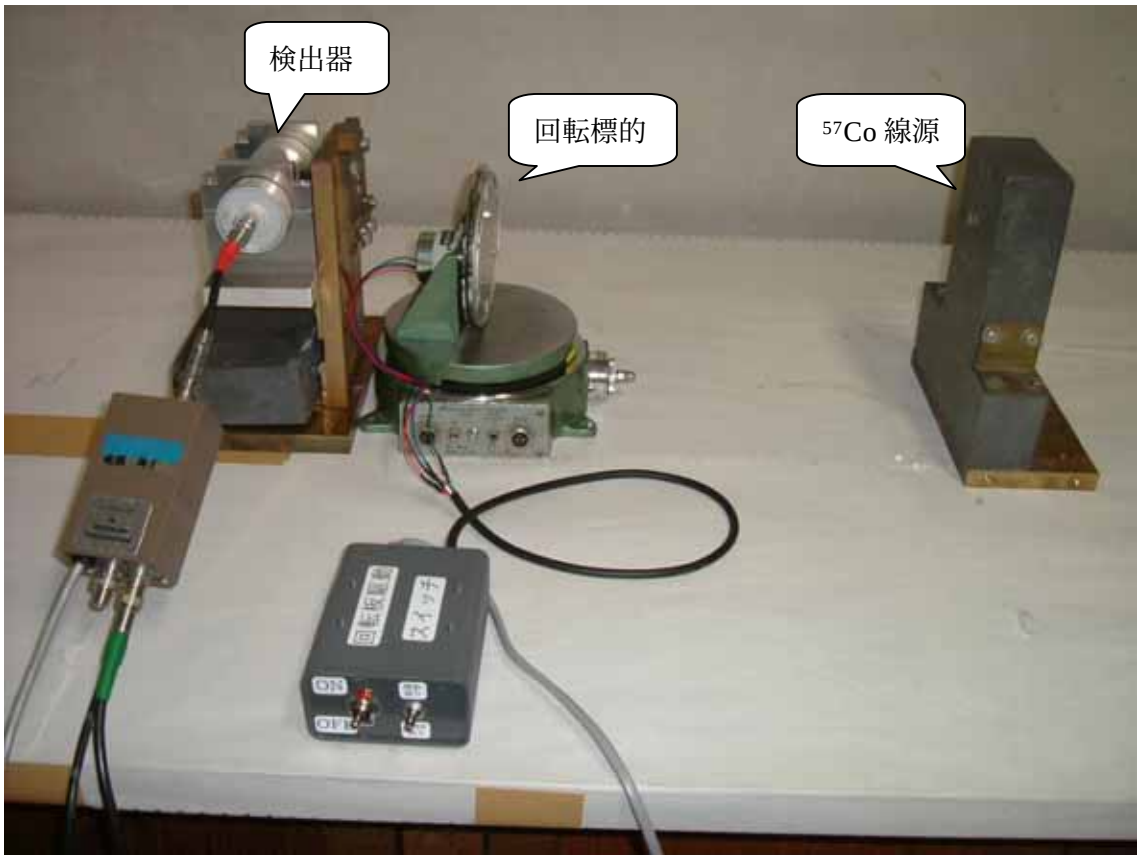
KEK 夏の学校 07（覚書 1）:「試料回転型メスバウアー装置」ステンレス試料の結果

2007.2.3、佐藤

試料回転型メスバウアー装置（試作一号機）を組み立て、弱い線源を用い吸収スペクトルを取得した。内部磁場や電場勾配がなく吸収線が一本になるステンレスに対してメスバウアー効果（無反跳核γ線共鳴吸収）が確認された。

