

現 状

入射器の現状

電子・陽電子入射器
 加速器第五研究系主幹 榎本 志志

概況

2010年7-9月の日程は以下の通りであった。

6月30日	KEKB, PF-AR 運転停止)
7月1日	PF 運転停止
7月2日	入射器運転停止
—	(夏期保守)
9月6日	入射器立上げ
9月21日	PF 入射開始
9月30日	PF-AR 入射開始

KEKBは1999年以来11年間の実験を終了し、SuperKEKBへの改造に入った。順調に建設が進めば、2014年秋に運転を再開する予定である。夏季保守期間中の大きな工事としては、入射器トンネル2分割工事があったが、一般の保守作業とともに予定通り完了することができた。そして一般公開明けの9月6日、立上げ検査の後運転を再開した。

SuperKEKB 入射器建設と PF, PF-AR 入射運転

今年から2014年までの4年間、入射器はPF, PF-ARへの入射運転を続けながら、SuperKEKBのための入射器増強を行う(図1)。電子・陽電子ビームの電流を数倍に増やす一方、ビームエミッタンスを数十倍良くしなければならない。そのため、RF電子銃の導入や陽電子ビーム収率の改善とダンピングリングの設置が行われる。これらの工事がPF, PF-AR入射に影響を及ぼさないよう、セクタCにあった電子銃を下流のセクタ3に移動し、かつトンネルをコンクリートシールドで分離し、上流での建設と下流での入射運転を分離できるようにした(図2)。

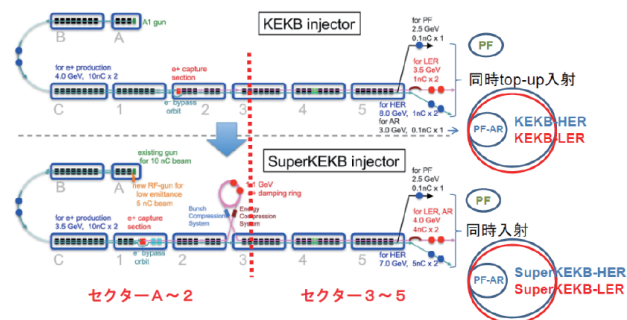


図1 SuperKEKB 入射器増強。セクタ2~3間に陽電子ビーム増強用ダンピングリングが設置される。電子ビーム増強のためA1電子銃はRF電子銃に置き換えられる予定。主としてセクタA~2の上流部が増強されるため、当面改造が完了するまで、PF, PF-ARへの入射は分割されたセクタ3~5で行う。

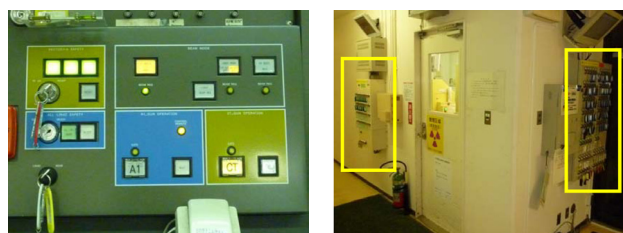


図2 (写真左) 入射器制御卓。左上のエリアがセクタ3~5運転用3T電子銃ビームキー。その下のエリアが入射器全体運転用A1電子銃ビームキー。(写真右) 加速器トンネル入室用個人キーボックス。左側枠内が全トンネル入室用、右側枠内がセクタA~2トンネル入室用。

一方、SuperKEKBの運転が始まると、PF, PF-ARとKEKBの同時入射が必要になってくる。現在同時入射を行っていないPF-ARのビーム輸送系を改造してKEKB-LERリングに入射する4 GeV陽電子ビームをPF-ARに入射できないか検討を進めることになっている。

TA リニアック

前号でも紹介した東京大学宇宙線研究所TAリニアックであるが、その後ビーム調整や現地での運転手続きが順調に進み、9月4日に初めてビームを空气中に打ち出すことに成功した(図3)。入射器が彼らの支援を開始したのは2005年度であったが、5年の歳月を経てようやく実験に用いることができた。われわれもホッとすると同時に大変喜んでる。

