

PRESENT STATUS OF THE CENTRAL JAPAN SYNCHROTRON RADIATION FACILITY PROJECT

Yoshifumi Takashima^{#,A,B)}, Masahito Hosaka^{B)}, Naoto Yamamoto^{B)}, Hiroyuki Morimoto^{A,B)},
Kiyoshi Takami^{C)}, Masahiro Katoh^{D,B)}, Yoichiro Hori^{E,B)}, Shigeki Sasaki^{F,B)}, Shigeru Koda^{G,B)},
Nobuhisa Watanabe^{B)}, Yoshikazu Takeda^{A,B)}

A) Graduate School and School of Engineering, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8603

B) Synchrotron Radiation Research Center, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, 464-8603

C) Nippon Advanced Technology Co., Ltd, 3129-45 Hibara Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1112

D) Institute for Molecular Science, National Institutes of Natural Sciences, Myodaiji-cho, Okazaki, 444-8585

E) High Energy Accelerator Research Organization, KEK, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305-0801

F) Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPring-8), Kouto, Sayo-cho, Sayo-gun, Hyogo, 679-5198

G) Saga Light Source, 8-7 Yayoigaoka, Tosu, Saga, 841-000

Abstract

“Central Japan Synchrotron Radiation Facility” is the principal facility of the project of Aichi prefecture, “Knowledge Hub,” to establish a new research center for technological innovations in collaboration with universities, research institutes, local government and industries. The building of the facility has been almost completed. Accelerators, light beam lines and measurement hardware are set up after October, 2011. The facility will become open for users in fiscal year 2012.

中部シンクロトロン光利用施設（仮称）計画の現状

1. はじめに

名古屋大学が進めてきたシンクロトロン光施設計画は、愛知県の推進する科学技術政策である「知の拠点」計画^[1]の中核施設として、中部地区の大学、産業界、行政の協力の下、「中部シンクロトロン光研究施設（仮称）」として実現されようとしている。地域共同利用施設として、大学や研究機関からの利用だけでなく、産業界からの利用を重視した施設となるよう検討を進めてきた^[2,3]。

その中核となる光源加速器は、エネルギー1.2 GeV 周長 72 m の比較的小型の電子蓄積リングであるが、5 T 超伝導偏向電磁石を4台導入することにより、10本を超えるX線ビームラインが建設可能である。利用者の多いX線領域を中心に、軟X線、真空紫外、赤外までを幅広くカバーできるようビームラインが整備される予定である。フルエネルギーの入射器を備えトップアップ運転を導入することにより、安定で使いやすい光源の実現を目指している。

施設の運営は、公益財団法人科学技術交流財団^[4]が行い、加速器やビームライン等に対する技術的な支援を名古屋大学シンクロトロン光研究センターを中心とする大学連合（名古屋大学、名古屋工業大学、豊橋技術科学大学、豊田工業大学）が行う。

建設予定地は、2005年に開催された愛知万博の長久手会場に隣接しており、名古屋市の都心部から約20 kmに位置する場所である。建設予定地の目の前にはリニアモーターカーの駅があり、交通の便もよい。

建屋は2011年8月に完成の予定であり、2012年度中に供用を開始する予定である。

2. 施設の概要

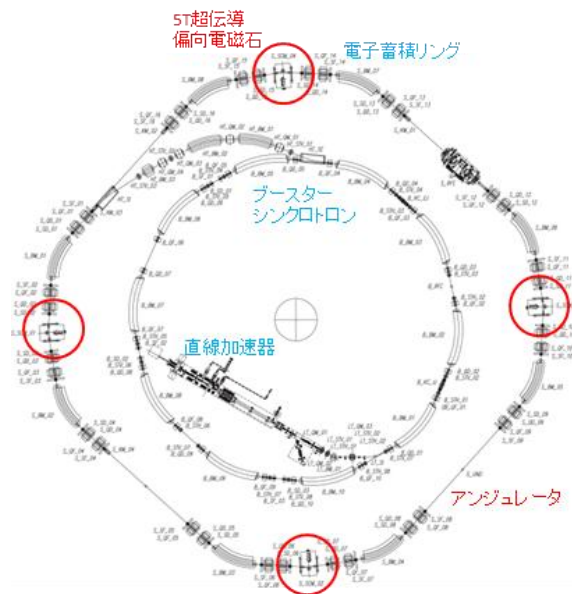


図1：加速器の配置

takasima@numse.nagoya-u.ac.jp

図1に加速器の配置を示す。施設をコンパクトにするため、実験ホールの中央部に遮蔽壁を設け、その中に全ての加速器を配置する。加速器は、周長72 m、エネルギー1.2 GeVの電子蓄積リング、周長48 m、最大エネルギー1.2 GeVのブースターシンクロトロンおよび最大エネルギー50 MeVの直線加速器から成る。ブースターシンクロトロンと直線加速器は蓄積リングの内側に配置する。表1に加速器のパラメータを示す。

