封放射性物質使用終了報告書\[PDF, Word\]](#)

提出された各種使用終了報告書は、放射線取扱主任者と安全管理部長によって確認されます。

もし放射化物がある場合は、放射線保安責任者にご相談ください。

Detector Development-Beam Timelにて実験をした人は、実験終了後、10日以内に目的の達成度を記した報告書を電子ファイルと紙でUser Support Officeへ提出してください。(上記終了報告書とは別です)

報告書および論文

RIBFで実験をした人は、毎年発行される理研加速器プログレスレポートへの投稿が義務づけられています。レポートの投稿要請は、全ての実験代表者へ案内が送付されます。投稿は[こちら](#)から。

仁科センターの加速器で行った実験の論文には、
「This experiment was performed at RI Beam Factory operated by RIKEN Nishina Center and CNS, University of Tokyo.」
と標記してください。

実験結果の論文出版時、以下の手続きを行ってください。

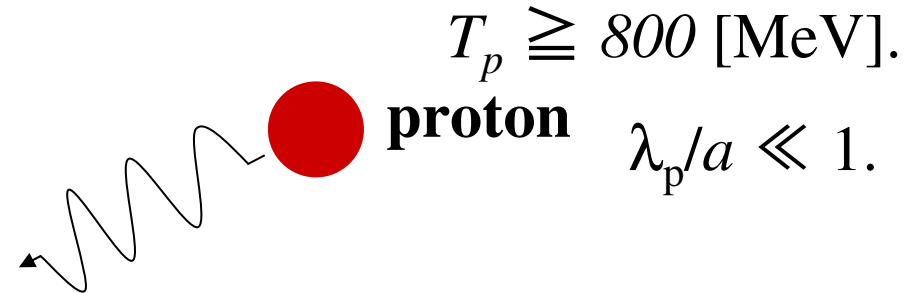
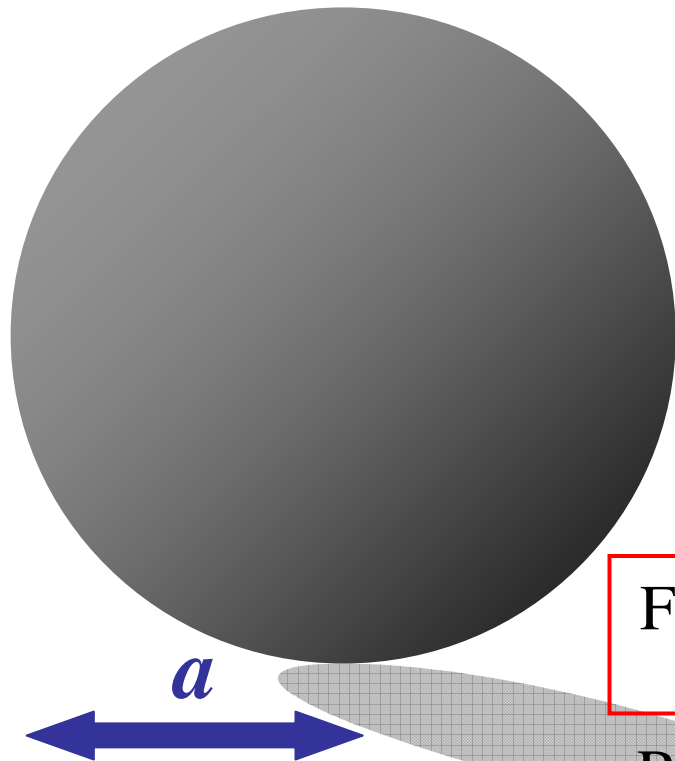
1. 別刷り(3部)をUser Support Officeへ送付してください
2. 理研LIRAS(図書館情報管理システム)へ成果登録してください。登録は[こちら](#)から。

また、実験データを原子核反応データ研究開発センター(JCPRG)のデータベースに登録してください。登録は[こちら](#)から

Back

Black-Sphere Approximation

“Black” Nucleus



$$T_p \geq 800 \text{ [MeV]}.$$

$$\lambda_p/a \ll 1.$$

- We assume that the target nucleus is **strongly absorptive**.

$$\text{i.e., } a/(1/\rho_0\sigma_{pN}) \gg 1.$$

e.g., L. Ray, *Phys. Rev.* **C20**, 1857 (1979).

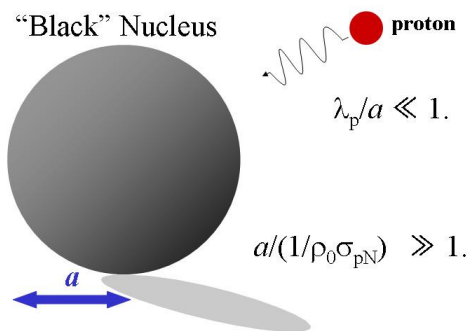
Fraunhofer diffraction formula is applicable.

