

第7回日本加速器学会年会 8/5 (木) 発表番号：THLH08

中部シンクロトロン光利用施設 の建設が始まる

山本尚人¹、高嶋圭史¹、保坂将人¹、森本浩行¹、高見 清¹、
堀 洋一郎²、佐々木茂樹³、江田 茂⁴、加藤政博^{5,1}

- 1.名古屋大学シンクロトロン光研究センター
- 2.高エネルギー加速器研究機構
- 3.高輝度光科学センターSPring-8
- 4.九州シンクロトロン光研究センター
- 5.分子科学研究所UVSOR

中部シンクロトロン光利用施設とは？

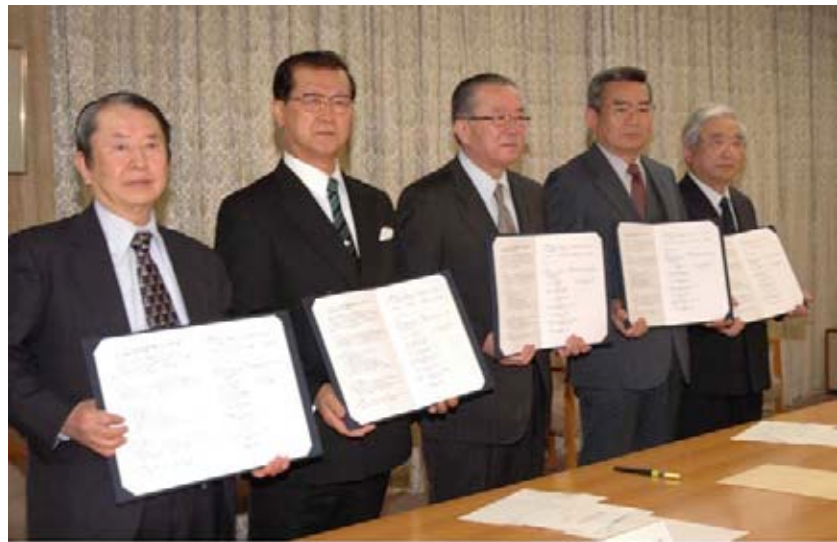
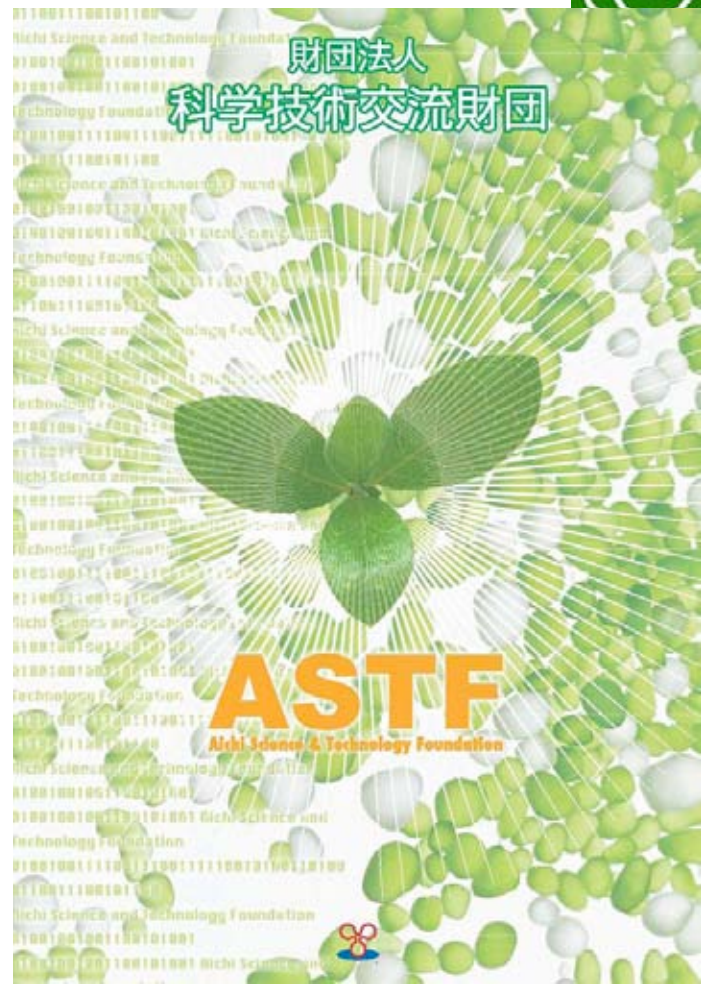
- 愛知県に建設される新たなSR施設（規模：1.2 GeV, 72 m）
- 学術利用に加え産業利用を目的とする。
- 地域の
行政、産業界、大学・研究機関
が連携し推進してきた。
- 愛知県の整備する次世代モノづくり施設
「知の拠点」の中心的施設。

