

◁研究会報告▷

The 5th SPring-8 International Workshop on 30-m Long Section—
on the use of Coherent Soft X-rays from Super-Brilliant Sources 報告

今田真 (大阪大学大学院基礎工学研究科)

本国際ワークショップは SPring-8 の30 m 長直線部への導入が提案されている軟 X 線長直線アンジュレータの利用研究を主なテーマとして、2002年5月10-12日の3日間、SPring-8 において開かれた。軟 X 線を用いた分子やクラスターから固体、表面、ナノ構造さらには生物と多彩な研究対象についての先端研究と、長直線アンジュレータを用いるとさらにどのような発展が期待されるかが講演され、最後のパネルディスカッションにいたるまで多くの活発な議論がなされた。全部で27の講演があったが、軟 X 線長直線アンジュレータの利用についての講演のほか、自由電子レーザー (FEL) の講演が6講演あって、長直線アンジュレータと FEL それぞれの特徴が光源・利用の両面で浮かび上がるようになっていたことも本ワークショップの特徴であった。

最初のセッション“Super-brilliant light sources I”では、まず理研播磨の田中隆次氏より、SPring-8 の長直線部に将来設置するための軟 X 線用アンジュレータのデザイン例が示された。幅広いユーザーの希望を網羅するには、左右円偏光、縦横直線偏光の切り替え可能な光源が求められる。今回示されたのは円偏光アンジュレータを何台も並べ、左右の円偏光アンジュレータの位相マッチングで任意の直線偏光を出すという手法だ。アイデアとしては以前から知られていたのだろうが、詳しい計算を行って実現可能性の検討を重ねられたようである。興味深かったのは、左右の円偏光アンジュレータ間の(位相的な)距離を特定の値にしてギャップ値をある値に設定すると、分光器を通った後の光は光エネルギーによって縦偏光と横偏光が切り替わることである。このような効果は、長い直線部を使うことでアンジュレータ間の干渉性がよくなるために起こることだったと思う。光源技術の進歩のめざましさを感じた講演であった。

つづいて DESY の Moeller 氏より、VUV/軟 X 線自己増幅型 (SASE) FEL プロジェクトのファーストデータと今後の展望についての講演があった。ごく最近波長約100 nm で“saturation”と呼ばれる状態が実現したとのことで、光パルスの長さや強度といった光源のキャラクターゼーションの結果が示された。DESY のほかに、BESSY II, Super-ACO, 英 Daresbury, 理研 SPring-8 などの FEL (計画も含めて) やプラズマ型の軟 X 線レーザーについての講演があった。

ワークショップの主題である軟 X 線長直線アンジュ



レータの利用については20件ほどの非常に多岐に渡る講演があった。セッションを列挙すると“Pump-probe”, “PEEM/LEEM”, “X-ray scattering”, “Soft X-ray emission”, “Photoemission”, “Photoelectron diffraction”, “Biological samples”となる。長直線アンジュレータの利点をどのように活かすかという観点では、各種の分解能の点で従来を凌駕する実験を行うことで新たな科学的展開をめざすことに重点があったように思う。

“Soft X-ray emission”のセッションでは、軟 X 線発光の偏光依存性を駆使することで表面の化学結合を解明したり、軟 X 線吸収によって未だに謎に満ちている液体状態の水の中の水素結合を明らかにできるという研究が紹介された。軟 X 線発光の場合は、発光分光器を通すこともあって高エネルギー分解能の実現のためには高輝度の光源が不可欠となる。“Photoemission”ではバルク敏感な光電子分光のエネルギー及び角度分解能の向上によって、高温超伝導体や磁性材料の内部の電子状態が従来よりはるかに正確に明らかになることが強調された。なかでも APS の Freeland 氏は APS で立ち上げ中の軟 X 線発光、吸収、光電子分光を総合的に行うビームラインの現状を報告し、次世代の電子スピンを利用したデバイス「スピントロニクス」のための材料研究に向けての展望を語った。

“Photoelectron diffraction”では、ALS の Fadley 氏が、内殻励起領域での軟 X 線の光学定数の振る舞いを利用して、多層膜を使って軟 X 線の定在波を立てる手法を紹介し、たとえば薄膜の電子状態が深さ方向にどのように変化しているかの解明に応用できることを示した。また、表面吸着系やクラスターといった系の構造を光電子回折を用いて解明する研究や提案の講演があった。さらに、

KEK-PF の Cherepkov 氏からは光電子回折における電子相関の重要性についてのごく最近の理論研究の紹介があった。

“PEEM/LEEM” と “Biological samples” はいずれも顕微分光のセッションであった。“PEEM/LEEM” セッションでは、光電子顕微鏡 (photoelectron emission microscopy = PEEM/low energy electron microscopy = LEEM) と軟 X 線による元素選択励起を組み合わせることで、表面化学反応や微細な磁区構造における電子状態や磁気状態をナノメートル領域の空間分解能で明らかにできることが示された。一方 “Biological samples” セッションでは軟 X 線顕微鏡による細胞中の組織などの研究が紹介され、たとえば生きた細胞の観察のためにはブラウン運動による像のぼけをなくす必要があり、高輝度光による短時間の測定が不可欠であるとのことであった。

全講演の後パネルディスカッションが持たれ、長直線アンジュレータと SASE-FEL の光源としての性質の違いが

整理されたとともに、それぞれどのような利用研究に向いているかが議論された。両者の最大の違いは、長直線アンジュレータが繰り返し回数が多くて時間平均強度が強いのにに対し、SASE-FEL は繰り返し回数が少なくピーク強度が非常に強い点である。非常に大きな光強度のもとで起きるような全く新しい現象の研究や、1回の光パルスで測定を完了したい場合には SASE-FEL が適している。これに対し、光電子分光や発光分光といったいわゆる分光学においてエネルギー・角度・空間などの分解能を格段に向上させるためには、長直線アンジュレータが適しているというのは一致した意見だったように思う。SPRING-8 に軟 X 線長直線アンジュレータが早期に導入されてこのような研究が可能となることがますます望まれた国際ワークショップであった。

最後に、円滑な運営によって有意義なワークショップを実現してくださった SPRING-8 のスタッフの皆様へ深く感謝したい。

一口メモ

石榴

ペルシャ・インド原産のザクロ科ザクロ属の落葉喬木で、中国でも古くから栽培された。日本への渡来は平安時代だそうである。高さは 5-10 m となり、幹には瘤が多く、若い枝には四稜があり、よく枝分かかれし、短枝の先端はとげとなる。つやのある葉は細い長円形で対生となる。6月上旬から7月下旬まで鮮紅色で筒状の花が咲き、果実は中秋に熟する。種子が多いことから、子孫繁栄の象徴として結婚式に供される。また、伝説では鬼子母神が他人の赤ん坊を食べないようにこの実を与えたという話がある。

現在のように、豊富に果物が出回っていなかった少年時代の好物は桑の実、グミ、ビワ、イチジクのような野生の果実でした。秋になりますと、農家の叔父の庭にあるザクロの実を目当てに立ち寄り、口一杯に実を含み、果汁を吸っていました。最近、果物屋さんでザクロを見かけますと、つい手が伸びてしまいます。また、上野のアメ横ではイランから輸入されました乾燥ザクロが手に入ります。

(No. 46, K. Ohshima)