G. Placzek and H.A. Bethe (1940).

Ref. A.K., K. Iida, and K. Oyamatsu, *Phys. Rev.* **C69**, 064316 (2004).

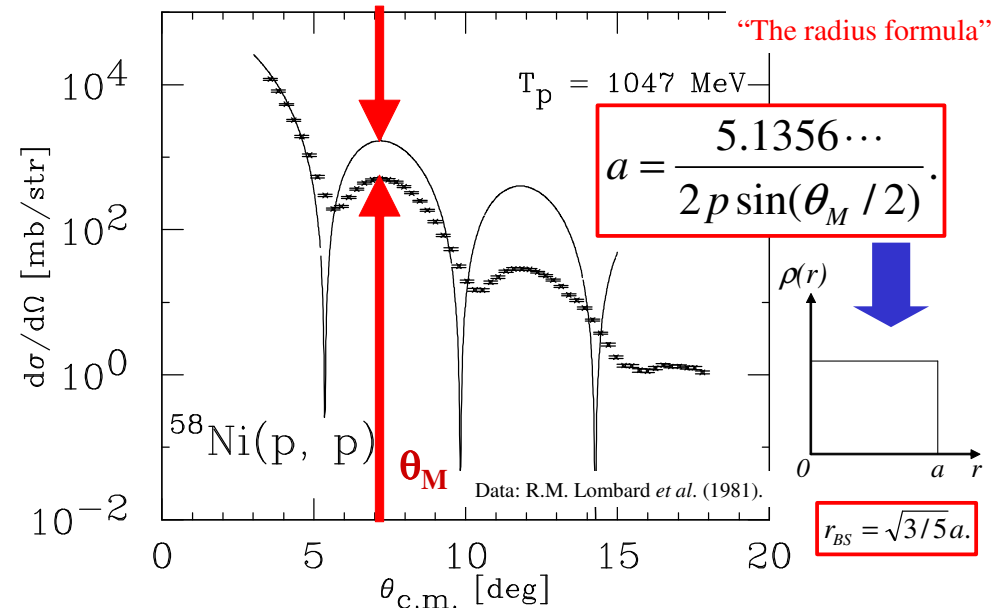
Schemes for the Analyses

- Determine the black-sphere radius as;
- Geometrical cross section: $\sigma_{BS} = \pi a^2$.

