

PROPOSAL FOR STUDENT EXPERIMENT AT RCNP

6 October 2004

TITLE:

Systematic measurements on proton scattering over a wide range of target at $T_p = 55\text{MeV}$

SPOKESPERSON:

Full Name	T. Murakami
Institution	Department of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University
Title or Position	Research Associate
Address	Kitashirakawa-Oiwake, Sakyo, Kyoto 606-8502
Phone number	+81-75-753-3866
FAX number	+81-75-753-3795
E-mail	murakami@nh.scphys.kyoto-u.ac.jp
Full Name	H. Sakaguchi
Institution	Department of Physics, Graduate School of Science, Kyoto University
Title or Position	Associate Professor
Address	Kitashirakawa-Oiwake, Sakyo, Kyoto 606-8502
Phone number	+81-75-753-3854
FAX number	+81-75-753-3795
E-mail	sakaguchi@nh.scphys.kyoto-u.ac.jp

EXPERIMENTAL GROUP:

Name	Institution	Title or Position
C.J. Joon	Department of Physics, Kyoto University	(D3)
T.IWASHITA	P4, Faculty of Science, Kyoto University	(P4)
K.OTA	P4, Faculty of Science, Kyoto University	(P4)
Y.KAWANAMI,	P4, Faculty of Science, Kyoto University	(P4)
H.KONISHI	P4, Faculty of Science, Kyoto University	(P4)

RUNNING TIME: Data runs 2.0 days

BEAM LINE: AVF : G course

BEAM REQUIREMENTS: polarized p

Beam energy 50-55 MeV

Beam intensity 10 nA

Any other requirements energy resolution ≤ 30 keV

TITLE:

Systematic measurements on proton scattering over a wide range of target at $T_p = 55\text{MeV}$

SPOKESPERSON: T. Murakami and H. Sakaguchi

SUMMARY OF THE PROPOSAL

We propose to measure elastic proton scattering off ^{90}Zr , ^{120}Sn , ^{197}Au , ^{208}Pb in $E_p=50$ MeV region. We are going to explain the scattering microscopically by using folding models and try to understand the scattering in relation to the Nucleon-Nucleon interaction and the nuclear structure.

DETAILED DESCRIPTION OF PROPOSED RESEARCH

1 Motivation

種々の原子核によって陽子を散乱させ、弾性散乱の成分を解析することで基本的な核構造を調べたいというのが実験の目的である。スピン偏極したビームによる散乱の非対称性からシェルモデルに決定的な役割を果たしたスピン軌道相互作用を実感したい。またいろいろな微視的な理論のモデルを用いることでそれぞれの核で核子密度や核半径がどのようになっているのかを調べたい。用いるターゲットは ^{90}Zr 、 ^{120}Sn 、 ^{197}Au 、 ^{208}Pb の4種である。この中には二重魔法核や変形核が含まれており、核構造についての自分たちの理解が深まることを期待している。すでに 65MeV での系統的な測定は [1] において精密になされているので、今回我々はそれとは異なるエネルギーにおいて測定し、結果を比較することで、用いたモデルや核力をより詳しく検討したい。 ^{197}Au の散乱では RAIDEN の高い分解能を十分に体験できるものと期待されたので本テーマを選んだ。

2 実験

実験に使用する target は ^{90}Zr 、 ^{120}Sn 、 ^{197}Au 、 ^{208}Pb の4種で、self support の金属フォイルで厚さ約 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ のものを使用する。測定は旧雷電高分解能スペクトロメーターと付属する位置カウンター系を使用して行う。非弾性散乱と弾性散乱との分離は ^{90}Zr 、 ^{120}Sn 、 ^{208}Pb の場合は第一励起状態のエネルギーが 1.760MeV 、 1.171MeV 、 2.614MeV なので問題は無い。 ^{197}Au の場合は第一励起状態が 77keV であるから RAIDEN の運動量分解能をもってすれば基底状態と第一励起状態を分離することができるであろう。

2.1 Beam

シェル模型に決定的な役割を果たしたスピン軌道相互作用を実感するために偏極陽子ビームを希望する。また金の弾性散乱、非弾性散乱を分離するためにビームのエネルギー分解能が 55 MeV 陽子で 30 KeV 程度が必要になる。これは G-コースに特別に用意されたビームアナライザーと幅の狭いビームスリットを用いることで実現できる。陽子弾性散乱の系統的な測定を行うに当たって、これまであまり測定されたデータがないと思われる 55MeV を希望する。