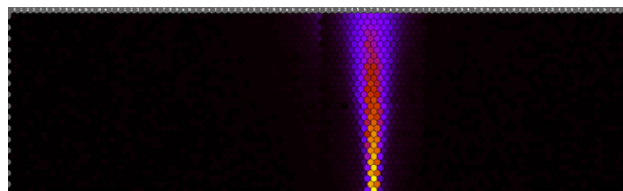


図3 米国ユタ州デルタ市郊外30 kmにある宇宙線観測基地でのTAリニアック1st Shot観測図。

光源の現状

加速器第七研究系主幹 小林幸則

夏の停止期間中の作業

PFリングは7月1日9:00、PF-ARは6月30日9:00に前期の運転を終了し、夏の停止期間に入った。PFリングでは、夏の停止期間中に電源・真空などの各コンポーネントや施設関連の保守・点検作業が例年行われているが、今年はその作業に加えて可変偏光アンジュレータ2号機(U#16-2)の設置作業とRF高圧電源の更新作業が予定されていた。PF-ARにおいては、アンジュレータ設置等の大きな作業はなく、各コンポーネントの保守・点検作業や南直線部の真空ダクトの交換作業などが主な作業内容であった。

PFリングは通常4台のRF加速空洞を用いて運転が行われている。その4台のRF加速空洞は、独立のクライス



図1 PF電源棟に設置された新RF 高圧電源



図2 PFリング B15-B16 間に設置した可変偏光アンジュレータ 2号機 (U#16-2) (手前)。奥のアンジュレータが1号機 (U#16-1)。小型の偏向電磁石は高速偏光切り替えのためのパンプ電磁石で、中央に1台、両側に2台ずつ計5台が配置されている。

トロンと高圧電源でドライブされている。高圧電源は運転開始からすでに20年以上稼働しており老朽化が顕著になってきていたため、数年前から1台ずつ更新を行ってきている。これまでに2台の更新が完了していて、今回は3台目の更新となる(残り1台は今年度製造して、来年夏に更新する予定)。リングの運転停止後まもなく、旧電源撤去作業および新電源の設置(図1)、新規配線作業を行い、8月上旬から新電源の調整・試験運転が開始された。調整運転中にいくつかの問題点を解決し、9月上旬には試験運転が無事終了した。

U#16-2は、8月23日午後磁場調整を行っていた実験室からトラック積みされて、大型クレーンによって北搬入口前におろされた。リング北搬入口からトンネル内へはこる引きで運び込まれ、さらに約1日かけてリング内を移動させ、翌24日にB15-B16間南長直線部に設置された(図2)。設置後、精密アライメントや真空接続作業および制御系を含めた最終調整が行われた。

光源リングの立ち上げ・運転状況

PFリングは、9月21日9:00に運転を再開した(図3)。運転開始直前に、超伝導ウィグラーの冷凍機が1台故障したため、修理を待って励磁することにした。そのため、立ち上げはウィグラーなしで行った。初日の入射調整は概ね

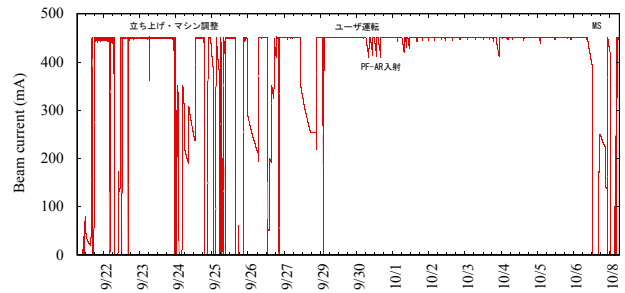


図3 2010年9月~10月のPFリングにおける蓄積電流値の推移。MSはメンテナンス・マシン調整日を示す。

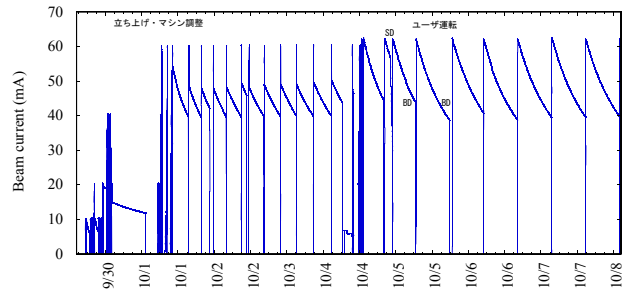


図4 2010年9月~10月のPF-ARにおける蓄積電流値の推移。BDはビームダンプ、SDは寿命急落現象(Sudden Life Drop)を示す。

順調に行き、その日の内に450 mAで焼きだし運転に入った。超伝導ウィグラー冷凍機の修理は立ち上げ調整時間中に無事に終了し、ウィグラーの励磁を9月24日に行い、ユーザ運転には間に合った。今期の運転から、パルス6極電磁石を用いたトップアップ入射を予定しており、9月22日に入射調整を行い、その日にパルス6極入射での焼きだしを行った。しばらく、パルス6極電磁石で入射を行っていたが、10月5日に高圧ケーブルの絶縁不良により動作が困難となったため、その後は従来のキッカー電磁石による入射を行っている。高圧ケーブルは現在対策を施したものを製作しており、完成次第復旧する予定である。9月29日9:00から光軸確認を行い、PFリングは予定通りユーザ運転が開始された。ビーム寿命は20時間を超えるまで順調に回復した。マシン調整時には、夏に設置された高速切り替え可変偏光アンジュレータのビームラインBL-16の光軸調整が行われた。今後、高速偏光切り替え等の調整を行って行く予定である。