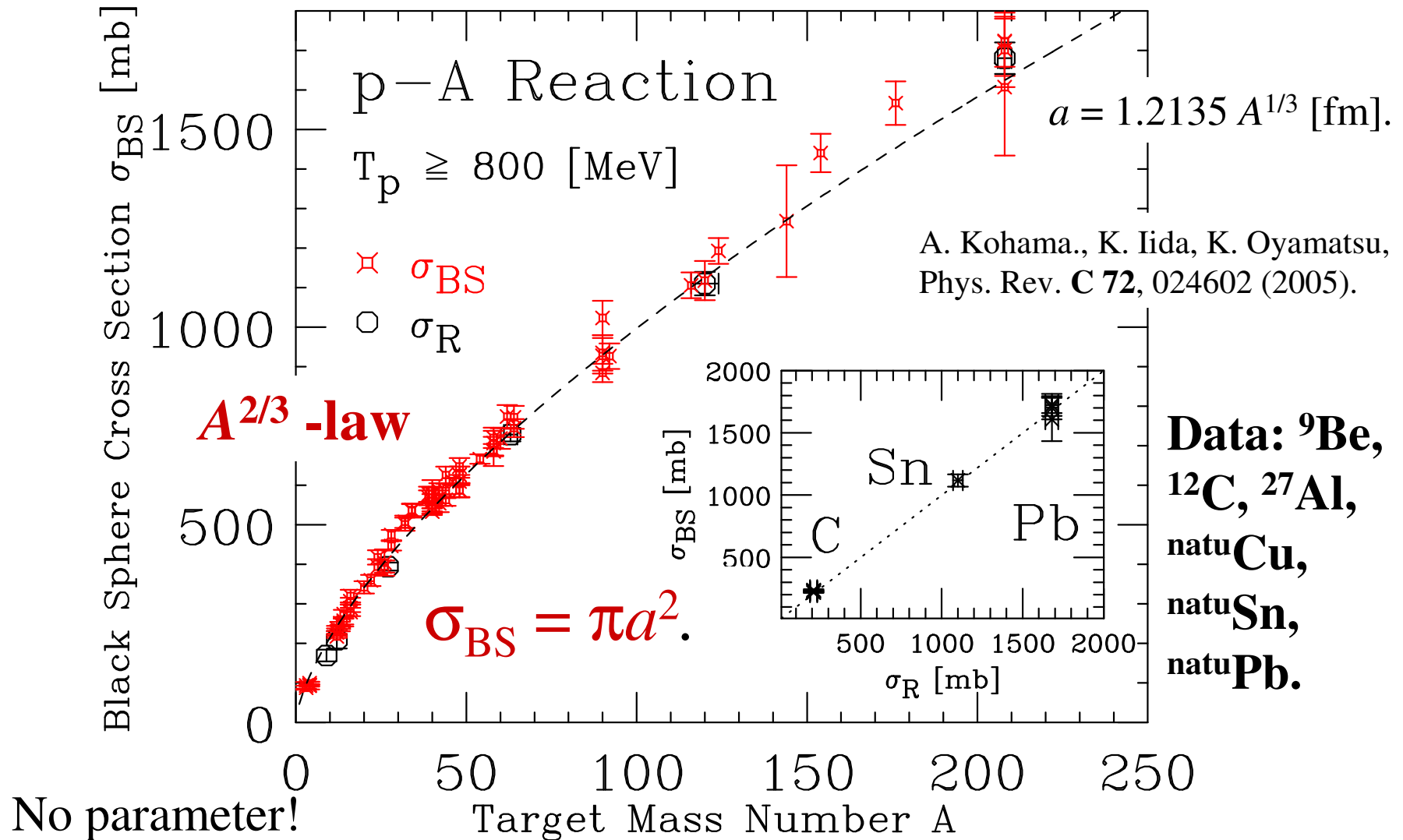


$$a = \frac{5.1356 \dots}{2p \sin(\theta_M / 2)}$$

How to determine “a” ?

