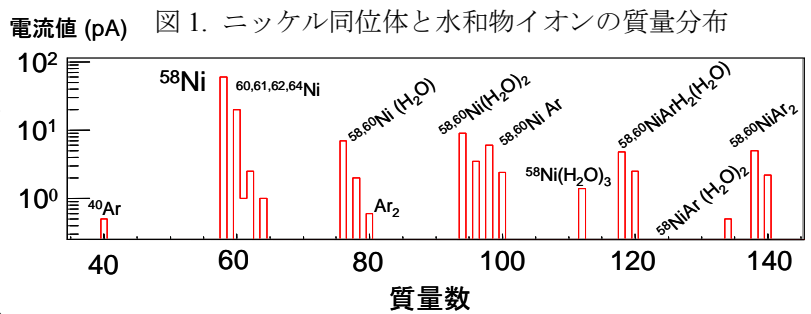


1. KISS 計画進捗状況

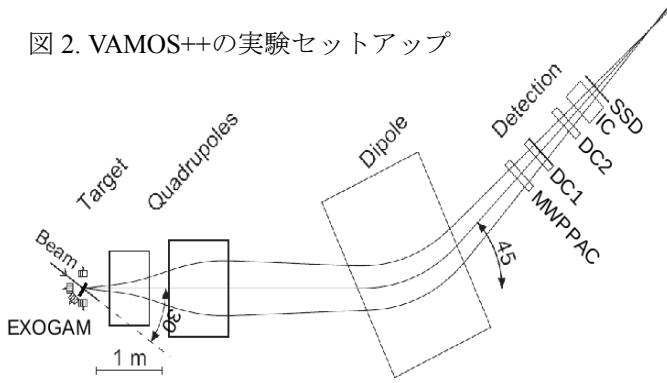
・KISS 開発試験進捗状況：2012年1月にRIKEN仁科センターJ3実験室に元素選択型質量分離装置(KISS)用のレーザー装置を整備、オフライン試験の環境を整えた。2月14日、ガスセル内のフィラメントから蒸発させたニッケルをレーザーで共鳴イオン化し28kVの加速電圧で引出し、質量分離する事に成功した(図1は引出されたニッケルビームとその他不純物イオンの質量分析スペクトル)。今後ガスセルを100K程度まで冷却して、セル内の水分子濃度を0.01ppb程度まで下げ、単原子イオンの引出し効率向上を目指す。



9月末からは単原子イオン引出し効率の絶対値と元素選択率を測定するため、⁵⁶Feビームによるオンライン試験を開始した。1回目の試験では共鳴イオン化された鉄イオン検出ができず、調査の結果ガスセルシステムに汚染・残留した炭化水素物との分子形成が原因である事を突き止めた。現在ガスセルのベーキング、ガス配管の交換などを行っている。2013年2月に2回目の試験を予定している。

・多核子移行反応実験解析状況：2012年3月にフランス・GANIL研究所で多核子移行反応の断面積測定実験を行った。核子当たり8 MeVの¹³⁶Xeビームを厚さ1.3 mg/cm²の¹⁹⁸Pt標的に照射し、生成される入射散乱核を重イオン用スペクトログラフVAMOS++で検出した。図2に実験のセットアップを示す。VAMOS++はQQDの電磁石構成。入射した散乱核は多芯平行平板型なだれ計数管(MWPPAC)、ドリフトチェンバー(DC1、DC2)、イオンチェンバー(IC)、シリコン検出器(SSD)で検出され、原子番号、質量、エネルギーおよび散乱角度の情報を得た。標的周りに11台構成のクローバ型ゲルマニウム検出器(EXOGAM)を配置し、反応生成物からのガンマ線を検出した。ガンマ線を同定することで多核子移行反応により生成される標的様散乱核の断面積情報が得られる。

図2. VAMOS++の実験セットアップ



実験は日本、フランス、イタリア、韓国の国際共同チームで行った。現在データ解析を進めている。図3は検出された入射散乱核の質量数と原子番号で識別した生成量分布を示している。Niなどの軽い重イオンビームを用いた多核子移行反応に比べて陽子ピックアップ反応が顕著に見られており、KISSで研究対象とする陽子ピックアップ反応で生成される標的様散乱核に対して、核反応モデルによる推定値よりも大きな収量が期待される。

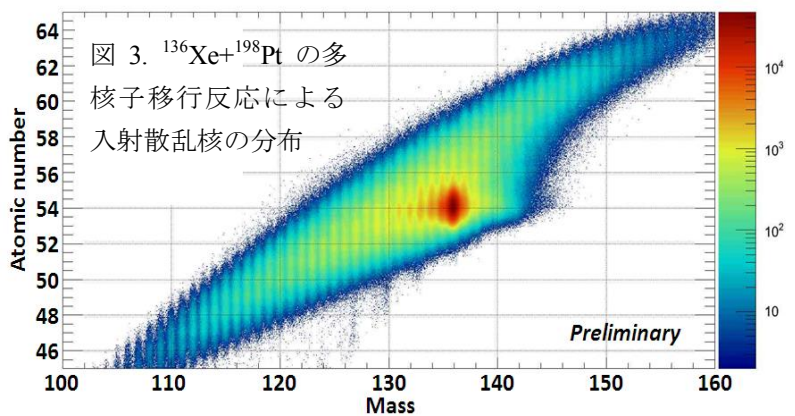


図3. ¹³⁶Xe+¹⁹⁸Ptの多核子移行反応による入射散乱核の分布

・第2回連携研究連絡協議会：11月13日KEKつくばキャンパスで開催され、会議後つくばキャンパスの実験施設見学会が行われた。協議会では、理研仁科センター内におけるKEKRN B研究拠点の分室化およびKISS装置の共同利用について検討を開始する事などが協議された。