PF-ARは、9月30日9:00に運転再開となった。こちらは真空を破る作業が少なかったため、それほどビームによる焼きだしを必要としないと判断し、立ち上げ調整時間を短く設定していた。立ち上げの初日は、加速時のビームロスが大きく6.5 GeVで15 mAを蓄積するのがやっとであった。偏向電磁石電源等の故障が疑われたが、翌日には60 mAを加速できるようになった。初日の加速不調の原因の特定はできていない。しばらく、真空焼きだし運転を行った後、10月5日9:00から光軸確認を行い、従来通り初期電流値60 mA、1日2回入射でのユーザ運転を開始した(図4)。ビーム寿命は、60 mAで20時間を超えるまで順調に回復している。

人の動き

加速器第7研究系の土屋公央さんが、10月16日付けで講師に昇任しました。土屋さんには、引き続き光源第一グループに所属していただき、挿入光源に関する研究・開発を行っていただくとともに、ERLを含む次世代放射光源における挿入光源の検討を行っていただく予定です。

放射光科学第一・第二研究系の現状

放射光科学第二研究系主幹 野村昌治

運転・共同利用実験

夏の停止期間中に BL-16 用の二台目の APPLE-II 型アンジュレーターの設置が行われました。このほかのビームラインでも次節に記すように様々な改造作業が行われました。例年同様、放射線安全の要であるシャッターの安全点検、インターロックの総合動作試験の後、昨年よりやや早く、9月21日より PF の運転が開始され、29日からは実験が再開されました。これは PF と SPring-8 の双方とも利用出来ない期間を少しでも短縮しようという意図です。PF-AR は 9月30日から運転が再開され、10月5日から実験が再開されました。PF、PF-AR とも 12月22日まで連続運転の予定です。

今年度の運転は PF が 5088 時間、PF-AR が 4680 時間と PF-AR の運転時間が短くなっていますが、マシンスタディの効率化等により、それぞれ 4080 時間、4056 時間と 4000 時間以上の実験時間を確保しています。これは予算が削減される中、何とか実験時間を確保しようとする工夫によるもので、先端研究施設共用促進事業（産業利用）による予算も投入して運転時間の確保に努めています。

前号の施設だよりも記されているように、KEK では KEKB の高度化がスタートし、関連して PF-AR への入射路の改修が必要となってきます。詳細は未定ですが、2014 年頃に夏の停止を含めて半年程度のシャットダウンが見込まれます。

平成 23 年度予算は、文科省から財務省へ提出する段階で既に 1 億円強の削減を受けており、非常に厳しい状況にあります。以下に記すように成果のアピール等ユーザーの皆様の支援をお願いします。

ビームラインの建設等

4 keV 付近の軟 X 線を利用することで、重元素置換をせずに SAD 法を用いて位相決定を行うことを目指し、ターゲットタンパク研究プロジェクトで建設した BL-1A は 5 月よりプロジェクト内で利用を開始しました。当初はコントロールキャビンがありませんでしたが、夏の停止期間中に他の構造生物ビームラインと同様にコントロールキャビンを建設し、利用を開始しました。

高速可変偏光を用いる BL-16 用の二台目のアンジュレーターが設置されました。2 台の可変偏光アンジュレータ

一と 5 台の高速キッカー電磁石を用いることで、異なる偏光状態の放射光を試料に導き、lock-in 増幅を利用することで微弱な偏光依存信号を測定することが可能になることが期待されています。秋の運転再開とともにビームラインの調整が始まり、今後高速可変偏光利用のスタディを行います。

これらのほか、BL-10 では既に閉鎖していた BL-10B ビームラインの撤去、BL-10C の改修、インターロック系の更新が行われました。BL-11C は春の停止期間中に概ね撤去されましたが、夏の停止期間中に中二階上部分の撤去を完了しました。BL-13 では水冷可動四象限スリットの設置がなされ、調整・評価作業が進められています。また、BL-27A では試料照射制御用シャッターのインターロックへの取り込みが行われました。NE5 では基幹部を標準的な構成に改修し、NE3 ではリモート実験に対応したインターロックの改修等が行われました。これらのビームラインではビームライン検査委員会による立ち会い検査、必要に応じ光導入試験等が行われ、現在は利用が開始されています。また、ビームラインの真空を護るポンプ類のオーバーホール等も行われています。

