

■ 動向

中東放射光施設 SESAME

野村昌治 (高エネルギー加速器研究機構)

SESAME は2017年5月16日に Abdullah II 世ヨルダン国王列席のもと開所式を行った世界で最も新しい放射光施設である (Fig. 1)。運転を停止する BESSY I を中東に寄贈し、中東の平和と人材流出抑制に役立てようという案が、1997年に DESY の Gustaf-Adolf Voss と SSRL の Herman Winick により提案され、それが実現したものである。当初は0.8 GeV の BESSY I を1 GeV に改造して移設するという計画であったが、その後何回も見直され、現在では2.5 GeV の施設となっている。計画初期の状況については、佐々木泰三先生が本誌に記事を書かれている¹⁾。また、初代 SESAME 理事会議長の Schopper 氏による裏話を含む記事が最近出版されたので参考にされたい²⁾。

SESAME は、CERN をモデルにして、中東・北アフリカ地区 (MENA) のキプロス、エジプト、イスラエル、イラン、ヨルダン、パキスタン、パレスチナ自治政府、トルコの8カ国・地域が現在のメンバーとなっており、このほかにもいくつかの国が関心を示している。メンバー国は必ずしも豊かではなく、いくつかの国は政治的な困難も経験しながら、政治的な対立を克服し、共同で放射光施設を建設・運営するという点で他の放射光施設には見られない経緯を示している。理事会の議長はメンバー国から選出するのが通常であるが、上記の様な理由から、CERN の所長経験者が議長を務めてきており、UNESCO, IAEA, EU 等がこの計画を支えてきている。日本政府は、2009年



Fig. 1 A photo of SESAME and a tent used for the opening ceremony (left). Some soldiers guard the ceremony.

にオブザーバー参加を決定し、理事会に参加してきた。

SESAME は “Synchrotron-light for the Experimental Science and Applications in the Middle East” の略称とされているが、実は多くの人が賛同出来る魅力的な施設名として SESAME という名称が先に決められ、その説明は後から作られたとのことである。その意味は、「開けごま」として知られる千夜一夜物語の話にあり、扉を開くことを意味している²⁾。

SESAME はヨルダンの首都 Amman の北西約30 km の Allan にある。ホスト国は SESAME 職員・ユーザーが国籍・性別・宗教によらず自由にアクセス出来ることを保証すること、可能な限り地域の中心部であること、土地・建物はホスト国が負担すること、水・電気・道路などのインフラを提供することの条件の下、多くの国からの提案の中から、2000年6月にこの場所が決められたものである。この場所は、中東の火種であるイスラエル (パレスチナ自治区) との国境であるヨルダン川にかかる King Hussein (Allenby) 橋からも同程度の距離でアクセスできることも中東平和の観点から評価されている。

1998年には、計画実現のために Federico Mayor UNESCO 事務局長に話が持ち込まれ、UNESCO の下で計画が進められてきた。同事務局長により、1999年6月に MENA や地中海沿岸国の会議が開かれ、11カ国が暫定委員会 (IC) へ参加する意向を示した。同年9月には UNESCO 関係者が有馬文部大臣兼科学技術庁長官を訪問し、日本が IC にオブザーバーを送る意向が示された。BESSY I を SESAME に寄贈する条件として、再利用するために必要となる機器の解体、文書作成、荷造り、輸送を SESAME の負担で行う事がドイツから求められた。その費用は60万ドルと見積もられたが、IC には予算がなく、米国、スウェーデン、ロシアが20万ドルを提供することが合意されたが、残り40万ドルの出所が未定であった。1999年11月に第8代 UNESCO 事務局長に就任した松浦晃一郎氏は、SESAME 計画を強く支持し、40万ドルについて支援を約束した。この決断がなければ、BESSY I は廃棄され、今の SESAME は無かったかも知れない²⁾。

2000年6月には IC で SESAME のサイトが決定され、BESSY I の機器は2002年6月にハンブルクより出荷された。コンテナを満載した船の写真が各誌に掲載され、ゴルフ13の話にもなっている³⁾。

蓄積リングは当初は寄贈された BESSY I を改造して 1 GeV とすることで計画されていたが、硬 X 線に対する需要に対応して **Table 1** に示すように、2002年には 2 GeV、2003年には 2.5 GeV に変更されている。2 GeV 以降の案では、BESSY I は入射器 (マイクロトロン) とブースターリングとして利用し、蓄積リングは新設する案である。建物は設計費を節約するため、ドイツの ANKA の設計を利用し、2003年 1 月には、ヨルダン国王、松浦氏列席のもと納入式が行われ、2007年に引き渡された。建物の設計が決まった後に加速器の設計が変わったため、建物の中心を外れた場所に加速器がある (**Fig. 2**)。

予算の確保が困難であるため、英国 SRS からのビームラ

インなど諸施設からの寄贈品を募ったが、その活用には苦勞が絶えない。また、使い途がなく返送となる物品もあるという。筆者が下村理氏の後任として理事会にオブザーバー参加したのは 2012 年からであるが、分担金の未納国が毎回問題とされていた。主リングを建設する予算の目処が立たず、結局 EU と Elettra からの拠出で、CERN や ALBA を中心に主リングの電磁石の設計・評価などを行った。また、RF 用のアンプについては Soleil と協力して Solid State Amplifier を作るなど先進的な技術も取り入れている。この間にも、クレーンが変形したり、2013年 12 月には数十年ぶりの大雪のため実験ホールの屋根が崩落したり (**Fig. 3**) と日本では考え難いトラブルも多数経験してきた。