2. 関連する研究成果

・ ISOLDE/CERN 長期研修成果 :

2011年6月より KISS 実験に向けたレーザーイオン源技術の取得および共鳴イオン化経路探索、短寿命核ビームによる原子核実験の遂行を目的にスタッフを 1.5 年の期間 CERN の ISOLDE 施設に派遣している。2012 年には下記の成果が得られた。

(a) KISS プロジェクト研究対象であるハフニウム原子の高効率なレーザー共鳴イオン化経路探索を ISOLDE のレーザーオフライン研究室で行った。アブレーションによって原子化したハフニウムを、レーザーによる 2 段階励起でイオン化した。第二励起のレーザーに Nd:Yag の 3 倍波を用い、第一励起に 286.6374 nm の共鳴波長を用いた。直径 2mm の照射スポットに対して第一励起レーザー強度が 15 μJ でイオン化効率が飽和することを見いだした。今後理研においてさらに効率の高い励起経路を探る。

(b) ^{31}Mg の束縛状態のスピンのパリティを決定する実験を ISOLDE で行った。核子当たり 2.92 MeV の ^{30}Mg ビームをポリエチレン標的に照射し、重心系で 180 度近傍の ^{30}Mg と陽子の弾性散乱微分断面積の励起関数を測定した。 ^{31}Mg の第 2, 3 励起状態に相当する共鳴は顕著に観測された(図 4)が、基底状態と第一励起状態に相当するものは抑制され確認できなかった。これは ^{30}Mg と ^{31}Mg の間に劇的な核構造変化の存在を示す最初の証拠となる。実験は KEK-LUND 大-CERN-九大-東大の共同で行った。

・理研における天体核実験：超新星爆発残骸からは ^{44}Ti 崩壊時のガンマ線が観測される。観測値から導出された ^{44}Ti 生成量と爆発モデルによる推定値の 1 桁近いずれを理解するため、 $^{44}\text{Ti}+^4\text{He}$ 反応断面積測定を目指している。2011 年には、理研に設置された 2 次ビーム分離装置 CRIB による ^{44}Ti ビーム生成試験を行った。ビーム生成は $^{42}\text{Ca}(^3\text{He}, n)^{44}\text{Ti}$ 反応により行い、2 次ビームとして実験可能な毎秒 10^4 個程度のビーム強度を得ることが出来た。

3. 国際会議などの報告

・EMIS2012: 2012 年 12 月 3 - 7 日、KEK, RIKEN, IMP (中国) の共催で第 16 回電磁質量分析器と関連する応用技術に関する国際会議 (EMIS2012) を松江市にて開催した (図 5)。18 カ国から、174 名 (内 98 名が国外) の参加を得て、主に原子核実験に関する電磁分析器、

レーザー、トラップなどの実験技術の進歩と短寿命核実験の最新結果、短寿命核ビーム科学における今後の施設・研究計画などについて活発な議論と報告が行われた。次回は 2015 年 MSU (USA) での開催が決まった。

・Workshop on IGLIS: 2012 年 12 月 10 - 11 日、KEK, RIKEN, KUL (ベルギー) 共催のもと、ガスセル内共鳴イオン化分光による低エネルギー RI ビーム生成に関するワークショップを理研で開催した。当分野の専門家が参加し、各施設での開発研究について活発な議論を行った。今後緊密な情報交換を行えるよう KEK が世話人となって、研究ネットワーク (IGLIS-Net, In-Gas Laser Ionization and Spectroscopy NET-work) を発足することが了解された (13 研究所が参加、8 が国外)。KISS としては、当面の開発研究を進める上で重要な情報を収集し、将来的には国際的な利用者グループの育成に繋げることを目指す。

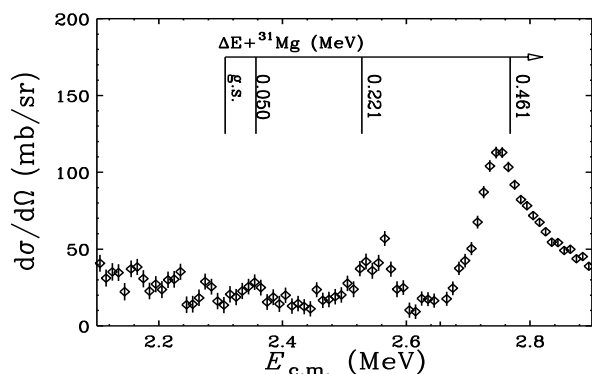


図 4 ^{30}Mg の陽子共鳴弾性散乱の励起関数。インセットに ^{31}Mg 束縛状態の励起エネルギーを示す。



図 5. EMIS2012 集合写真@松江くびきメッセ