

Taiwan Photon Source の建設中ビームラインの状況

岡本 淳

National Synchrotron Radiation Research Center (NSRRC)

1. はじめに

台湾新竹市にある放射光利用研究施設 NSRRC にある第3世代 3 GeV リング放射光施設 Taiwan Photon Source (TPS) が、最初に放射光運転を確認した 2014 年 12 月 31 日(図 1)から早くも 4 年たとうとしている。TPS の建設計画は 3 phase に分かれており、2013-2016 年の Phase I では 7 本、2017-2020 年の Phase II では 10 本、2020-2023 年の Phase III では 9 本のビームライン建設が計画されている(図 2)。各 Phase の進捗状況はビームラインだけでなく実験ステーションの新規装置開発も影響して、全てが計画通りとはいかないものの、定常測定が可能なものはユーザー開放が、更なる改修が必要なものは可能な限り早急なユーザー開放を目指してコミショニングを進めている。具体的には、Phase I のうち、硬 X 線回折や散乱関係の 5 本のビームラインは既にユーザー開放されているが、軟 X 線領域ビームラインの 41A と 45A はコミショニング中である。Phase II の中でも硬 X 線 EXAFS ビームライン 44A は、2018-3 期からユーザー開放されている。2018 年 6 月には台北で第 13 回放射光国際会議(SRI2018)が開催され、会期中の TPS



図 1: 最初の TPS 放射光
(2014 年 12 月 31 日)

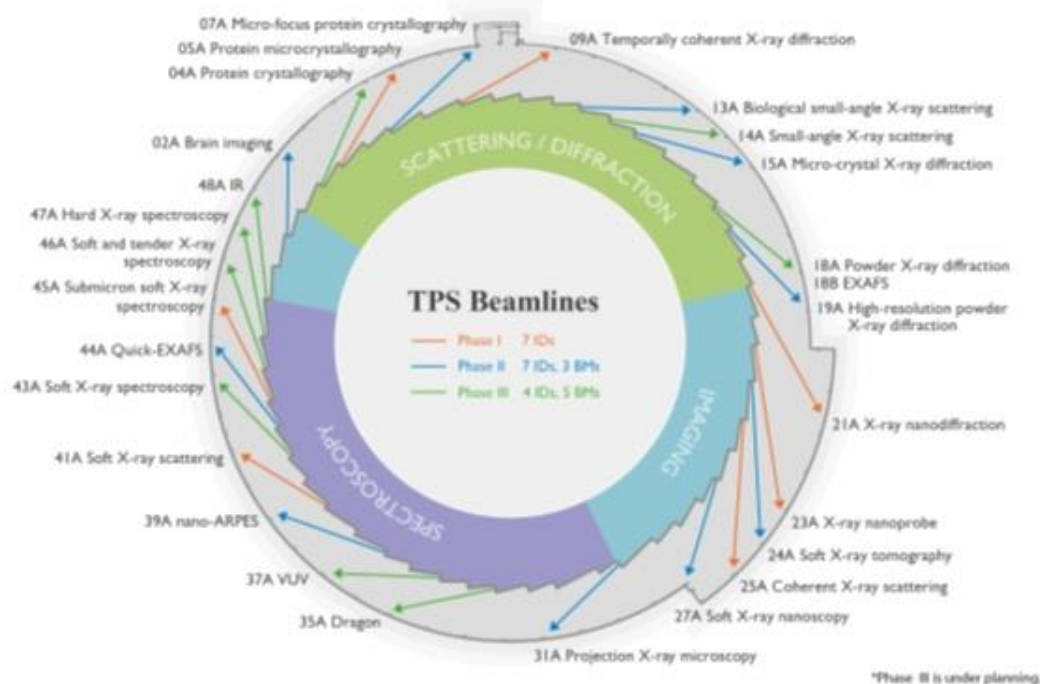


図 2: TPS 建設計画とビームライン

ツアーに参加された方はご存知の情報もあるが、Phase I の 2 本の軟 X 線ビームラインと、硬 X 線 EXAFS ビームライン 44A の現状について述べたい。

2. TPS41A: Soft X-ray Scattering

軟 X 線ビームラインである TPS41A は、共鳴非弾性 X 線散乱 (RIXS) とコヒーレント回折イメージング (CDI) を測定手法とする 2 つのステーションで構成されている。挿入光源として楕円偏光アンジュレーターが 2 つタンデムで設置されており、400 eV から 1200 eV のエネルギーに対応している。RIXS ステーションは SRI2019 直前の 2018 年 5 月までに Ni L3 端 (853 eV) 及び O K 端 (530 eV) でのコミッショニングを行った。結果、プロトタイプとして建設・運用されている TLS05A の RIXS ビームラインと比較して、2 倍以上のエネルギー分解能である $E/DE \sim 22,000$ と、1 桁から 50 倍上のシグナル強度の RIXS スペクトルを測定したが、高エネルギー分解能と高い統計性を同時に満たす光学条件が確立できていない。当初の目標であるエネルギー分解能 30,000 に届かない理由として、回折格子のスロープエラーの補正が不十分であることが考えられている。9 月からの 2018-3 期のコミッショニングでは入射光と散乱光の回折格子のスロープエラー調整と、RIXS 測定・駆動系のソフトの改良を行っている。CDI ステーションは、イメージング測定での集光精度や試料位置安定性の向上のための改修作業を 2018 年初頭から行っている。入射光の集光を KB ミラーからキャピラリーチューブに変更し、レーザー干渉計による位置のフィードバックシステムの同乳立ち上げを進めている。両ステーションともに、2019 年内のユーザー開放を目標としている。

