

3P039

極紫外 FEL 光利用実験に用いる多粒子同期計測システムの開発 - Kr クラスタ実験での性能評価 -

(産総研計測標準¹, 東北大多元研², 京大院理³,

MPI Heidelberg⁴, Frankfurt U.⁵, 理研⁶, JASRI⁷)

○本村 幸治^{1,6}, 齋藤 則生^{1,6}, 福澤 宏宣^{2,6}, Liu XiaoJing^{2,6},
Prümper Georg^{2,6}, 奥西 みさき², 嶋田 浩三², 上田 潔^{2,6}, 原田 哲男²,
豊田 光紀², 柳原 美広², 山本 正樹², 岩山 洋士^{3,6}, 永谷 清信^{3,6},
八尾 誠^{3,6}, Rudenko Artem^{4,6}, Ullrich Joachim⁴, Foucar Lutz⁵,
Czasch Achim⁵, Dörner Reinhard⁵, 永園 充⁶, 東谷 篤志⁶, 矢橋 牧名⁶,
石川 哲也⁶, 大橋 治彦^{6,7}, 木村 洋昭^{6,7}

理研播磨研究所にてX線自由電子レーザー試験加速器である極紫外自由電子レーザー(EUV-FEL)が現在稼働している。光イオン化過程の実験において、このEUV-FELを光源として適用した場合、その高い光強度のため多数の荷電粒子が同時に生成されることになる。本研究はこれらの荷電粒子を高効率での検出する計測システムの開発が目的である。

実験システムとして、六角型ディレーライン2次元検出器を備えた飛行時間型運動量分光計によって、荷電粒子の検出を行う。検出器からは位置と時間の情報を含んだ7チャンネルのパルス信号が出力されるが、これにレーザー光強度を加えた計8チャンネルの信号を高速デジタル(Agilent U1065A Acqiris DC282)に取り込み、しきい値以下のノイズを除いたパルス時間波形をそのまま保存する。その後、ソフトウェア処理によって波形からパルスの検出時間を計算し[図1]、最終的に荷電粒子の検出位置と到達時間を求めることになる[図2]。このシステムは従来(CFD+TDC)と比べ、検出効率、デッドタイム、粒子検出数などの様々な性能についてアドバンテージが期待できる。また、波形自体が保存されているため、実験後に異なる条件で信号を再処理することが可能で、測定を最適化することも容易となる。

このシステムをEUV-FEL光を用いたKrクラスタの多重イオン化実験に適用し、実際の性能の検証を行った。実験では多数のイオンが広い時間域にわたり検出され[図2]、システムの検出能力を見積もることができた。発表では、この実験結果を元に計測システムの評価を行い、Krクラスタの多重イオン化について議論する。

本研究は理研SCSS試験加速器運転グループのご協力を受けました。ここに感謝いたします。本研究の一部はX線自由電子レーザー利用推進研究課題として文部科学省から援助を受け行われました。