これまでの流れ & 今後の予定

1991	名古屋大学において SR 施設検討開始
2007	小型シンクロトロン光研究センター発足
2008	愛知県、大学連合との協力協定締結
2009 /10	光源加速器, 建屋 予算成立 (愛知県)
/12	ビームライン整備予算, 採択 (文科省)
	光源加速器装置, 入札・受注先決定
2010 /04	「知の拠点」起工式
/07	SR 施設建屋, 入札・受注先決定
2011	
夏頃	建屋完成、加速器装置搬入開始
2012	
春頃	光源加速器のコミッショニング開始
夏頃	供用開始

運営について

- 運営
 - － (財) 科学技術交流財団
- 運転・ユーザー対応
 - － 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

建設サイト



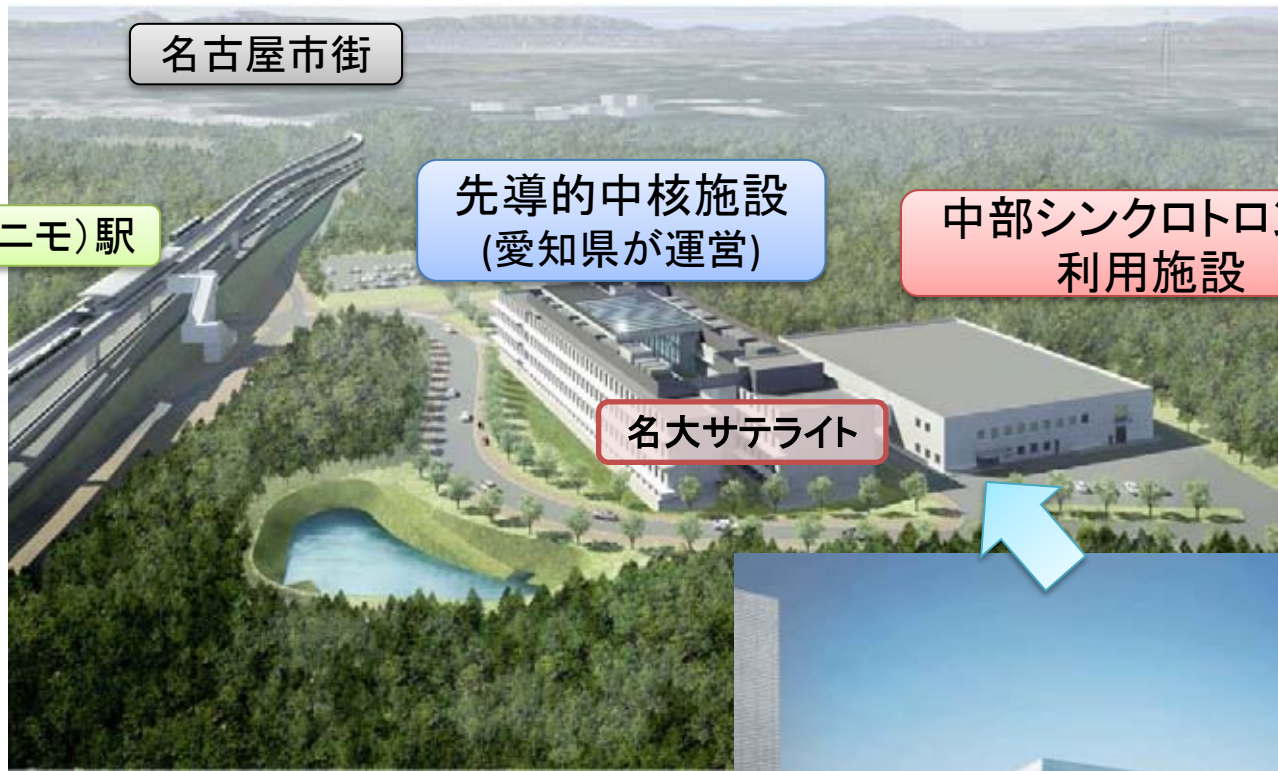
日本地図

愛知県地図

建設サイト (2012年予想)




建設サイト (2012年予想)



名古屋市街

東部丘陵線(リニモ)駅

先導的中核施設
(愛知県が運営)

中部シンクロトロン光
利用施設 

名大サテライト



建設サイト (6月下旬)