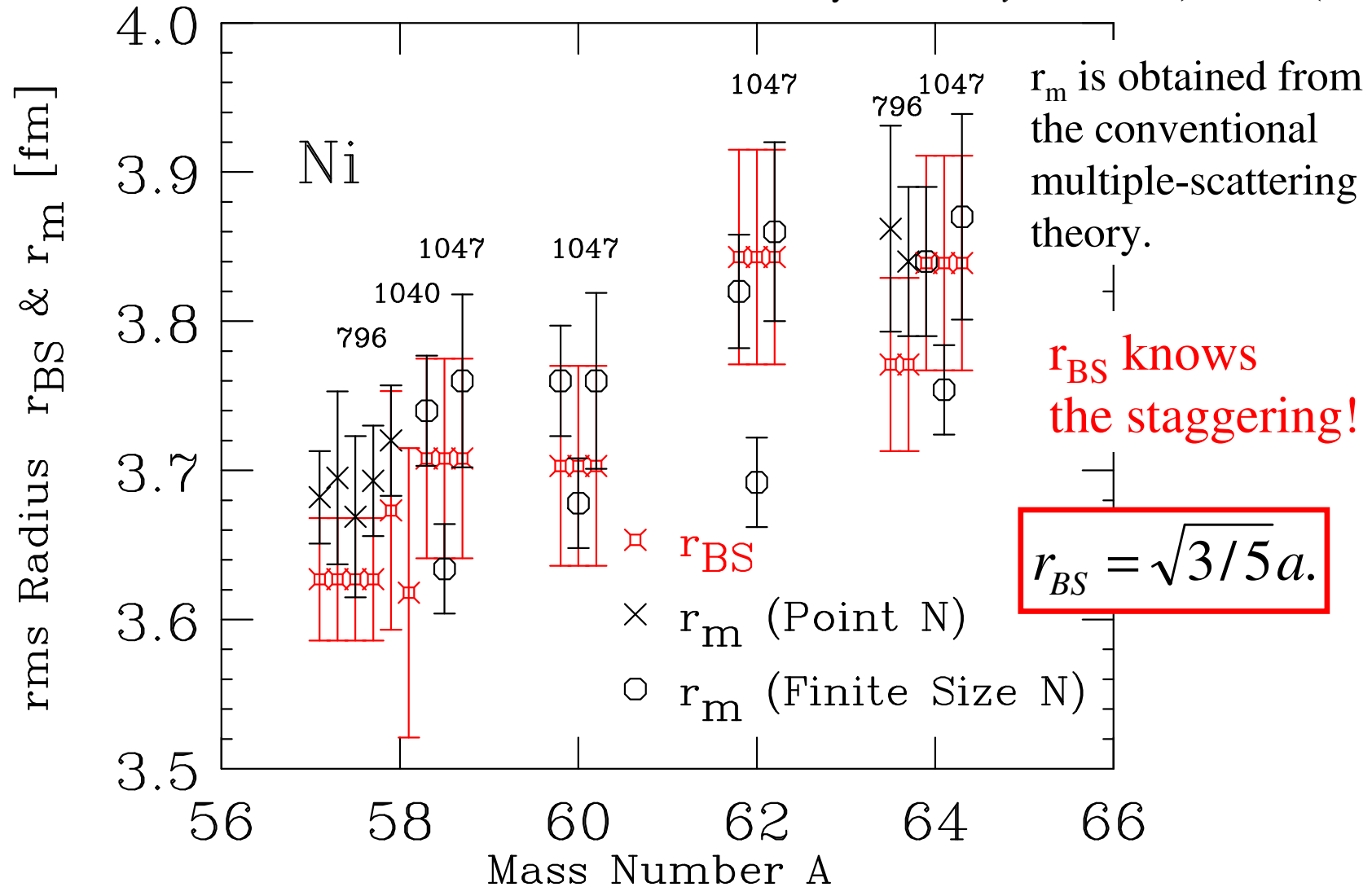


σ_{BS} as a function of A (≥ 3)

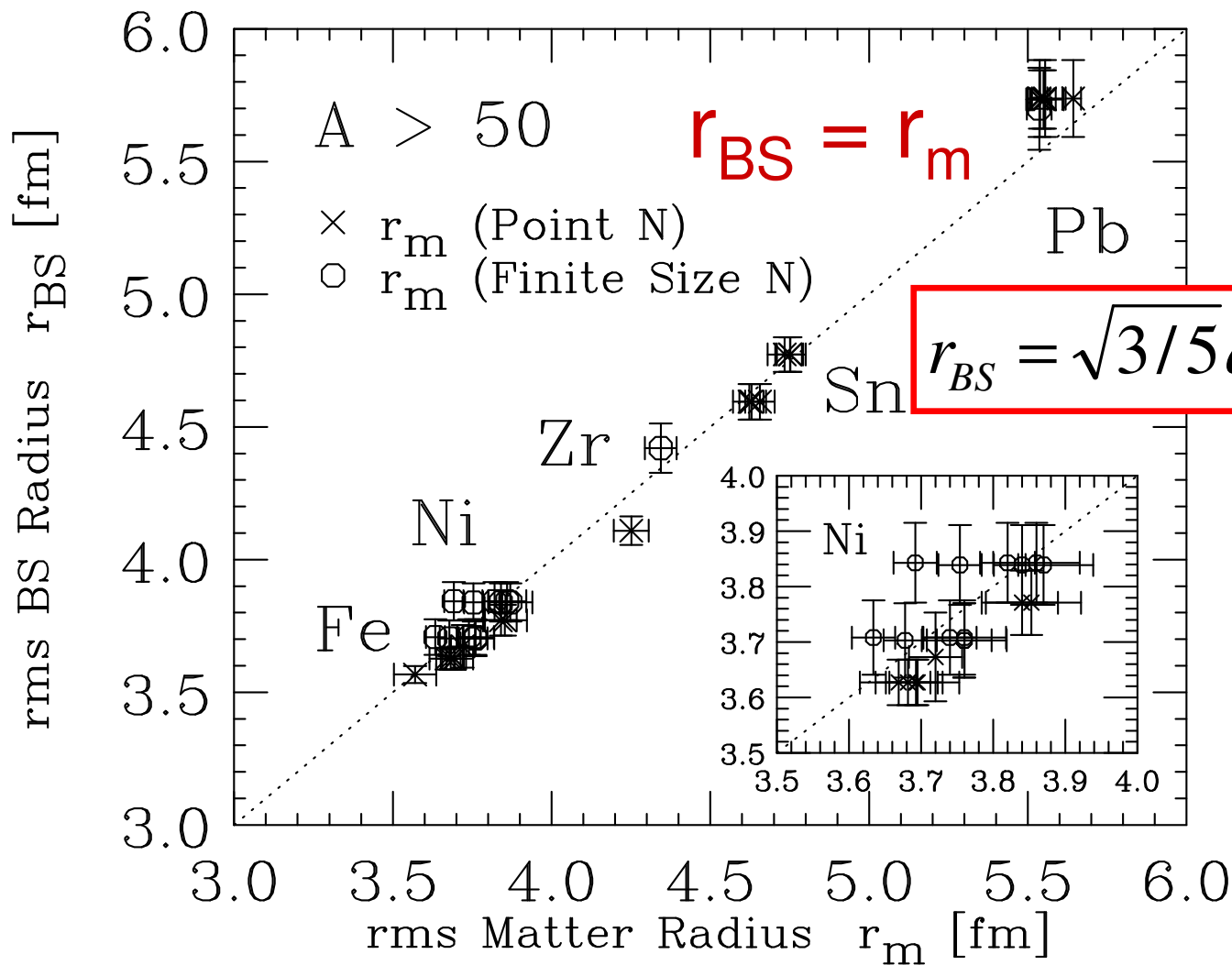


r.m.s. Radii of Nickel Isotopes

A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu, *Phys. Rev. C* **69**, 064316 (2004).