2.2 Detector

検出器は上流から位置検出器としてワイヤカウンター、トリガー検出器として厚さ 3mm のプラスチックシンチレータ、厚さ 32mm のプラスチックシンチレータを使用する予定である。

2.3 Yield Estimation

ここでは測定時間を見積もるためにイールド (event rate) の計算を行う。まず、イールドは次式で与えられる。

$$Y = \frac{d\sigma}{d\Omega} j N dx \Delta\Omega$$

ここで、 j はビームフラックス [1/sec]、 $N dx$ はターゲットの厚さ [$1/cm^2$]、 $\Delta\Omega$ はスリットが囲む立体角 [sr] である。

- beam intensity を 100nA とすると、 $j = (100 \times 10^{-9}) / (1.6 \times 10^{-19})$ となる。
- ターゲットの厚さは全て $1mg/cm^2$ とする予定であるので、
 $N dx = 10^{-3} (g/cm^2) / A(\text{ターゲット核の質量数}) \times N_A$ (アボガドロ数)
で計算される。
- 立体角は昨年、一昨年のデータを参考に、散乱中心からスリットまでの距離を 251m m、スリットの大きさを縦 20mm × 横 8mm とした。

表 1: イールドの見積もり

	⁹⁰ Zr	¹²⁰ Sn	¹⁹⁷ Au	²⁰⁸ Pb
ターゲットの厚さ [mg/cm ²]	1	1	1	1
立体角 [msr]	2.54	2.54	2.54	2.54
$d\sigma/d\Omega$ [mb/sr]	1	1	1	1
event rate [event/sec]	34.13	17.06	19.90	1.99

この表は断面積を単位量にとったときの event rate の値であるから、測定時間を見積もるときには 必要な統計量を各角度 5000 個とする。前方角度ではデータ収集系の速度と弾性散乱部分の割合で測定時間が決まり、後方角度では必要な統計量で来る。その際、具体的な断面積の値については 65MeV について詳細に記されている [1] を参考にした。

2.4 Resolution

分解能を決める要因となるものとしては、スリットの横幅、ターゲット厚、beam のエネルギー幅、等が考えられる。G コースには高分解能ビームアナライザーが設置されており、金の弾性散乱測定も RCNP の過去の測定例もあり、実験可能と思われる。

2.5 Measured Angles

前方 10deg. から後方 61 deg. まで測定する予定である。例として ^{90}Zr の測定角・測定時間について以下に表にした。データの確保と角度変更に 15 分要するとした。

作業内容	断面積 (mb/sr)	時間 (分)
13 度測定	3714	1 + 15
14 度測定	2569	1 + 15
16 度測定	1016	1 + 15
18 度測定	265.7	1 + 15
19 度測定	103.2	1 + 15
20 度測定	38.32	1 + 15
21 度測定	36.17	1 + 15
22 度測定	71.04	1 + 15
23 度測定	119.7	1 + 15
24 度測定	166.5	1 + 15
26 度測定	228.1	1 + 15
28 度測定	220.4	1 + 15
30 度測定	180.0	1 + 15
32 度測定	114.7	1 + 15
34 度測定	59.29	1 + 15
36 度測定	26.18	1 + 15
38 度測定	14.12	2 + 15
40 度測定	15.29	2 + 15
42 度測定	20.41	1 + 15
44 度測定	23.57	1 + 15
46 度測定	23.61	1 + 15
50 度測定	12.57	2 + 15
54 度測定	4.631	4 + 15
58 度測定	3.256	5 + 15
61 度測定	3.601	5 + 15
総時間		404

この表を見てわかるように測定時間の大部分は角度変更とデータの確保のために要する時間になっている。

2.6 Beam Time

^{90}Zr の場合の測定時間を見積ると約 6 時間になる。測定時間はデータ処理系の速度で殆んど決まってしまうのでターゲットの種類によらない。ターゲットは 4 種類あるので total の測定時間はおよそこの 4 倍程度になると思われる。

したがって総計 48 時間のビームタイムを希望したい。その内訳は、回路調整とテストランに 24 時間とデータ測定が 1 ターゲットあたり 6 時間なので合計 24 時間である。

3 Scheduling

12 月以降加速器が停止されるということ、また、我々が本年度内に実験を終える必要があること、等の事情を考慮して 11 月末の実験を希望する。

References

[1]H.Sakaguchi Mem.Fac.Sci., Kyoto Univ., Ser.Phys.Astrophys., Geophys.Chem. 36, 305 (1982)