東部丘陵線(リニモ)駅



リング中心



建屋内部と加速器

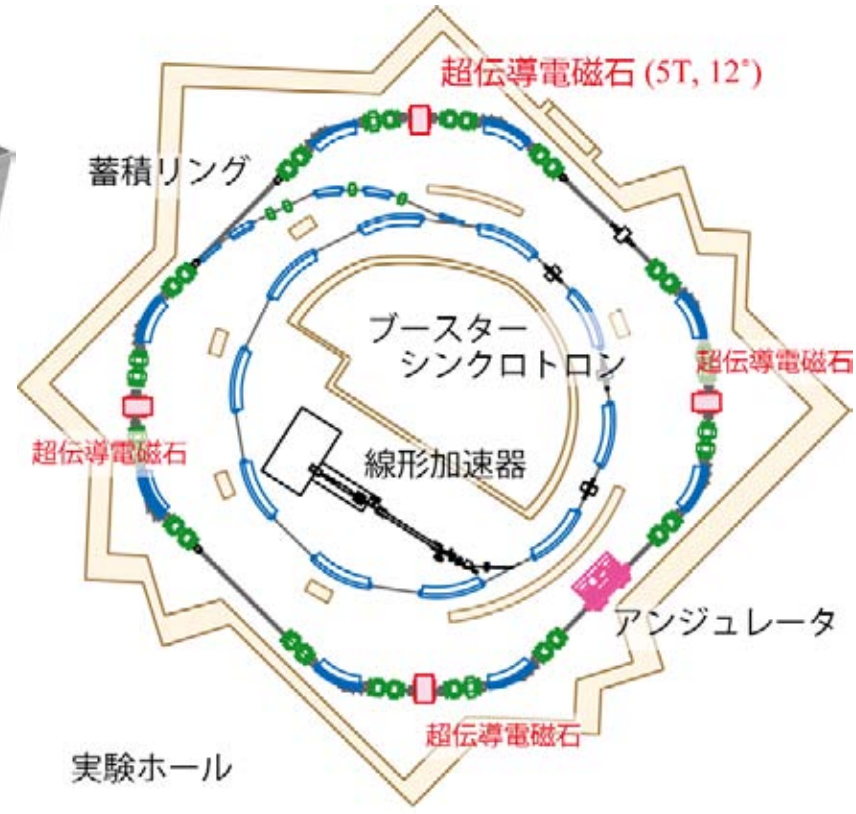
施設内部外観図

*茶色の円はクレーンの可動範囲を示す



加速器外観図

*茶色の枠は遮蔽壁を示す



加速器（施設）コンセプト

「名古屋大学シンクロトロン光研究センター」パンフレットより

施設のコンセプト『産業利用と人材育成』

日本はシンクロトロン光先進国ですが、既存のシンクロトロン光利用施設は純粋な科学研究利用を主目的としているため、シンクロトロン光の産業利用が進んでいるとは言い難い状況にあります。本施設は、**学術研究はもとより、産業利用にも柔軟に対応できる世界で類を見ないシンクロトロン光利用施設です。**産業利用、産業育成、人材育成を促す世界初のシンクロトロン光利用施設を目指します。

モノづくりに対応できる仕様と設備

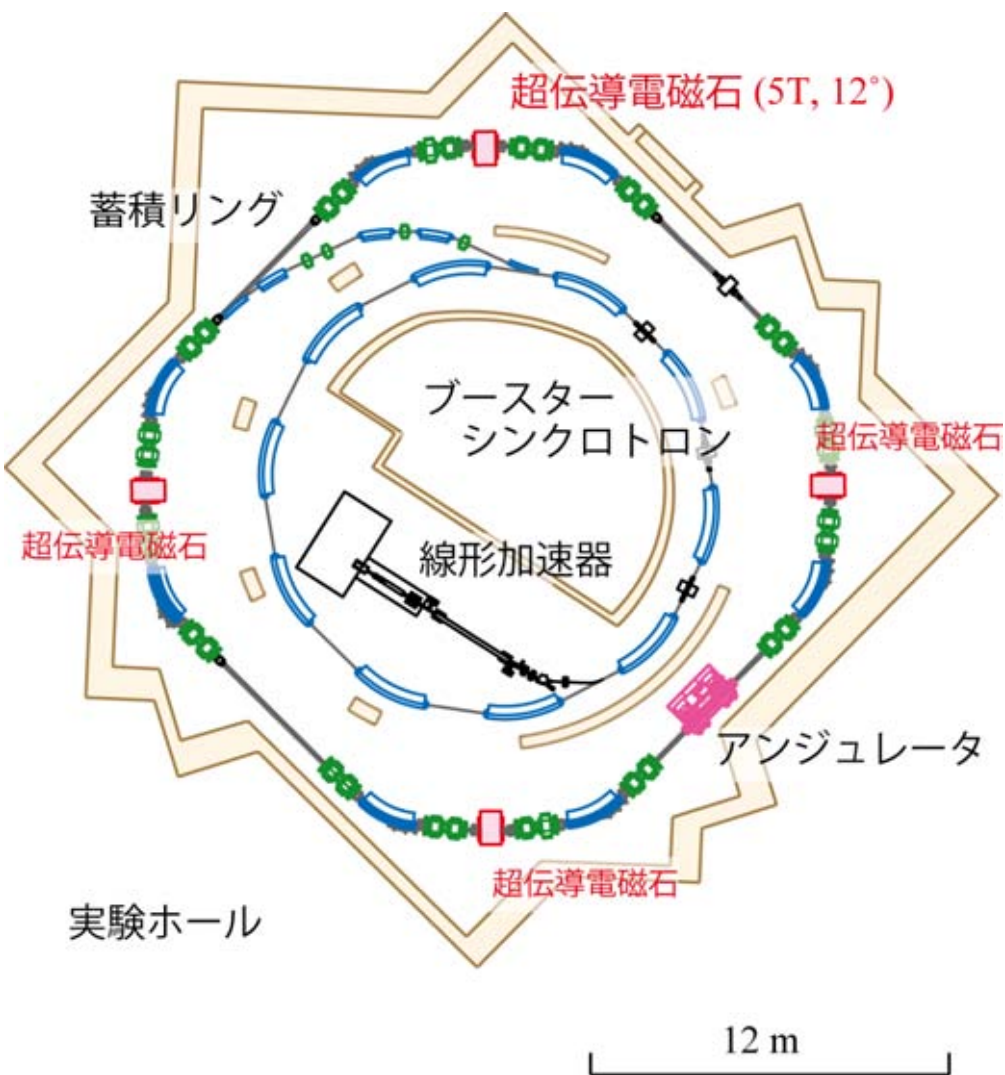
- ◎汎用性が高く、利用者の多い硬X線領域に対応（小型施設としては世界初）
- ◎一定強度の高輝度光を連続的に供給できるトップアップ運転（再現性、反復実験に必要不可欠）
- ◎材料の実使用環境を再現できる実験設備の設置
- ◎クリーンルームの設置（半導体デバイスや薄膜試料作製環境の提供、ナノマイクロ加工装置の設置）
- ◎充実した研究支援体制と機器

