

## ロスアラモス滞在記

日本原子力研究所

千葉 敏

chiba@t2.lanl.gov

現在、私は米国ロスアラモス国立研究所、理論部 T2 (Nuclear Theory and Applications) グループに滞在しています。正式な身分は Visiting Faculty という (なんだかよくわからない) 待遇です。ホスト研究者は Mark Chadwick 氏で、今年(1997 年)の3月から1年間滞在の予定です。

ロスアラモスの T2 グループは、核データの分野の人ならだれでも知っている (と思われる) 有名人がたくさんいます。まず、現在のグループリーダーは、NJOY で有名な Bob MacFarlane 氏です。メンバーには、言わずと知れた Chadwick 氏の他、GNASH を作った Phil Young 氏、CINDER で有名な Bill Willson 氏、R-行列解析で有名な Hale 氏、Madland-Nix 理論その他で有名な両氏、Fission Barrier の理論で有名な Sierk 氏、Nuclear Ground State Mass や Super Heavy Element の物理で有名な Peter Moeller 氏等、そうそうたる面々がいます。また、現在は Dubna から Stepan Mashnik 氏 (CEM というロシア版カスケードコードの著者) が招聘されていますし、つい最近、Shell Model の理論家である Anna Hayes さんという女性が職員として加わりました。核理論を含めた核データのグループとしては、これだけ強力なメンバーがそろっているところは他にはないと言っていいでしょう。実際、Moeller 氏 (コンピュータソフト会社を作るほどソフトに詳しい) が MacFarlane や Chadwick 氏と協力して ENDF の処理ソフトや図形表示ソフトを作っている現場などに立ち会うと、一種の畏敬の念すら感じます。また、Chadwick 氏は、WNR の実験グループ (Haight 氏など) と協力して実験データに対する理論解析も担当していますが、実験グループと理論グループが密接に協力することで、お互いに大きなメリットを受けています。この他にも何人か職員がいるようですが、残念ながら、アメリカ人職員のオフィスがある建物と、Chadwick 氏、Moeller 氏等を含む外国人 (当然小生もこちらの部類) のオフィスとは塀で隔てられていて、アメリカ人スタッフと会う機会は昼食時以外は非常に少ない状況にあります。これは少なからず誤算でした。なお、Young 氏は最近リタイアし、ロスアラモスからアルバカーキに引っ越しまできましたが、コンサルタントとして随時出勤していますし、GNASH の改良やアクチノイド関係の評価は相変わらず一手に引き受けているようです。

さて、私はこちらでは Chadwick 氏と協力して、高エネルギーファイルの作成をして

います。LANL では既に Chadwick 氏が多くの核についての評価を進めており(このライブラリーは、<http://t2.lanl.gov/homepage.html> から入手することができます)、私は、とりあえず 250MeV までの Ni の中性子、及び陽子入射ライブラリーを作成することになりました。基本的には、このような作業は GNASH を使ってやることになりませんが、そのためには、最初に光学ポテンシャルを決めてやる必要があります。ご存じのように、現在の所、中性子に対して 250MeV まで使えるようなグローバル OMP などというものはありません(この点については異議のある人もいると思いますが)ので、新しいポテンシャルを決めてやるか、あるいは既存のポテンシャルを使い全断面データや反応断面積データがどの程度再現されているかをチェックし、再現性がよくない場合には、計算された透過係数を規格化してやるという作業が必要になります。一度このようにして光学ポテンシャルや規格化定数が決まってしまうと、後は GNASH で計算をして、せいぜい Kalbach 定数を調整するくらいの機械的な作業で評価は終了します(するようです)。この一連の作業に必要なプログラム群は Chadwick と Koning(ECN)によって非常に良く整備されていて、"Quick GNASH"という名前が付けられています。

という訳で、私は Ni に対して 250MeV まで適用可能な中性子ポテンシャルを検索することから作業を始めました。このために、全断面データ、s-波の強度関数( $S_0$ )、弾性散乱の角度分布データを用い、Bayesian-Marquart 法に基づいて OMP を検索する、九大・河野さんの Kalman に似た簡易システムを作りました。OMP のエネルギー依存性や初期パラメータについては、紆余曲折の末、Koning と Delaroche の OMP(private communication)を少し改良したものを用いることにしました。光学模型計算には彼らにならって ECIS95 を用いて、relativistic kinematics を考慮しました。また、ちょうどいいことに、LLNL の Dietrich 氏が WNR を使って、5MeV から 220MeV までのエネルギー範囲で天然 Ni の全断面データを測定した(to be published)直後だったので、そのデータをもらって、全断面データが  $A^{2/3}$  に比例すると仮定し、各アイソトープに対する高エネルギーの全断面データとすることができました。このようにして、 $^{58}\text{Ni}$ 、 $^{60}\text{Ni}$ 、 $^{61}\text{Ni}$ 、 $^{62}\text{Ni}$ 、 $^{64}\text{Ni}$  について、OMP を求めました。パラメータの数は中心部ポテンシャルだけで 15 あり、まず  $^{58}\text{Ni}$  (データが最も多い)についてはすべてのパラメータを検索し、それ以外のアイソトープに対しては、幾何学パラメータは  $^{58}\text{Ni}$  のものに固定し、ポテンシャルの深さに関する 7 パラメータを検索しました。この OMP について詳細はまだ書けませんが、if 文を使ってポテンシャルをエネルギー領域に分けることなく簡単な式で書いて、しかも 0MeV から 250MeV まで適用可能な、なかなかの優れたものだと思っています。ただし、この関数形は Koning と Delaroche によるところが大ですが…。また、同様な解析を陽子入射反応に対しても適用して、全反応断面積と弾性散乱角度分布を再現する