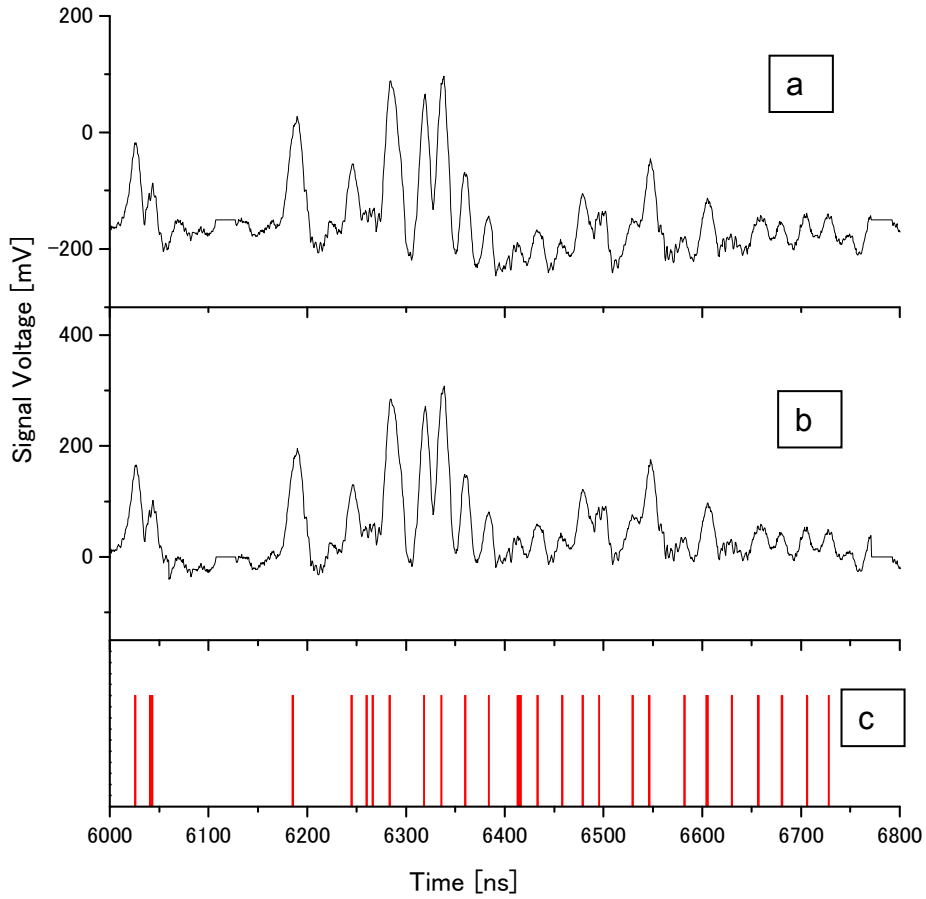


図 1 : a) 保存されたディレーラインの信号波形の例
 b) ベースライン、アンダーシュートを補正した波形
 c) 波形解析処理によって検出されたパルス

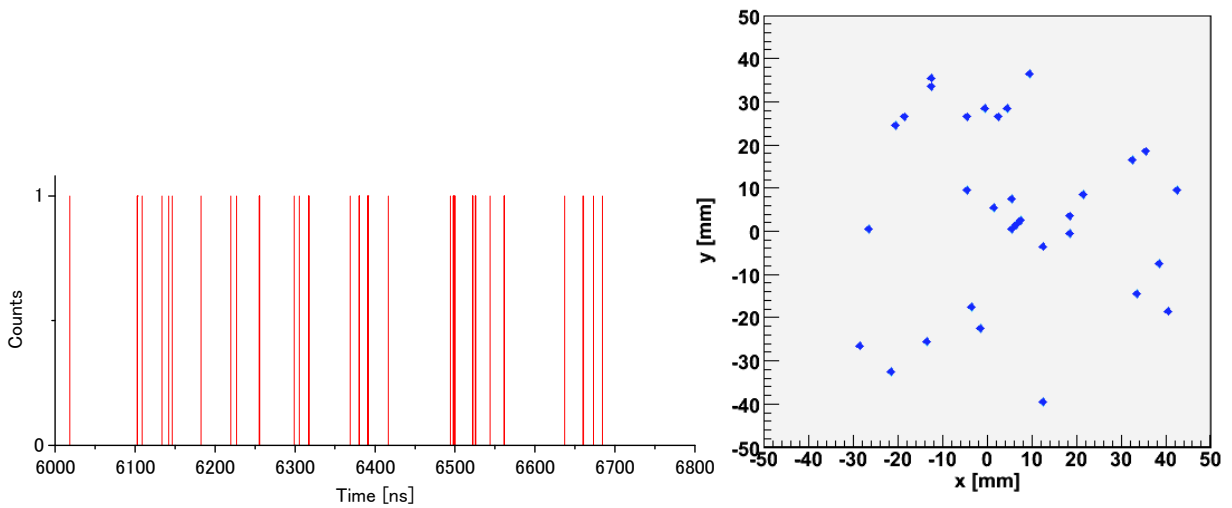


図 2 : MCP 信号とディレーライン信号から計算された、Kr イオンの到達時間と検出位置