様々な利用形態の実現

- ◎コーディネーターの配置による共同研究マネージメント
- ◎様々な技術支援（研究開発相談、試験的利用、自立使用支援等）
- ◎使いやすい利用メニューの提供（緊急利用、受託分析サービス、測定支援サービス）
- ◎他施設とのネットワーク連携による研究展開支援

加速器の特徴

加速器概要



- 蓄積リング
 - 1.2 GeV , 72m,
 - 53 nm rad
 - 超伝導電磁石の採用
- ブースター
 - 50 MeV -1.2 GeV
 - 48m, 200 nm rad
- 線形加速器 (S-band)
 - 1 nC / 1ns ; e-gun
 - 50 MeV ; Max. energy

加速器パラメータ

Storage ring

Electron energy	1.2 GeV
Circumference	72 m
Current	> 300 mA
Natural emittance	53 nm-rad
Betatron tune	(4.72, 3.23)
RF frequency	499.654 MHz
RF voltage	500 kV
RF bucket height	> 0.990 %
Harmonics number	120
Energy spread	8.41×10^{-4}
Magnetic lattice	Triple Bend Cell \times 4
Normal bend	1.4 T, 39°
Superbend	5 T, 12°
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @superbend	(1.63, 3.99, 0.179)
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @straight section	(30.0, 3.77, 1.20)

Booster synchrotron


Electron energy	50 MeV – 1.2 GeV
Circumference	48 m
Current	> 5 mA
Natural emittance	200 nm-rad
RF frequency	499.654 MHz
Harmonics number	80
Injection scheme	On-axis (single turn)
Repetition rate	~ 1 Hz

Injector linac


Beam energy	50 MeV
Charge per pulse	> 1 nC
Pulse length	1 ns
RF frequency	2,856 MHz
Repetition rate	~ 1 Hz

加速器パラメータ

Storage ring

Electron energy	1.2 GeV
Circumference	72 m
Current	> 300 mA
Natural emittance	53 nm-rad
Betatron tune	(4.72, 3.23)
RF frequency	499.654 MHz
RF voltage	500 kV
RF bucket height	> 0.990 %
Harmonics number	120
Energy spread	8.41×10^{-4}
Magnetic lattice	Triple Bend Cell \times 4
Normal bend	1.4 T, 39°
 Superbend	<u>5 T, 12°</u>
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @superbend	(1.63, 3.99, 0.179)
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @straight section	(30.0, 3.77, 1.20)

Booster synchrotron

 Electron energy	<u>50 MeV - 1.2 GeV</u>
Circumference	48 m
Current	> 5 mA
Natural emittance	200 nm-rad
RF frequency	499.654 MHz
Harmonics number	80
Injection scheme	On-axis (single turn)
Repetition rate	~ 1Hz