報文・学位論文登録

PF では毎年、約 400 件の課題が採択され、600 報前後の報文が登録されています。この報文数は ALS 等の国外施設と肩を並べる値です。登録された論文についてビームライン毎に統計をとったものを表に示します（次頁）。多くのビームラインでは年間 10 報以上の論文が登録されていますが、一部では有意に登録の少ないビームラインも見受けられます。

ところで、「配分されたビームタイム」が英語圏でどのように記されているかご存知でしょうか。APS では "granted beamtime", ALS では "awarded beamtime" という記述がされています。これらはビームタイムが研究資金と同等の位置付けを持っていることを反映した表現でしょう。放射光利用研究の成果を論文という形で社会の共有財産とすることは、基礎科学を研究する者が投入された税金に応える重要な方法です。また、これらの成果発表をする時に PF を利用したことを明記頂くとともに、これらの成

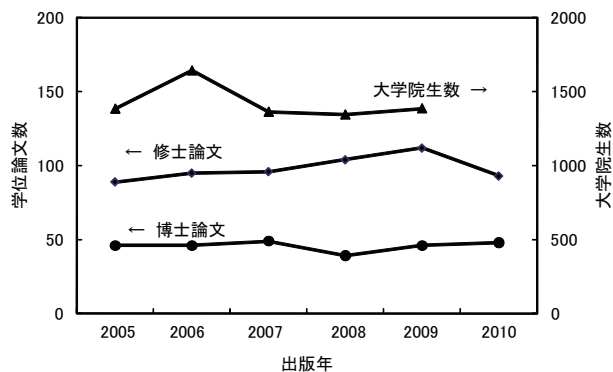


図1 過去5年における大学院生と修士論文、博士論文数の推移

PF ステーション別報文登録数

2010/9/13

BL	V/X	光源	出版年別報文数								報文数		年平均	
			2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	02-09	02-09	
1 A		X	SGU	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
2 A		SX	U	0	3	2	2	0	1	0	0	0	8	1.0
2 C		GIM	U	16	10	20	26	17	25	15	21	5	150	18.8
3 A		X	SGU	-	-	-	-	-	15	10	2	25	12.5	
3 B		GIM	B	6	8	10	2	6	4	2	4	2	42	5.3
3 C		X	B	5	2	4	1	0	1	5	3	0	21	2.6
4 A		X	B	16	18	11	10	12	8	11	15	8	101	12.6
4 B		X	B	3	6	6	10	11	13	19	11	7	79	9.9
4 C		X	B	19	15	10	10	13	19	14	9	6	109	13.6
5 A		X	MPW	-	-	13	35	50	71	79	54	27	302	50.3
6 C		X	B	-	-	-	-	-	14	17	19	6	50	16.7
7 A		GIM	B	9	14	11	17	9	4	13	10	1	87	10.9
7 C		X	B	32	34	28	53	33	50	35	25	4	290	36.3
8 A		X	B	2	2	4	7	8	11	6	4	1	44	5.5
8 B		X	B	11	17	11	6	15	15	5	10	9	90	11.3
9 A		X	B	28	37	19	44	32	34	35	42	12	271	33.9
9 C		X	B	7	10	17	15	16	26	16	20	14	127	15.9
10 A		X	B	10	1	6	4	4	5	3	1	1	34	4.3
10 C		X	B	33	25	19	25	15	35	23	14	6	189	23.6
11 A		GIM	B	11	13	12	16	12	9	8	11	1	92	11.5
11 B		SX	B	3	12	10	6	5	11	7	8	6	62	7.8
11 D		GIM	B	5	2	5	7	3	2	2	0	2	26	3.3
12 A		GIM	B	8	1	5	4	4	1	0	1	2	24	3.0
12 C		X	B	29	39	35	57	43	56	35	36	16	330	41.3
13 A		X	U	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
14 A		X	VW	8	8	14	7	9	12	1	8	3	67	8.4
14 B		X	VW	14	11	12	21	13	10	3	2	0	86	10.8
14 C		X	VW	26	7	18	8	10	12	16	8	3	105	13.1
15 A		X	B	21	32	34	20	18	30	20	25	11	200	25.0
15 B		X	B	7	8	6	6	6	5	2	2	2	42	5.3
15 C		X	B	8	12	15	9	12	5	10	11	4	82	10.3
16 A		X	U	-	-	-	-	-	-	-	4	1	4	-
17 A		X	SGU	-	-	-	-	1	14	30	38	4	83	20.8
18 A		GIM	B	11	9	4	9	3	5	9	3	4	53	6.6
18 B		X	B	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1.0
18 C		X	B	13	12	16	9	9	13	14	11	6	97	12.1
19 A		GIM	U	6	1	3	2	3	1	3	2	4	21	2.6
19 B		GIM	U	12	15	13	13	10	9	10	1	1	83	10.4
20 A		NIM	B	5	6	3	4	6	3	2	5	1	34	4.3
20 B		X	B	16	33	45	43	38	16	25	26	2	242	30.3
27 A		SX	B	7	5	7	6	9	9	13	8	7	64	8.0
27 B		X	B	8	5	11	16	7	3	10	10	5	70	8.8
28 A		GIM	EU	-	-	-	4	2	8	12	8	2	34	6.8
28 B		GIM	EU	-	-	-	3	2	2	0	4	0	11	2.2
NE1 A		X	EMPW	-	-	-	-	-	-	3	0	2	3	1.5
NE3 A		X	XU	-	-	-	-	-	-	1	1	3	2	1.0
NE5 C		X	B	14	7	5	7	2	11	13	5	9	64	8.0
NE7 A		X	B	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
NW2 A		X	U	-	-	8	3	8	14	8	12	6	53	8.8
NW10 A		X	B	-	-	-	-	4	14	30	25	17	73	18.3
NW12 A		X	U	-	1	49	51	73	86	82	60	29	402	57.4
NW14 A		X	U	-	-	-	1	1	3	3	4	1	12	2.4
Photon Factory total				563	602	655	677	577	666	611	531	251	4882	610.3