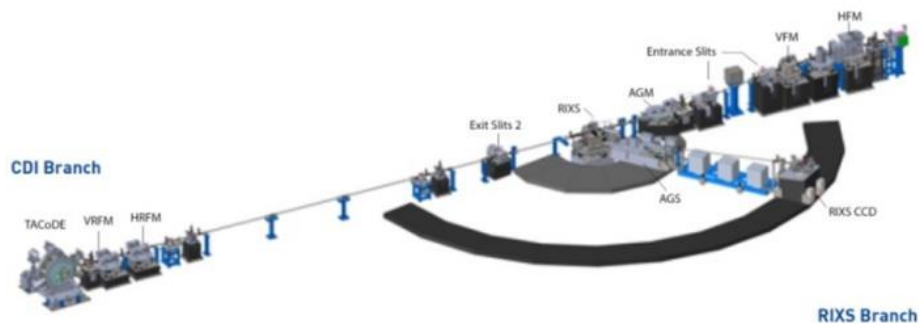


図 3: TPS41A。RIXS ブランチと CDI ブランチ

3. TPS45A: Submicron Soft X-ray Spectroscopy

ビームライン建設予算をマックスプランク研究所（MPI）と淡江大学（TKU）が共同で出資した、軟 X 線分光による材料研究を対象としたアンジュレータラインである。入射エネルギーは 280 eV から 1500 eV であり、ビームサイズはサブマイクロ(= 1.2 (H) × 0.4 (V) μm^2)を目標としている。MPI と TKU が各々ブランチを持ち、MPI ブランチでは軟 X 線角度分解光電子分光、TKU ブランチは磁場 2T の磁気円二色性と X 線励起光ルミネッセンス(XEOL)を主な測定手法としている。SRI2018 の直前に単色化した軟 X 線放射光のビームラインへの導入に成功し、2019 年内のユーザー開放を目指してシステムの調整を進めている。

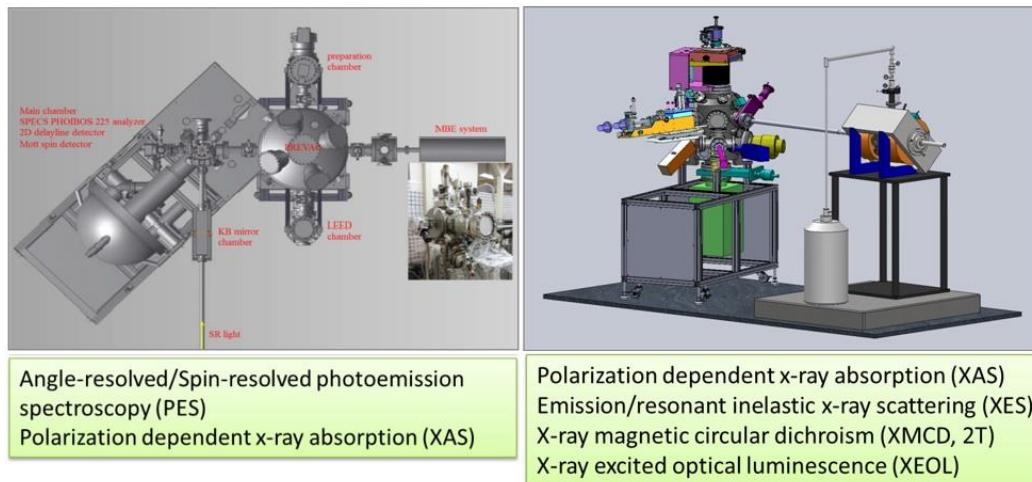


図 4: (左)MPI ブランチと(右)TKU ブランチおよび測定手法。

4. TPS44A: Quick-scanning X-ray Absorption Spectroscopy

TPS44A は 4.5 – 34 keV の硬 X 線領域での EXAFS 測定を対象としたビームラインである。特色は quick-scan による高速 XAS や EXAFS 測定で、本年度の 9 月の NSRRC ユーザーミーティングでは、分光器を 10 Hz で掃引するモードで 3d 遷移金属 K 端 XAS には十分な SN を得られたことを報告している。これは 50 msec の時間分解能を実現しており、実験例として Zn-Cu 電池の反応過程を Cu 及び Zn K 端 XAS スペクトルで測定している。現在も quick scan 安定性の向上につとめており、50 Hz で安定した測定ができるようになっている。ハイスループットな測定に向けて、室温限定ではあるが、試料を 30 個円周上に配置した円盤型ホルダーを導入し、ハッチを空けることなく連続した測定を可能にしている。



図 5: TPS44A 実験ハッチ内

5. 最後に

日本でも 2018 年は、軟 X 線向け 3 GeV 放射光源である東北大学・多元研・放射光産学連携準備室(SLiT-J)の建設に向けた動きが活発化しているが、ビームラインの建設はまだまだ先である。TPS だけでなく、世界各地で放射光利用研究の技術・装置の進展は今も着実に進んでおり、上記の TPS ビームラインのコミッショニングが遅れている理由の 1 つに、建設中の対象研究の進展に合わせて改修や性能向上を重ねていることがある。将来運転を開始する Slit-J が放射光研究の進歩に追随するだけでなく、新たな領域を切り開くことを期待したい。