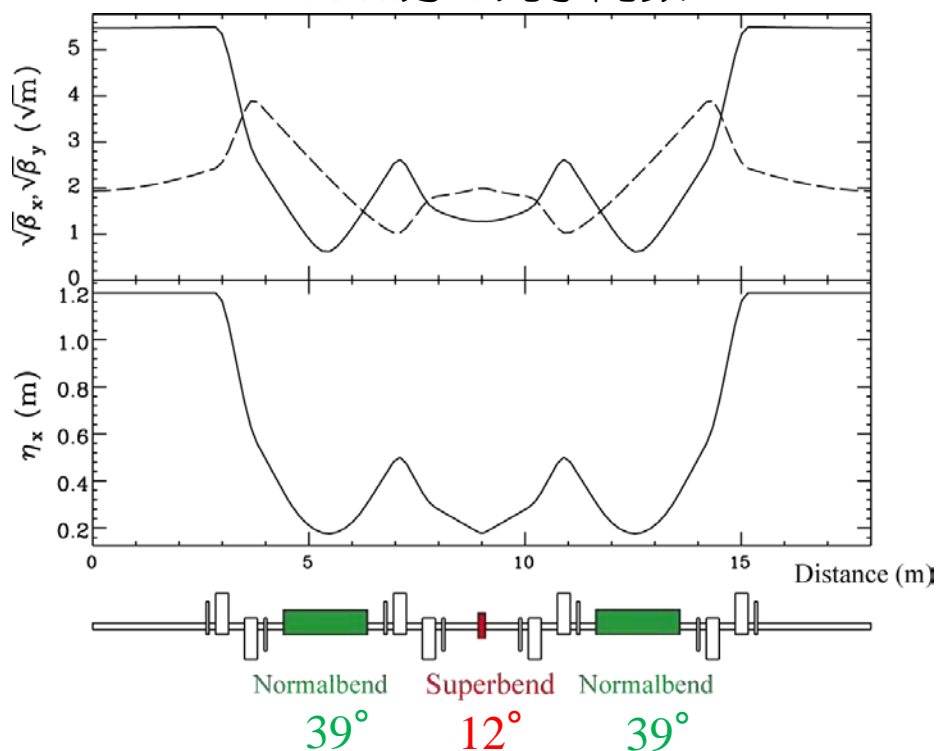
Injector linac

Beam energy	50 MeV
Charge per pulse	> 1 nC
Pulse length	1 ns
RF frequency	2,856 MHz
Repetition rate	~ 1Hz