2010/9/13

|| ビームラインの用途変更がなされたことを意味する。
- 建設・立ち上げフェーズまたは先代のビームラインであったことを意味する。

注：統廃合の対象となったビームラインについては新しいビームラインの成果について記した。
注：BL-8A、8BについてはBL-1A、1Bの移設であるため、BL-1A、1Bでの成果も含めて記した。

果を研究者個人、所属機関のものとして登録するだけでなく、研究施設である PF の研究成果として出版データベースに登録することも、施設の発展のために極めて重要です。この意味で、プレスリリース等の場合も事前にお知らせ下さい。

PF ユーザーの内約 1400 名が大学院生ですが、年間に登録される学位論文数は 130 ~ 150 報程度に留まっています(図 1)。各位の出版された論文、指導下の大学院生の学位論文が PF 出版データベース、学位論文データベースに登録されているかご確認いただき、未登録のものについては

早急に登録をおねがいします。両データベースとも PF のホームページ (<http://pfwww.kek.jp/indexj.html>) からアクセス出来ます。未登録論文を減らし、PF の実力を示すため、PF としても共同利用の成果としての論文検索を行い、未登録と思われるものについては登録依頼を送ることを開始しました。放射光施設無くして放射光利用研究はできませんので、報文の登録という簡単なことも放射光コミュニティに必要とされていることを心に留めて下さい。

人の動き

将来光源の利用計画推進、利用研究開拓をする教授(物構研 10-1)として足立伸一氏が選任されました。改めてご紹介するまでもありませんが、足立さんは腰原先生達と NW14A の建設、PF-AR のシングルバンチ特性を生かした時分割 X 線回折、時分割 XAFS 実験等を展開されてきています。これまでの研究を発展させるだけでなく、次期光源について加速器と利用研究者の通訳として、また計画されている光源の可能性を放射光利用実験者の言葉で表現して頂きます。

物構研 10-3 として募集していました博士研究員に米村博樹氏が選任されました。米村氏は岸本氏と共にシリコン・アバランシェフォトダイオード (Si-APD) の 2 次元アレイ等の検出器システム全体の開発およびこのような検出器を用いて超高速 X 線検出器の応用研究に取り組んで頂きます。

物構研 10-4 として募集していました特任助教に水野智也氏が選任されました。水野氏は柳下氏と共に軟 X 線アンジュレーター放射光を用いた気相配向分子の光電子回折法の開発研究に取り組んで頂きます。

PF ではいくつかの人事公募が行われています。日程的に PF ニュースに掲載できない場合もありますが、人事公募情報は機構のホームページ等に掲載されますのでご注意ください。どなたが beamline scientist として居るかは、当該研究分野の将来を左右しますので、多くの優秀な方の応募をお願いします。