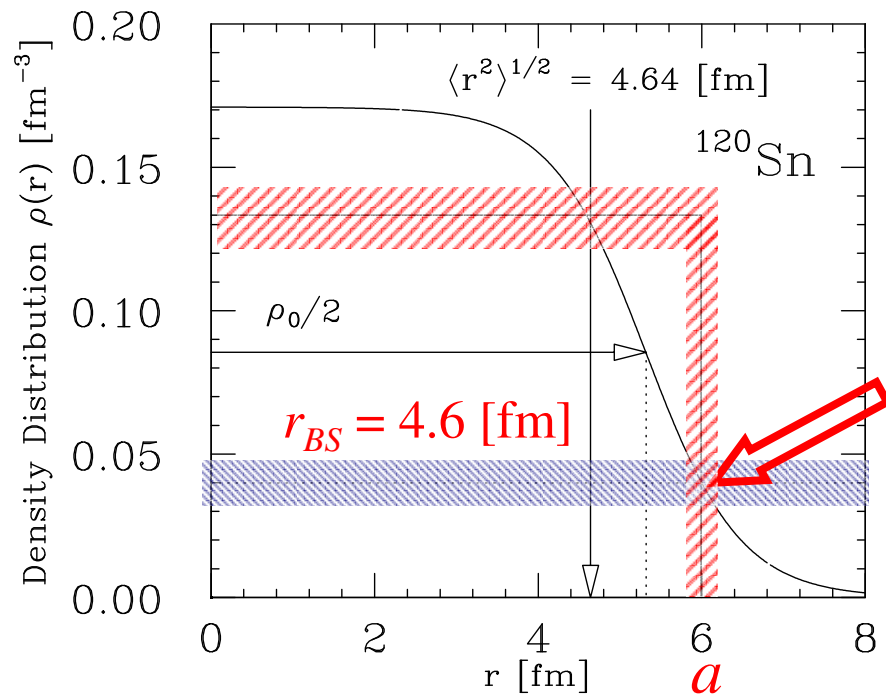
r_{BS} VS. r_m



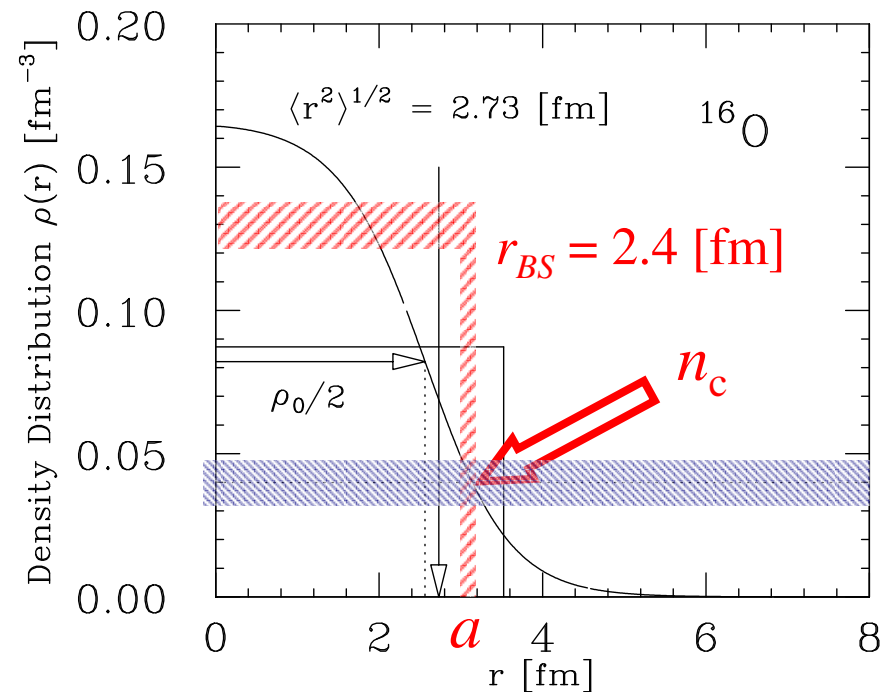
Obtained from KMT/Glauber multiple-scattering theory.

Which part is probed?