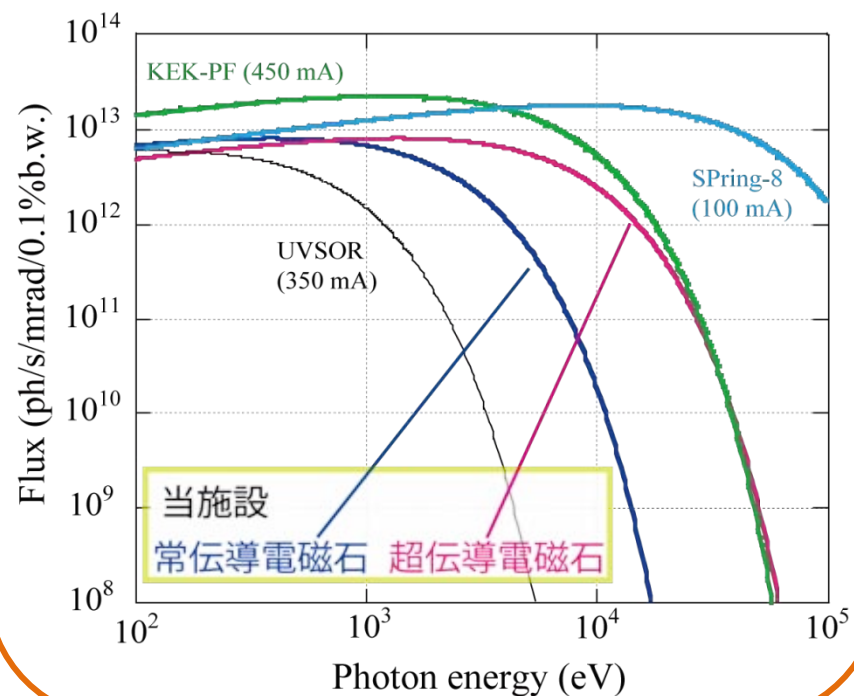
蓄積リング

- Triple Bend x 4 Cell

1 cell分の光学関数



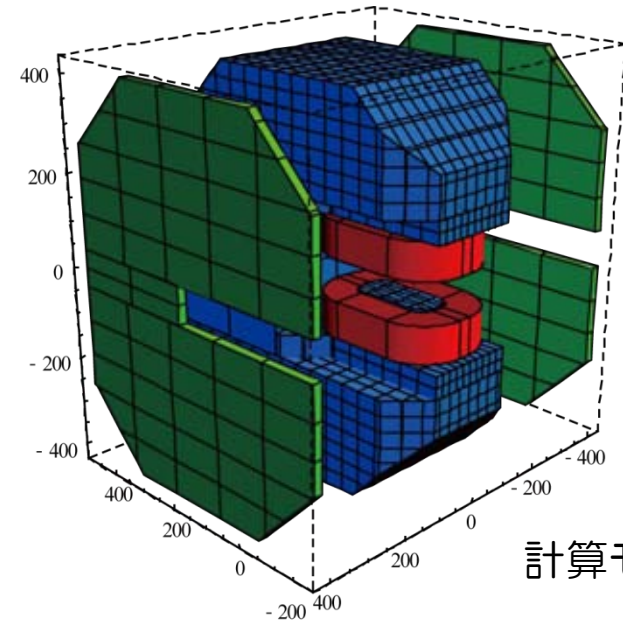
偏向電磁石からの光スペクトル



臨界エネルギー 4.8 keV@1.2GeV

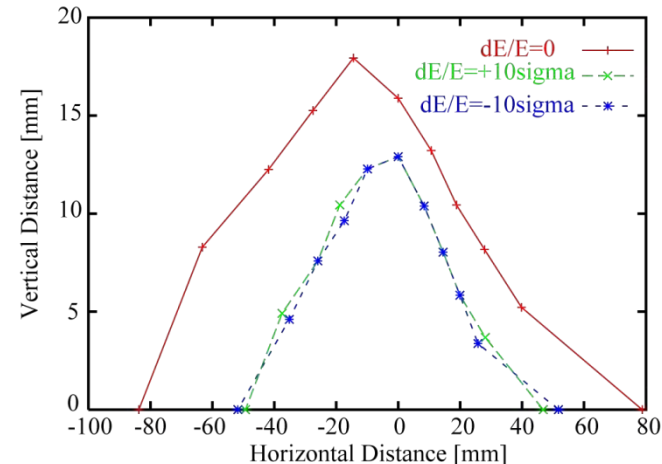
超伝導電磁石

Return yolk	C-Shaped
Conductor type	NbTi-Cu
Critical temperature	5.9 K
Cryo-system	2-stage GM cryocooler
Operating current	100 A
Current density	112 A/mm ²
Magnetic field	5.10 (6°) T
	4.72 (4;8°) T
Critical Energy @1.2 GeV	4.8 keV
Bending angle	12°
Warm bore gap	44 mm
Pole gap	82 mm
Pole length along beam	80 mm
Pole length transverse to beam	190 mm
Calculated Multi-pole	
Edge (vertical) focus	-0.198 /m
Sext pole	-6.50/m ²
Skew sext pole	-5.92/m ²



計算モデル

多極成分を考慮した
ダイナミックアパーチャ (直線部)

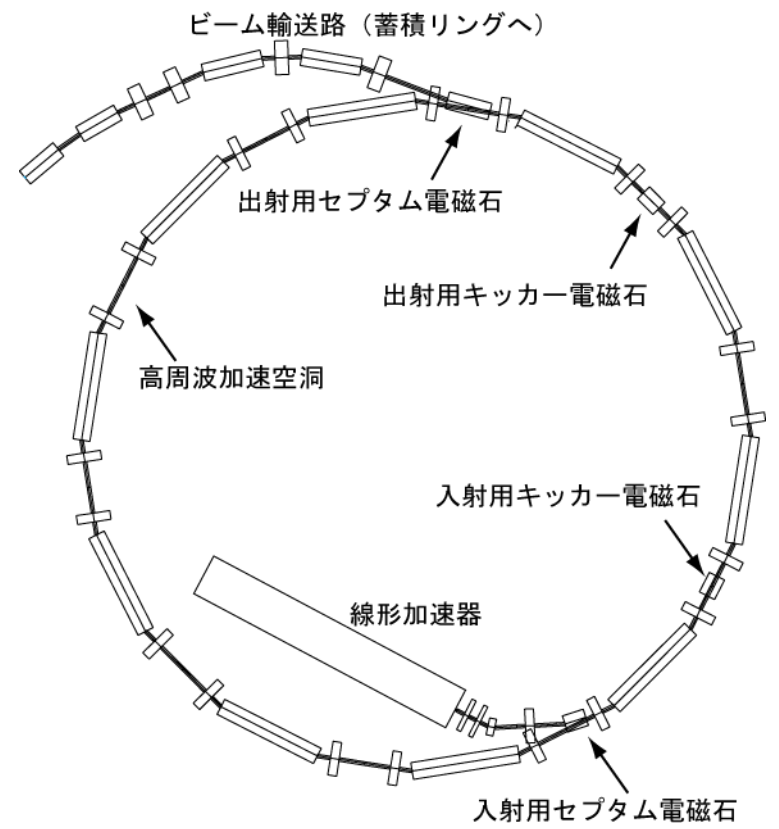
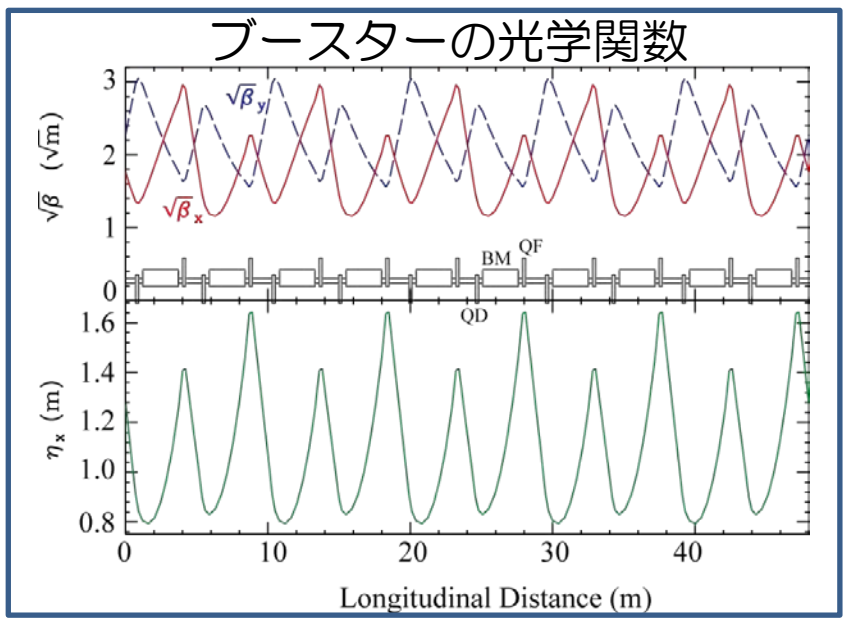