ERL 計画推進室報告

ERL 計画推進室長 河田 洋

この 3 ヶ月間の動き

朝倉清高 PF 懇談会長の強いリーダーシップの下、ERL プロジェクトの内容とその性能、そして年次計画を理解してもらおうと同時に PF ユーザーの皆さんと将来計画を共有するために、PF 研究会で ERL の紹介のセッションを作っていたいただいています。

皮切りは 7 月 3-4 日の XAFS ユーザーグループによる研究会で足立伸一氏が、7 月 12-13 日の構造生物ユーザーグループの研究会では私が ERL に関する講演を行い意見交換の場を持ちました。それぞれホームページに発表資料等

は公開されていますのでぜひご覧下さい。また、このように研究会の一部に ERL の紹介を行うだけではなく、「PF から ERL へ ～私の実験はどうなる? (仮題)」というタイトルの研究会を企画検討しています。少なくとも今年度中に行い、より広いユーザーの声を聞く場を設定いたしますのでぜひご参加の程お願いいたします。

また、KEK でスーパー KEKB (SKEKB) の計画が動き始めたことは、施設日より、入射器報告で述べられています。このことは、KEK の現在計画が J-PARC から SKEKB に移行したことを意味しています。それを受けて 2012 年度以降のプロジェクトのあり方に関する議論が機構内で開始されつつあります。ERL プロジェクトが SKEKB の建設の後の KEK のプロジェクトとなるように推進室長として最善をつくしますが、ユーザーの皆様の熱い期待、後押しが最も大きな力となりますので宜しくお願いいたします。

さて、東カウンターホールでのコンパクト ERL (cERL) の建設中は、昨年度の放射線シールドの撤去作業の残りの作業を今年度も進めてきましたが、その作業は無事に終了しました。しかしその後、側溝内での漏水と放射化の問題、この東カウンターホールで原子核実験を行っていた時に使用していた、中性子を遮蔽するためのボロン化合物の撤去、そしてシールド下に敷き詰められた放射化した鉄板の除去と言う予想をしなかった作業を、施設部、放射線、素核研の関係者の協力のもと進めています。さらに来年度から cERL を建設するに当たり、第一に必要な放射線シールドの設計が加速器第 7 系の芳賀開一講師を中心にして平行して進められています。設計している放射線シールドは、コンクリートブロックで建設し、壁の厚さは、コンクリート 1.5 m、天井厚 1.0 m を基準設計として、より強固な放射線シールドを必要とするビームダンプ部は、壁厚 2.0 m、天井厚 1.5 m を採用しています。出入口は東西の二箇所、迷路構造を採用し、人の出入りは鉄製扉を用いることを想定し、その平面図を図 1 に示します。天井の高さは 3000 mm を基準にしていますが、電子銃部は 4200 mm、加速空洞部は、4000 mm にし、加速器のコンポーネントが搬入できるように天井部分が取りはずし可能な構造です。図 2 に示すように天井部のスパンが約 20 m と長いので、中央に梁とそれを支える柱 (または壁) の構造を採用する予定です。