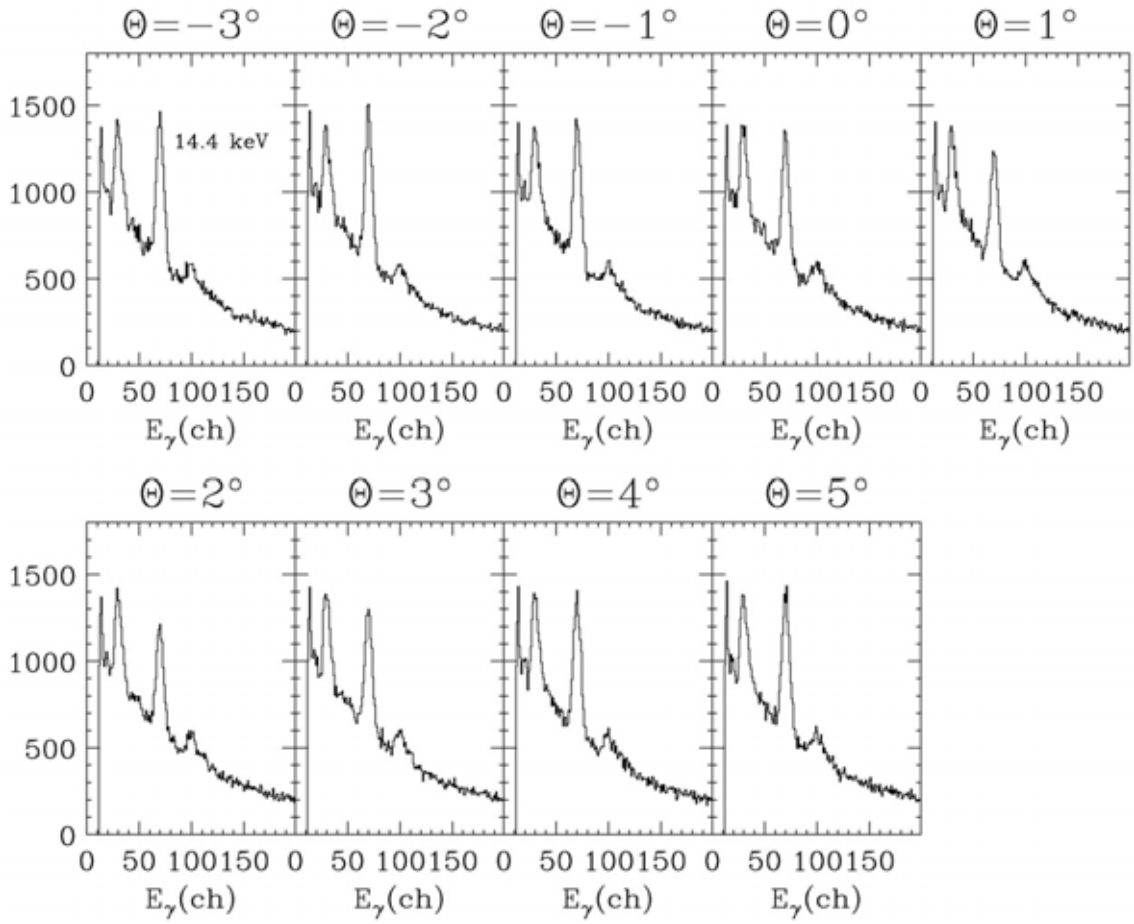
試作一号機の写真を下に示す。試作機は右から、「^{57}Co 線源」、「回転標的」、「検出器」から構成される。線源の強度は 6 MBq で新規に購入予定の 3.7 MBq のものよりやや強い程度である。線源は遮蔽のため鉛ブロックの中に設置されている。標的の回転数は 4 rpm で正逆両方向に回転可能である。標的（試料）は、回転盤の中心から 5±0.7 cm の動径範囲を覆っている。ステンレス試料の材質は SUS304 で厚みは 20 μm である。検出器は比例計数管で、カウンターガスは Kr と CO_2 の混合気体である。14 keV のγ線に対する検出効率は約 50%である。検出器の手前にはγ線のコリメータが設置されている。線源とコリメータの距離は 50 cm、コリメータの直径は 2 cm である。