入射器

- ~1Hz トップアップ入射
- 1 mA / 入射

ブースター

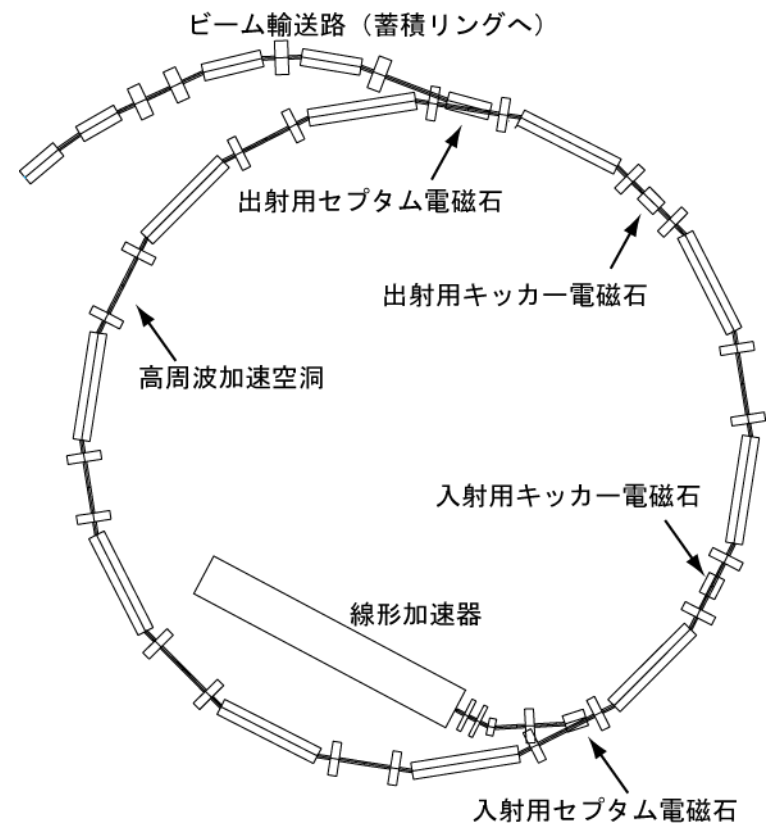
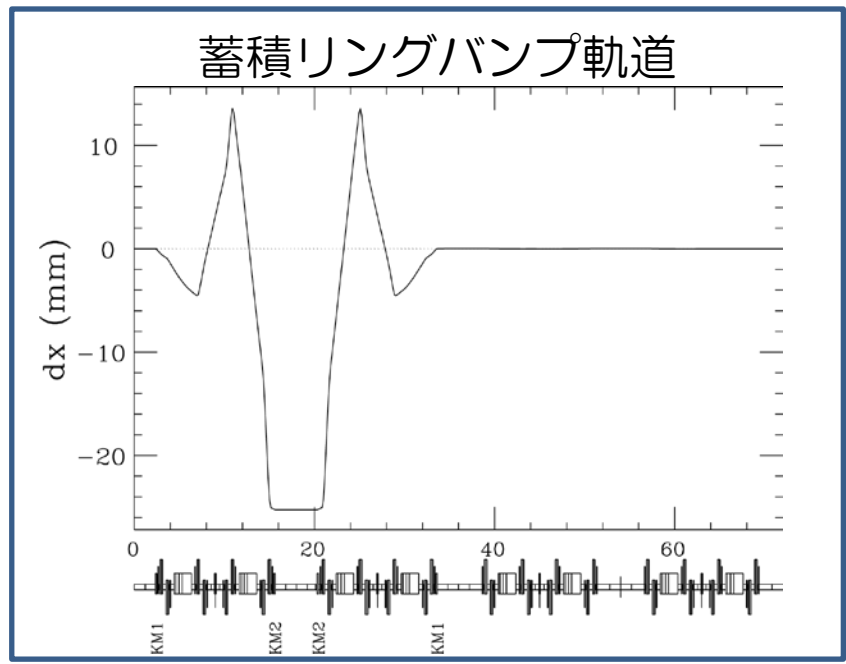
- 48m
- FODOセル, 200 nmrad