表1：蓄積リングパラメータ

ビームエネルギー	1.2 GeV
周長	72.0 m
ビーム電流	> 300 mA
常伝導偏向電磁石	1.4 T, 39°×8
超伝導偏向電磁石	5 T, 12°×4
ラティス構造	Triple Bendセル4回対称
自然エミッタンス	53 nm-rad
ベータトロンチューン	(4.72, 3.23)
RF周波数	499.654 MHz
RF加速電圧	500 kV
バケットハイト	0.99 %
エネルギー広がり	8.4×10^{-4}
モーメントム	0.019
コンパクションファクター	
(β_x, β_y, η_x)@superbend	(1.63, 3.99, 0.179)
(β_x, β_y, η_x)@直線部	(30.0, 3.77, 1.20)
ハーモニクス	120

入射器パラメータ

ブースターシンクロトロン	
ビームエネルギー	50 MeV - 1.2 GeV
周長	48.0 m
ビーム電流	>5 mA
RF周波数	499.654 MHz
ハーモニクス	80
繰り返し	1 Hz
直線加速器	
最大ビームエネルギー	50 MeV
パルス当たりの電荷量	>1 nC
繰り返し	1 Hz
RF周波数	2856 MHz

直線加速器からブースターシンクロトロンへの入射は、パルス幅約1 nsecのショートパルスによるオン軸スで行う。ブースターシンクロトロンから蓄積リングへの入射は、ビームエネルギー1.2 GeVのフルエネルギー入射であり、蓄積リングに設置する超伝導偏向電磁石の励磁電流を常に一定に保つことができるとともに、トップアップ運転に対応している。

図2に蓄積リングの1セル分の光学関数を示す。超伝導偏向電磁石部分での多極成分の影響を抑えるため、水平方向の β 関数を小さくしている。また、エミッタンスを低くするため直線部の分散を残している。

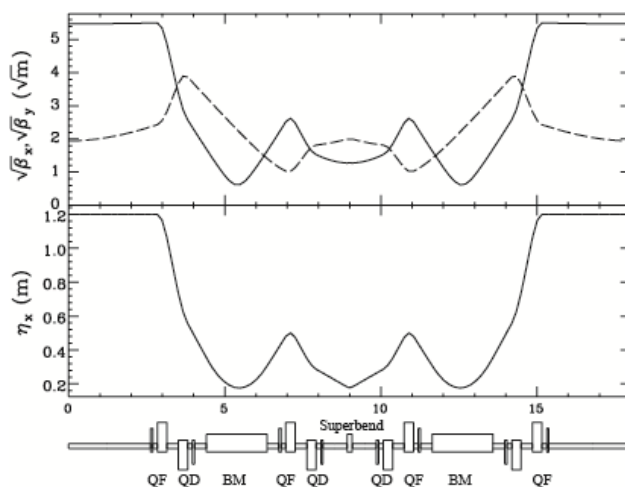


図2：蓄積リングの光学関数

超伝導偏向電磁石には小型冷凍機をそれぞれ1台ずつ配置し、コイルを直接冷却する方式を採用する。コイルを液体ヘリウムに浸す方法では、大量の液体ヘリウムを使用するため、液体ヘリウムを供給するための大規模な装置や設備が必要である。大規模な加速器施設ではこのような選択肢もあるが、本計画のような独立した施設では現実的ではない。液体ヘリウムを用いない直接冷却方式はコスト面だけでなく、クエンチした場合の取り扱いなど、メンテナンス性でも有利である。

超伝導偏向電磁石の偏向角は12°であり、シンクロトロン光ビームラインは、偏向角4°、6°、8°の位置から3本を取り出すことで、計10本程度の硬X線ビームラインが設置可能である。