Case of $A > 50$



Case of $A < 50$



This suggests that the incident proton “sees” the density region where (the proton path length in the nucleus) \sim (the mean free path).

cf. P.J. Karol, Phys. Rev. C11, 1203 (1975) and S. Kox *et al.*, Phys. Rev. C35, 1678 (1987).

σ_{pp} VS. $\sigma_{p\bar{p}}$

- $p + p$

- $p\bar{p} + p$

12 40. Plots of cross sections and related quantities

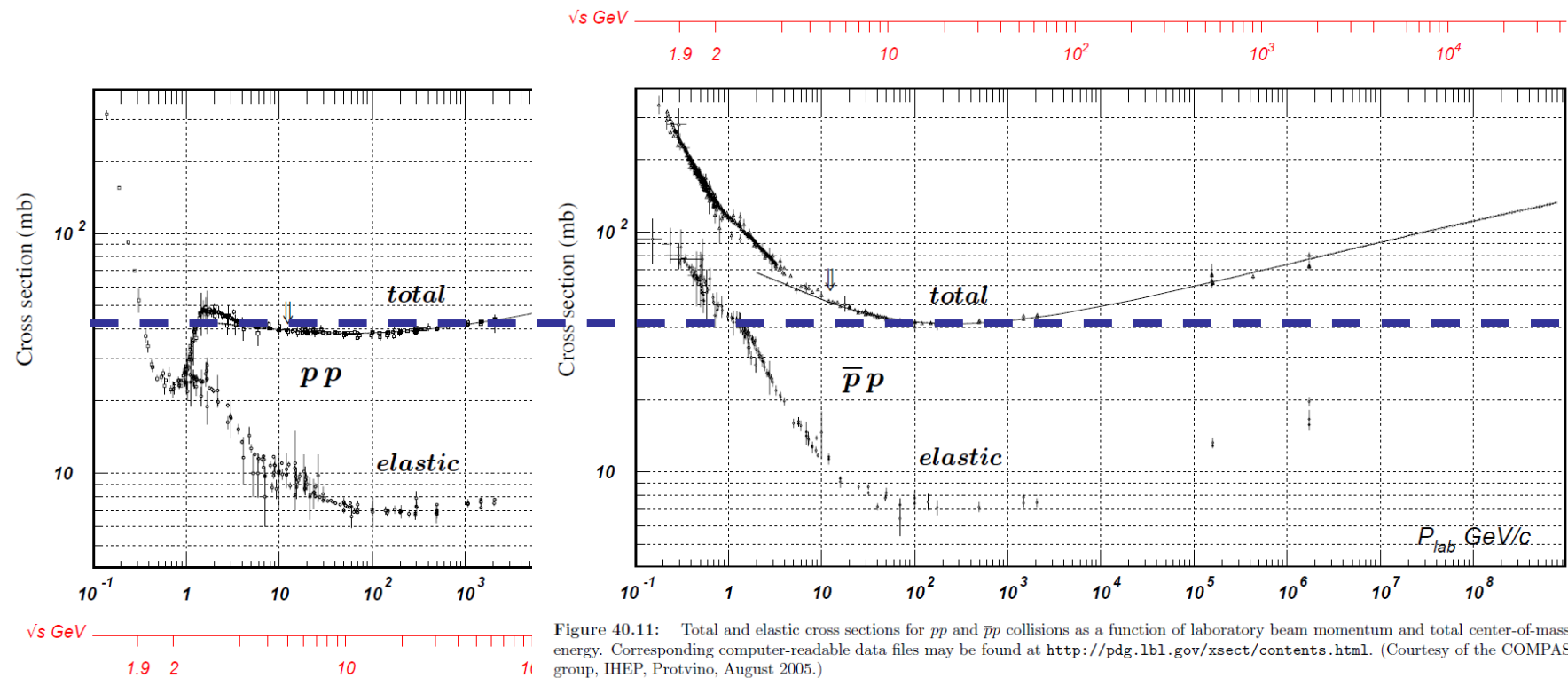
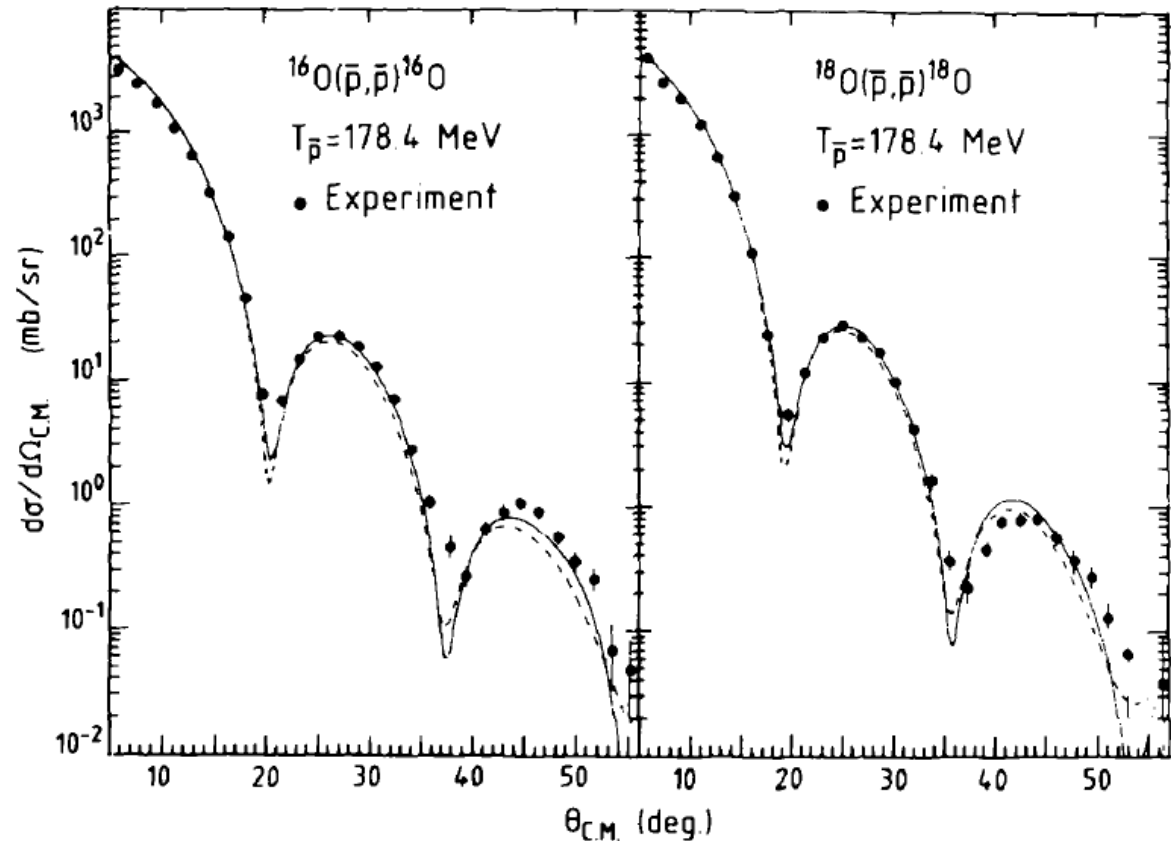