入射器外観

入射器

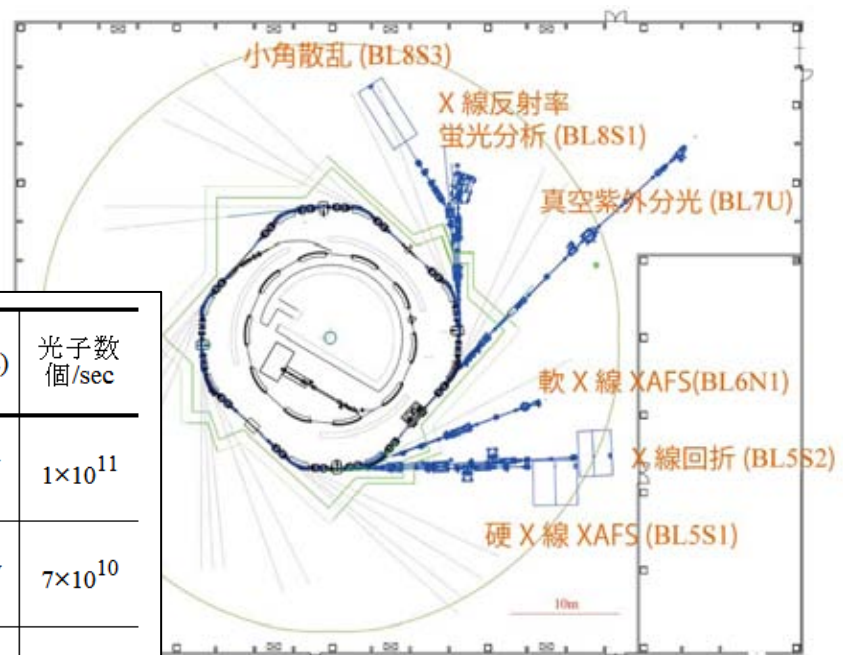
- ✓ 線形加速器→ブースター
On-axis (single turn)入射
- ✓ ブースター→蓄積リング
バンプ入射



入射器外観

ビームライン

ビームライン 一覧



ビームライン 配置


ビームライン名	測定手法	光エネルギー範囲 (波長範囲)	ビームサイズ	分解能(E/DE)	光子数 個/sec
BL5S1	硬 X 線 XAFS	5~20 keV (0.25~0.06 nm)	0.40 mm× 0.14 mm	7000@12keV	1×10 ¹¹
BL6N1	軟 X 線 XAFS	0.85~6 keV (1.5~0.2 nm)	0.6 mm× 0.2 mm	>2000@3keV	7×10 ¹⁰
BL7U	真空紫外分光 軟 X 線 XAFS 光電子分光	30~850 eV (40~1.5 nm)	<0.04 mm× 0.1 mm	>5000@200eV	1×10 ¹²
BL8S3	小角散乱	8.2 keV (0.15 nm)	0.67 mm× 0.14 mm	2000@8.2keV	7.7×10 ¹⁰
BL5S2	X 線回折	5~20 keV (0.25~0.06 nm)	0.40 mm× 0.14 mm	7000@12keV	1×10 ¹¹
BL8S1	X 線反射率 蛍光分析	5~20 keV (0.25~0.06 nm)	0.42 mm× 0.14 mm	2000@12keV	1×10 ¹¹

まとめ


- 「中部シンクロトロン光利用施設」は、
2012年に供用開始を予定している。
- 産・学・官の連携により実現した施設であり、
 運営は (財) 科学技術交流財団
 運転は 名古屋大学SR研究センター
 ユーザ対応は 大学連合
 が行う。

ご静聴ありがとうございました。

Storage ring

Electron energy	1.2 GeV
Circumference	72 m
Current	> 300 mA
Natural emittance	53 nm-rad
Betatron tune	(4.72, 3.23)
RF frequency	499.654 MHz
RF voltage	500 kV
RF bucket height	> 0.990 %
Harmonics number	120
Energy spread	8.41×10^{-4}
Magnetic lattice	Triple Bend Cell \times 4
Normal bend	1.4 T, 39°
 Superbend	<u>5 T, 12°</u>
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @superbend	(1.63, 3.99, 0.179)
$(\beta_x, \beta_y, \eta_x)$ @straight section	(30.0, 3.77, 1.20)

Booster synchrotron

 Electron energy	<u>50 MeV - 1.2 GeV</u>
Circumference	48 m
Current	> 5 mA
Natural emittance	200 nm-rad
RF frequency	499.654 MHz
Harmonics number	80
Injection scheme	On-axis (single turn)
Repetition rate	~ 1Hz

Injector linac

Beam energy	50 MeV
Charge per pulse	> 1 nC
Pulse length	1 ns
RF frequency	2,856 MHz
Repetition rate	~ 1Hz

「中部シンクロトロン光利用施設」は2012年、供用開始します。
コメント、叱咤激励などよろしくお願いします。



アンジュレータ