日本は JSPS の支援の下、2002、2008、2011、2012 年にスクールを開催して、施設職員、ユーザーの育成に協力してきた。各国ともユーザーの受入や施設職員育成のための中東地区の人材の受入等を進めて来たが、人材を欧米の施設に送ると、優秀なため派遣先の施設などで雇用されてしまったり、SESAME の職員がヨーロッパの施設へ移ったりと人材の確保でも苦勞している。

EU を中心とする支援の下、このような多くの困難を克服し、2017年 1 月にはビームがリングを周回し、4 月には 2.5 GeV でのビーム蓄積に成功している。また、第一期として、XAFS/XFA と IR の 2 本のビームラインを立ち上げ、利用に供する予定で、課題審査が進められている。高額な電気料金負担を軽減するため、太陽光発電設備が設けられる。第二期にはウィグラーを光源とする X 線回折、

Table 1 Variation of design parameters of SESAME and plans of SR facilities in the middle east.

name	E GeV	i mA	c m	ϵ nmrd	no. of straights	reference
BESSY I	0.8	800	64	57	4	
SESAME Oct. 1999	1	700	101	50-107	6	Green Book
SESAME Apr. 2002	2	400	120	19	16	White Book
SESAME May 2003	2.5	400	125	25	16	Yellow Book
SESAME	2.5	400	129	26	16	EPAC2004
SESAME	2.5	400	133.1	26	16	EPAC2006
CANDLE Armenia	3		268.8	0.435	16	4
TURKAY Turkey	3	500	477	0.51	20	5
ILSF Iran	3	400	489.6	0.93	20	6

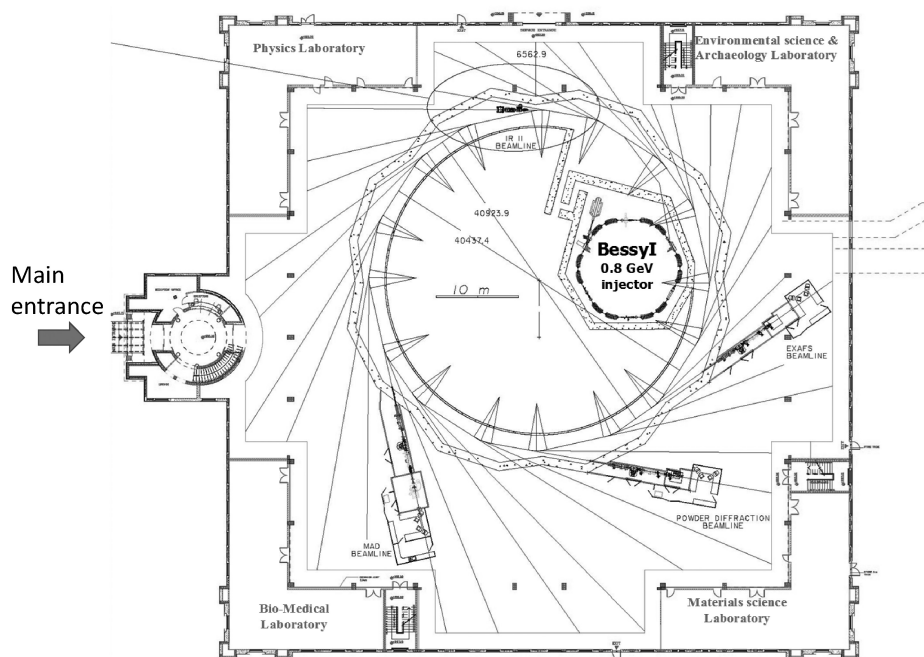


Fig. 2 Plan view of SESAME facility. (Reproduced from the poster shown at SESAME web site (<http://www.sesame.org.jo/sesame/about-us/information-material.html>) with permission.)



Fig. 3 A photo taken on Dec. 2014 from the second floor of SESAME building. The white structure is shielding for the storage ring but there was no roof and neighboring hill and buildings can be seen.

真空封止アンジュレーターを光源とする高分子結晶構造解析 BL が建設される。一方で、top-up 入射を目指す動きもあり、そのためには入射器とブースターリングを更新する

必要があり、BESSY I の影は消えることになる。

財政、政治状況を考慮すると、実現までには時間が必要だろうが、メンバー国や周辺国でも、CANDLE (アルメニア)⁴⁾、TURKAY (トルコ)⁵⁾、ILSF (イラン)⁶⁾などいくつかの、サブ nmrad 級のエミッタンスを目指す放射光源計画が提案されており (Table 1)、これら計画との関係調整等も今後の課題となろう。安定な利用実験には今少し時間が必要だろうが、SESAME を通して、メンバー国の政府、研究者間の交流が促進されたことは間違いなく、初期の目的を実現することを祈念する。

参考文献

- 1) 佐々木泰三：放射光 **13**, 78 (2000).
- 2) H. Schopper: La Rivista del Nuovo Cimento **40**, 199 (2017).
- 3) さいとう・たかお：シンクロトロン BESSY-1 (ゴルゴ13 137巻) リイド社.
- 4) A. Sargsyan *et al.*: Nucl. Instrum. And Methods in Phys. Res. A **832**, 249 (2016).
- 5) Z. Nergiz: Nucl. Instrum. and Methods, Phys. Res. A **795**, 140 (2015).
- 6) H. Ghasem, F. Saeidi and E. Ahmadi: J. Instrum. **8**, P02023 (2013).