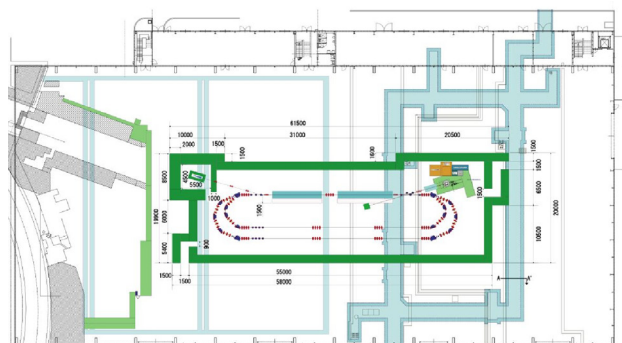


図 1 遮断体平面図

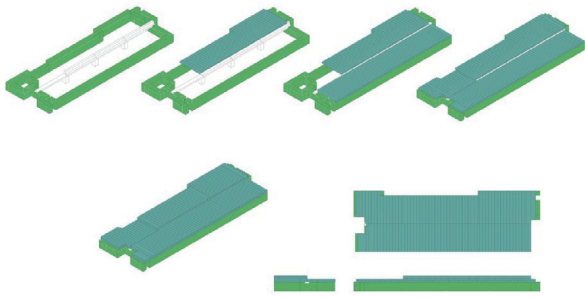


図2 遮断天井部の構造

す。幸いにして素核研のご理解の下、前東カウンターホールの47個のコンクリートブロックを活用させて頂くことで設計を進めています。

今後の予定は、今年度は設計に集中し、2012年度末の運転開始を確実なものとするために、2011年度に製造と設置を行う予定です。

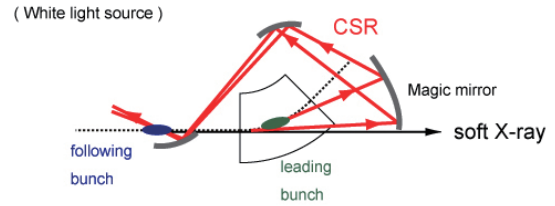
KEKの加速器研究施設・第3系の古屋貴章教授を中心として、ERLの心臓部である加速と減速のエネルギー回収をつかさどる超伝導空洞では、CW大電流運転を可能とするためにHOM対策として、アイリス内径をLC空洞よりも大きくした空洞形状で開発を進めてきました。今まで、ERLのCW運転時の仕様である15 MV/mは確立しているものの、17 MV/m付近でクエンチしてしまうことが問題であり、一台目の9セル空洞（第1空洞）を用いて数多くの表面処理およびプロセスの最適化を試みてきましたが、7月中旬のテストの結果、25 MV/mの加速勾配までの確認が行われ、cERLの実機での安定運転への目処が立ちました。

さらに高圧ガス対応も含めモジュール組み込みを想定した、ほぼ全装備の試作空洞である第2空洞（図3参照）の性能試験も開始しました。第1空洞と第2空洞の主な変更点は、Heジャケット用のTi端板が両側に取り付けられたこと、アイリス部に強め輪がつけられたこと、フランジの真空シールをインジウムからヘリコフレックスへ変えたこと、などです。まだ、予備的な結果ですが、プロセスを進



図3 ERL-9セル2号機空洞

Magic mirror scheme



Optical cavity scheme

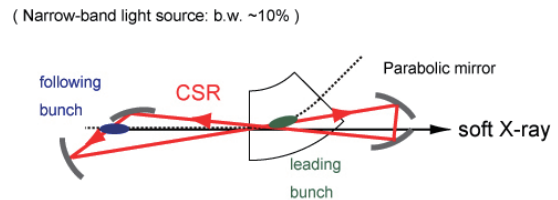


図4 テラヘルツCSRを用いた逆コンプトン軟X線源の概念図

めることによって、最終的に22 MV/mの加速勾配を達成し、ERL空洞の仕様を満たすことができています。しかし、プロセスの過程でQ値の劣化が見られ、その原因究明ならびに対策が今後の課題です。

cERLの利用研究に関して新しいアイデアの提案がありました。従来、cERLでの放射線源は、テラヘルツ領域の強力なコヒーレント放射光と可視光域のレーザーと電子ビームが衝突して発生するX線領域のレーザー逆コンプトン散乱がその基本的な線源と考えてきました。これに対して、KEK加速器研究施設の島田美帆助教とJAEA量子ビーム応用研究部門の羽島良一グループリーダーは、従来の外部レーザーに代わって上記の強力なCSRによる逆コンプトン散乱を提案しました。CSRは波長がサブミリメートルと長いため、cERLに導入すると強力な軟X線の生成が可能になることを見出しました（図4参照）。光子数は帯域10%で 10^{4-5} phs/pulse, 10^{13-14} phs/sと従来の放射光源と比べても遜色がありません。本研究の成果はPhysical Review Special Topics – Accelerators and Beams誌に掲載されました（M. Shimada and R. Hajima : Inverse Compton scattering of coherent synchrotron radiation in an energy recovery linac. Phys. Rev. ST Accel. Beams, 13, 100701(2010)。今後、cERLは様々な研究に応用できる可能性が出てきました。詳しくはホームページ <http://www.kek.jp/ja/news/topics/2010/InverseCompton.html> を参照してください。

尚、ERLに関する情報はホームページ <http://pfwww.kek.jp/ERLoffice/> に関係資料を掲載してありますのでぜひご参照ください。



核酸のように振る舞うタンパク質を明らかに

2010年8月23日

理化学研究所・生命分子システム基盤研究領域の横山茂之領域長（東京大学大学院理学系研究科兼任教授）らの研究グループは、転移 RNA (tRNA) によく似たタンパク質が、形だけでなく反応もよく似ていることを、フォトンファクトリー BL-5A および SPring-8 における X 線結晶構造解析によって明らかにしました。