図3に、建設当初に設置される6本のシンクロトロン光ビームラインの配置を示す。

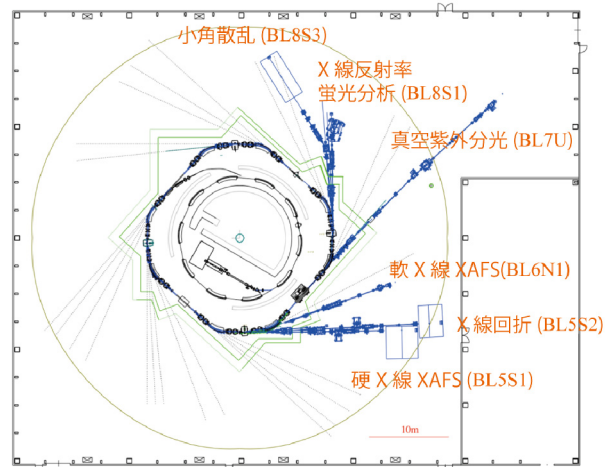


図3：建設当初に設置されるビームライン

超伝導偏向電磁石から発生するシンクロトロン光の臨界エネルギーは4.8 keVであり、エネルギー20 keV程度の硬X線の利用が可能である。また、挿入

光源として Apple-II 型アンジュレータ 1 台を設置し、真空紫外光の左右円偏光，縦横直線偏光が利用できる。

表 2 にビームラインの概要を示す。このうち，BL5S1，BL5S2，BL8S1，BL8S3 が超伝導偏向電磁石を光源とするビームラインである。BL6N1 は常伝導偏向電磁石，BL7U はアンジュレータが光源である。

表 2：ビームラインの概要

ビームライン名	測定手法	測定手法	光エネルギー範囲 (波長)
BL5S1	材料化学状態・ 構造分析 I	硬 X 線 XAFS	5 ~ 20 keV (0.25 ~ 0.06 nm)
BL6N1	材料化学状態・ 構造分析 II	軟 X 線 XAFS	0.85 ~ 6 keV (1.5 ~ 0.2 nm)
BL7U	材料化学状態・ 構造分析 III	真空紫外分光 軟 X 線 XAFS 光電子分光	30 ~ 850 eV (40 ~ 1.5 nm)
BL8S3	有機・ 高分子材料分析	小角散乱	8.2 keV (0.15 nm)
BL5S2	総合材料評価 I	X 線回折	5 ~ 20 keV (0.25 ~ 0.06 nm)
BL8S1	総合材料評価 II	X 線反射率 蛍光分析	9.5 ~ 14.5 keV (0.13 ~ 0.09 nm)

3. 建設状況と予定

図 4 は建屋の外観と実験ホールの写真である。



図 4：建屋写真。上は外観（2011 年 6 月 26 日撮影），下は実験ホール内部（2011 年 7 月 22 日撮影）。

2011 年 8 月中旬に受電が開始され，空調設備が稼働するが，空調が安定してから建屋の精密測量が行われる。その後，加速器，ビームライン，測定装置等の設置が行われる。2012 年に入ってから直線加速器の調整運転をはじめ，ブースターシンクロトロン，蓄積リングの調整を順次行くとともにビームライン，測定装置の調整を行い，2012 年度中に供用開始の予定である。

4. まとめ

名古屋大学が進めてきたシンクロトロン光施設計画は，愛知県の推進する科学技術政策である「知の拠点」計画の中核施設として，中部地区の大学，産業界，行政の協力の下，「中部シンクロトロン光研究施設（仮称）」として実現されようとしている。2012 年度中の供用開始に向けて，具体的な運用方法を整備，運営を担う公益財団法人科学技術交流財団を中心に検討中である。

参考文献

- [1] <http://www.pref.aichi.jp/shin-san/kagaku/>
- [2] 高嶋圭史，加藤政博，渡邊信久，保坂将人，竹田美和，山根隆，曾田一雄，“中部シンクロトロン光利用施設（仮称）計画”，日本放射光学会誌，Vol. 21. No. 1, 10 (2008).
- [3] 竹田美和，渡邊信久，高嶋圭史，加藤政博，保坂将人，伊藤孝寛，山本尚人，曾田一雄，桜井郁也，原玲丞，八木伸也，竹内恒博，“中部シンクロトロン光利用施設の建設がスタート”，日本放射光学会誌，Vol. 23. No. 2, 88 (2010).
- [4] http://www.astf.or.jp/knowledge/knowledge_info.html