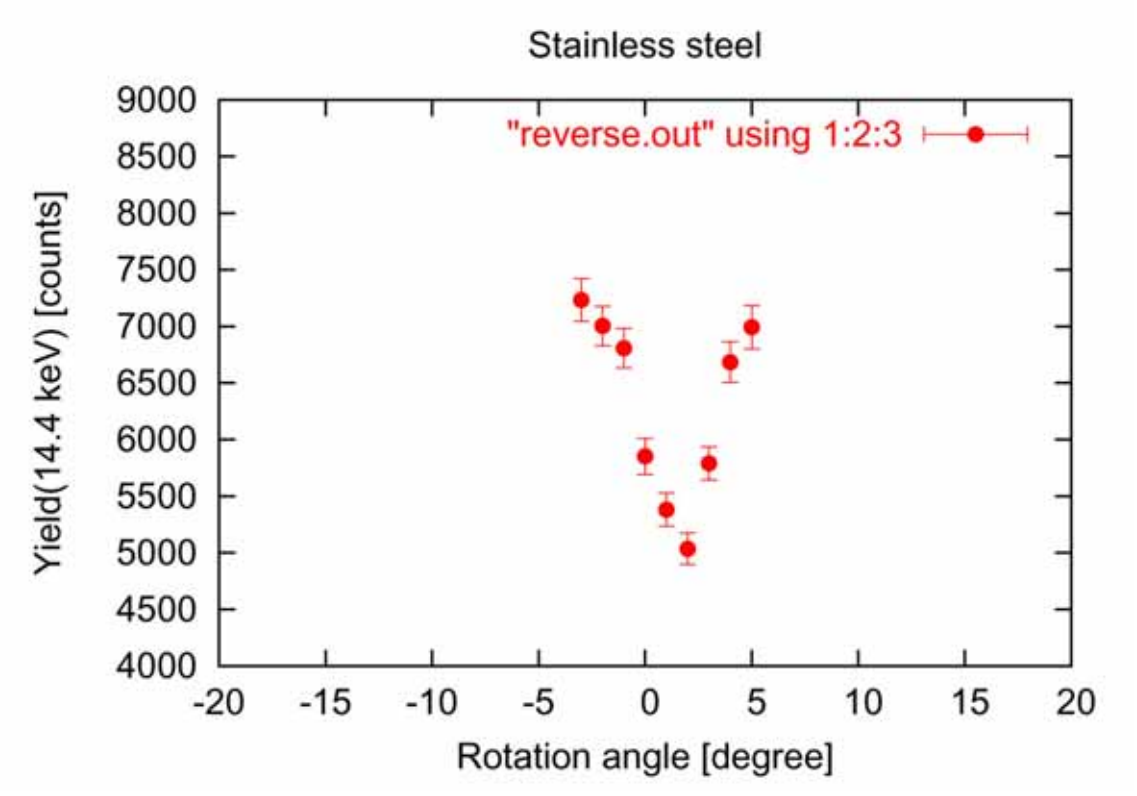


下図はステンレス試料について得られたγ線スペクトルである。回転円盤の法線とγ線方向のなす角度Θを様々に変えて得た結果を示す（Θの値は相対値である）。70 ch 付近に見えるピークが ^{57}Fe の第一励起状態から基底状態への遷移に対応する 14.4 keV のγ線で、25 ch 付近のピークは 6.3 keV の X 線である。14.4 keV のγ線の分解能（ΔE(FWHM)/E）は 0.1 であった。おのおののスペクトルを得るのに要した測定時間は約 1000 秒である。図中のスペクトルは測定時間が 1000 秒に相当するように規格化してある。

図から明らかなように、14.4 keV のγ線ピークの高さがΘに応じて変化しており、Θ=2°近傍で波高が最小となっている。一方、6.3 keV の X 線に対してはそのような変化は認められない。よって、γ線ピークの波高の変化は検出器のゲインの変化によるものではなく共鳴吸収現象（メスバウアー効果）のためと結論づけられる。

共鳴吸収をより定量的にとらえるために、14.4 keV のγ線ピークのカウント数をフィットにより求め、これを回転盤の傾斜角度Θの関数としてプロットしたものを次ページに示す。Θ=2°付近の共鳴点近傍で 30%程度イールドが低下する様子が確認できる。





以上の結果は、γ線の無反跳共鳴吸収現象の存在を確認するものである。

今後、以下のチェックリストに従い準備作業を進める予定。

□試作一号機を用い、次のステップである軌道電子と原子核の電磁モーメントの相互作用に由来する超微細構造の検出を試みる。試料は内部磁場のため吸収線が六本にゼーマン分離する鉄とする。

□試作二号機の準備：「線源」、「回転標的」、「検出器」の相対位置が測定中に変わらないように、これらを適当なレールに固定する仕組みを考える。ただし、各部品の相対距離は自由に設定・最適化できるように工夫する。また、駆動装置を含めた回転標的の設計・製作を進める。

□γ線検出器は新調する必要がある。これは、(1)比例計数管〔プレアンプ込で 45 万円〕が高価で壊れやすく持ち出しはできれば避けたいこと、(2)そもそも一つしかないことが理由である。そこでまず、取り扱いの簡単な NaI 検出器で今回と同様の測定が可能かどうか調査する。その後、CsI＋フォトダイオード、SiLi 冷却半導体検出器、多線式比例係数管等の他の低エネルギーγ線検出器も試してみたいと考えている。何か面白いアイデアがあればお寄せ下さい。