ポテンシャルを見つけようとしたのですが、残念ながら陽子については Koning のポテンシャル(private communication)を凌駕するパラメータを見つけることはできませんでした。なお、今回の中性子ポテンシャルの検索をされていてつくづく感じましたが、やはり必要な時にタイムリーなデータを供給できる実験のアクティビティーがあるということは重要なことです。

さて、仕事の話はこのくらいにして、地図を見ていただくとわかりますが、ロスアラモスという所は、近所に国立公園が異様にたくさんある場所です。ジョン・ウエインの西部劇で有名なモニュメントバレーを始め、グランドキャニオン、ザイオン、ブライス、キャニオンランズ等のキャニオン系国立公園、アーチーズやメサ・ベルデ、ホワイトサンズ、カールズバッド等、有名な観光地があちこちにあります。また、少しがんばるとグランドテイトンやイエローストーンにも車で行くことができます。という訳で、地の利を生かし、私も、家族といくつかの公園に行って来ました。そんな中でも、私にとって印象的だった所の一つのがメサ・ベルデです。

メサ・ベルデ国立公園は、コロラド州の南西部、ロッキー山脈の南端にある、アメリカでは珍しい、遺跡が国立公園になっている所です。メサ・ベルデ(Mesa Verde)はスペイン語ですが、英語では"Green Table"という意味になります。その名のとおりに、アリゾナやニューメキシコに比べ、メサ・ベルデを含むコロラド一帯は緑が多く、また非常に遠くまで見渡せる巨大なメサ全体が公園になっています。ここでは、昔ここに住んでいたアナサジ・インデアンには背中に羽が生えていたとしか思えないような断崖絶壁の中腹に都市が築かれています。彼らは、今から1400年ほど前にこのメサに住むようになり、最初はメサの頂上に家を建てて住んでいましたが、西暦1200年頃から断崖の洞窟に都市を作って住み始め、約100年ほどここで生活していたそうです。その後、自然環境の変化や資源(動植物)の減少により忽然と姿を消し、メサ・ベルデの地は、1888年に付近に定住したカウボーイの一家が発見するまで500年にわたる長い眠りに着きました。その後、ここを訪れる人により貴重な文化遺産が持ち去られたり荒らされたりした時期もありましたが、1906年に国立公園に指定されてからは専門家の手により修復され、現在に至っています。また、1978年にはユネスコから世界遺産に指定されました。

写真をご覧ください。これはメサ・ベルデにいくつかある断崖都市の一つ、クリフパレスです。この写真では、一番上に断崖の頂上写っています(灌木のようなものがたくさんある部分)。そこから下に、帽子のひさしのように前方に飛び出した断崖があり、その下にある開けた洞窟の中に、砂岩でできた都市が写っています。この都市の下は再び断崖で、深いメサの谷底に続いています。建物の中で、入り口部分の長方形が、上が

大きく下が小さい、鍵穴のような形になっているものがありますが、これはニューメキシコのチャコ・プエブロの文化と共通するそうです。また、丸い大きい穴はキバ(Kiva)の跡で、ここでは宗教的な儀式が行われたそうです。このような建物やキバの天井は、横に丸太を通して、その上をしっかりと固めた構造をしていますが、長い年月の間に丸太が腐敗してしまうため、インディアンの住居跡の多くは写真のように天井がなくなった形で見つかっています。また、洞窟の天井は、インディアンが炊事や暖をとるためにした焚き火のために黒く変色しています。なお、このような都市を築いても、この地に住んだアナサジの人々の生活は厳しく、平均寿命は32～34歳程度だったようです。

私たちがここを訪れた時は、ちょうど雨上がりの陽が雲の間からさしてきたところで、何か神々しいものまで感じました。ここに住んだ人たちがどのような日々を過ごし、何を考え、どのような事を幸せと感じたか、などと日々の雑用を一時忘れ、過去にタイムスリップする空想に浸る、思い出深い時間を持つことができました。遺跡や歴史に興味がある人は、一度訪れてみられてはどうでしょうか。



クリフパレス (メサ・ベルデ国立公園)