Figure 40.11: Total and elastic cross sections for pp and $\bar{p}p$ collisions as a function of laboratory beam momentum and total center-of-mass energy. Corresponding computer-readable data files may be found at <http://pdg.lbl.gov/xsect/contents.html>. (Courtesy of the COMPAS group, IHEP, Protvino, August 2005.)

\bar{p} + A elastic scattering

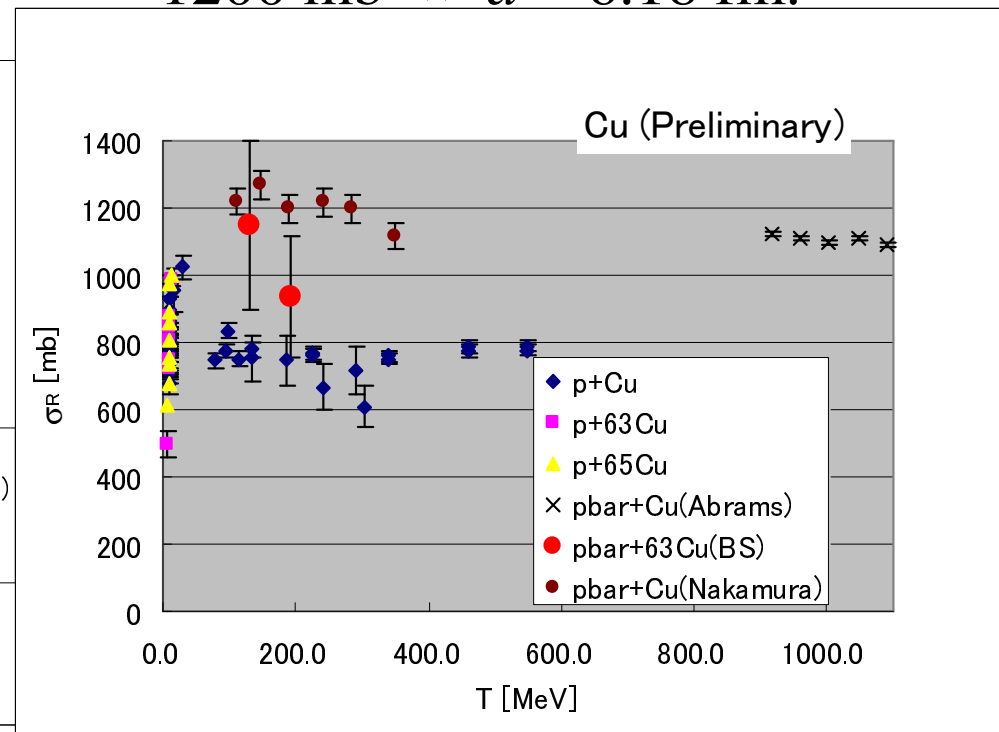
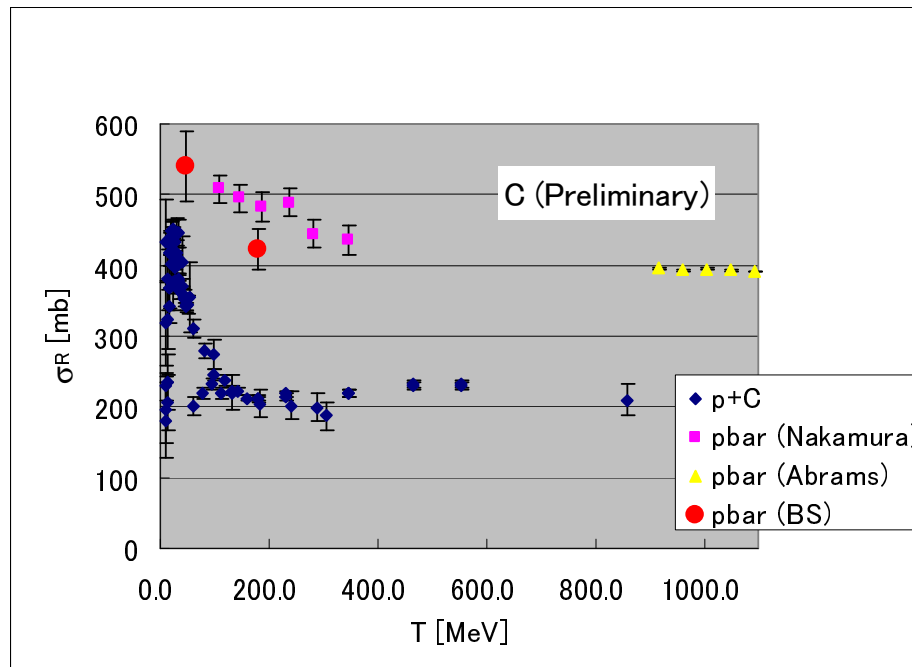
- Only the optical potentials are deduced.



- Ref. G. Bruge et al.,
Phys. Lett. B169, (1986) 14

σ_R of antiproton + A

- 200 mb $\Leftrightarrow a = 2.52$ fm.
- 500 mb $\Leftrightarrow a = 3.99$ fm.
- 800 mb $\Leftrightarrow a = 5.05$ fm.
- 1200 mb $\Leftrightarrow a = 6.18$ fm.



Data for σ_{BS} : D. Garreta et al., Phys. Lett. B135, 266 (1984).
V. Ashford et al., Phys. Rev. C 30, 1080 (1984).

Progress of this project

- [Publications] (refereed)
- “Nuclear radius deduced from proton diffraction by a black nucleus ”, A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu: Phys. Rev. C 69, 064316 (2004).
 - We have proposed a radius formula.
- “Reaction cross section described by a black sphere approximation of nuclei”, A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu: Phys. Rev. C 72, 024602 (2005).
 - We have found that the black-sphere radius works as the “reaction radius”.
- “Formula for proton-nucleus reaction cross section at intermediate energies and its application”, K. Iida, A. Kohama, and K. Oyamatsu: J. Phys. Soc. Japan 76, 044201 (2007).
 - We have constructed a reaction cross section formula.
- “Difference between interaction cross sections and reaction cross sections”, A. Kohama, K. Iida, and K. Oyamatsu: Phys. Rev. C 78, 061601(R) (2008) .
 - We have pointed out a possible diff. in $|\sigma_I - \sigma_R|$ for stable nuclei based on the black-sphere picture. It amounts to 0 – 100 mb.

まとめ

- EXFORを用いた中高エネルギー核反応データ利用の具体例を示した。
- 我々の簡略化したモデルに基づくデータ解析は、今後の核反応や核構造研究の基準を構築するのに重要な手法の一つである(と信じている)。
 - 密度分布表面を探る試みを展開中。
- メッセージ: 人類の重要な共有財産の一つである核反応データをきちんと収集していきましょう!