DNA に書かれた遺伝情報は、まず mRNA に転写され、それに基づいて、細胞のタンパク質工場であるリボソーム上でアミノ酸がつながられて、タンパク質が作られます。この過程を「翻訳」と呼び、指定されたアミノ酸を運び込むアダプターの役目をする分子が tRNA です。リボソームではさまざまな「翻訳因子」と呼ばれるタンパク質が翻訳に関わっていますが、そのうちの 1 つ、「EF-P」は、tRNA と非常によく似た L 字型の立体構造を取ることが、同じ研究グループによってすでに発見されていました。

一方、tRNA に正しいアミノ酸を受け渡して付加する酵素「アミノアシル tRNA 合成酵素 (aaRS)」とよく似たタンパク質が、生物のゲノム上にたくさんあることが最近わかってきました。しかしこれらのタンパク質は、aaRS と違って、tRNA にアミノ酸を付加する活性を持たず、機能についてはほとんどわかっていませんでした。

研究グループは、そのうちの 1 つである大腸菌由来のタンパク質 GenX が、tRNA に似た L 字型の立体構造を持つ EF-P と結合することを見出しました。この複合体の構造を X 線結晶構造解析によって決定したところ、tRNA-aaRS 複合体の構造と酷似していることがわかりました。そして、実際に EF-P は GenX からアミノ酸（リシン）を受け取る機能を持つこと確かめました。

核酸とタンパク質という全く異なる分子が、形だけでなく反応まで似ていることを解明したのはこの研究が世界で初めてです。類縁関係の遠い生物が同じような形と機能を持つ現象は「収斂進化」として知られており（モグラとケラの前足など）、生物の個体レベルだけではなく、分子レベルでも同じような進化が起こっていたことが示唆されます。また GenX は真正細菌のみに存在するタンパク質で、その機能がわかったことにより、新しい抗菌薬のターゲットの可能性が拓けました。

詳しくは理化学研究所のプレスリリースをご覧ください (<http://www.riken.go.jp/r-world/info/release/press/2010/100823/index.html>)。

Tetsuo Yanagisawa, Tomomi Sumida, Ryohei Ishii, Chie Takemoto and Shigeyuki Yokoyama : A paralog of lysyl-tRNA synthetase aminoacylates a conserved lysine residue in translation elongation factor P., *Nature Structural and Molecular Biology*, **17**, 1136 – 1143 (2010).

tRNA にわざと誤ったアミノ酸を付加して修正する巧妙な仕組みを解明

2010年9月30日

遺伝情報に基づいて正確にタンパク質が作られるのは、3 文字の遺伝暗号（コドン）と 1 つのアミノ酸を対応させている分子、tRNA（転移 RNA）の働きによるものです。ヒトを含む真核生物では、20 種類のアミノ酸それぞれに 20 種類のアミノアシル tRNA 合成酵素 (aaRS) が用意されています。

ところが、多くの細菌では、20 種類のひとつであるグルタミン (Gln) を tRNA に付加する aaRS が存在しません。代わりに、別のアミノ酸のグルタミン酸 (Glu) 用の aaRS (GluRS) が、正しい tRNA^{Glu} だけでなく tRNA^{Gln} にも区別せずに Glu を付加します。その後第二の酵素 GatCAB が tRNA 上で Glu を正しいアミノ酸へ修正します。

理化学研究所の横山茂之生命分子システム基盤研究領域長、東京大学理学研究科の伊藤拓宏特任助教から成る研究グループは、誤ったペアである tRNA^{Gln} と GluRS、そして第二の酵素の GatCAB の三者が、安定した巨大複合体「グルタミン・トランスアミドソーム」を作ることを見出し、誤ったペアができる瞬間、そして、GatCAB が誤ったペアを直ちに修正できるように待ち構えている様子などを、PF の AR-NE3A および SPring-8 の BL41XU を用いたタンパク質結晶構造解析により、世界で初めて捉えました。

グルタミンは生命の進化の過程で活用されるようになった比較的新しいアミノ酸と考えられており、今回の成果は、生命が新しいアミノ酸を構成因子として獲得したメカニズムを検証し、さらに新しい機能を持ったアミノ酸をタンパク質に組み込む技術にもつながります。

この成果は文部科学省「ターゲットタンパク研究プログラム」の一環として行われたもので、Nature 9月30日号に掲載されました。

詳しくは理化学研究所のプレスリリースをご覧ください (http://www.riken.go.jp/r-world/info/release/press/2010/100930_2/detail.html)。

Takuhiro Ito and Shigeyuki Yokoyama : Two enzymes bound to one transfer RNA assume alternative conformations for consecutive reactions. *Nature*, **467**, 612-616 (2010).