

## 佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターのご紹介

公益財団法人佐賀県産業振興機構 九州シンクロトロン光研究センター  
妹尾 与志木\*

### 1 はじめに

佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター（英語名：SAGA Light Source, 以後 SAGA-LS と略記）<sup>1)</sup>は、佐賀県が鳥栖市に設置したシンクロトロン光を研究の手段とする研究施設です。2006年2月より利用者を受け入れる活動を開始しています。Figure 1 にビームライン配置を含む施設の概要を示します。ビームラインには、施設側が直接管理運営する県有ビームライン7本と、年間契約を結んだ特定の機関が独自の方法で管理・運営を行っている4本の他機関ビームラインとがあります。Table 1 に県有ビームラインの概略を示します。

現在日本には、建設中を含めて9機関が同様なシンクロトロン光研究施設を設置・運営しています。Table 2 にその一覧を示します。Table 2 からわかる通り施設の多くが国の研究機関や大学によって運営されている中で SAGA-LS は佐賀県という地方自治体によって運営されている非常に稀な施設です。また SAGA-LS の設立が企画されたときに定められた設立のねらいを Table 3 に示しますが、その第一番目が地域産業の振興です。産業応用が主目的として設立されたシンクロトロン光研究施設は SAGA-LS が日本で最初だと言えます。設立の経緯なども含めて施設をご紹介したいと考えます。

### 2 建設の経緯

地方に研究と産業の拠点を作ろうとした初期の動きに、1980年に当時の通産省が打ち出した「テクノポリス構想」<sup>2,3)</sup>があります。産学と住が有機的に結びつ

いた地方都市を作り出そうとの構想で、全国に17拠点が指定されました。その中の6拠点が九州にあり、そのうちのひとつが福岡県と佐賀県の県境をまたいだ久留米・鳥栖地域です。もう一つの動きが、1992年に出された九州北部学術研究都市構想（アジアス九州）<sup>4)</sup>で、福岡県と佐賀県が文化・学術研究の集積地を作ろうとしたものです。7拠点が指定されており、そこにも久留米・鳥栖地域が入っています。

SAGA-LS の構想がきちんと書面に現れるのは、1997年3月に提出された「佐賀県科学技術振興ビジョン」の提言書<sup>5)</sup>においてです。これは、当時の佐賀県科学技術会議（座長：佐古宣道佐賀大学学長）がまとめたもので、「地域の発展と県民生活の質の向上に資する佐賀県ならではの科学技術の振興」を目的とした提言が行われており、非常に多様な計画の中に、【佐賀大学や佐賀医科大学の研究機能を活用した拠点のイメージ】の施設・設備として「小型放射光（シンクロトロン光）研究施設等」が出てきます。この時点の構想は、放射線利用に関連付けた保健・医療・福祉分野などが主な利用分野とされており、SAGA-LS を含めた現状のシンクロトロン光研究施設とはかなり異なっています。1999年5月に佐賀県が制定した「シンクロトロン光応用研究施設基本計画」<sup>6)</sup>において、具体的な施設の描像が現れてきます。主な応用分野として現在ではほとんど使用されていない半導体リソグラフィーの技術が挙がるなど、時代の変化に影響されている部分はありますが、Table 3 に示す「施設のねらい」は本計画書に初めて明記されているものです。本計画書が SAGA-LS の具体的な出発点と言えるでしょう。

テクノポリス構想などの動きが SAGA-LS 設立に直接的に繋がっていたわけではないことにも触れておきます。テクノポリス法案は1998年には廃案になっています<sup>3)</sup>、1997年時点での SAGA-LS の立地候補地は鳥栖市ではなく佐賀市でした<sup>5)</sup>。佐賀市も九州北部学術研究都市構想の一拠点ではありましたが<sup>4)</sup>、鳥栖市への計画変更は県の保有する土地の関係が理由だったようです。しかしながら、たとえば、世界最大のシ

Introduction of SAGA Light Source  
Yoshiki SENO\* (SAGA Light Source, Saga Industrial Promotion Organization),  
〒841-0005 佐賀県鳥栖市弥生が丘8丁目7番地  
TEL: 0924-83-5017, E-mail: seno@saga-ls.jp

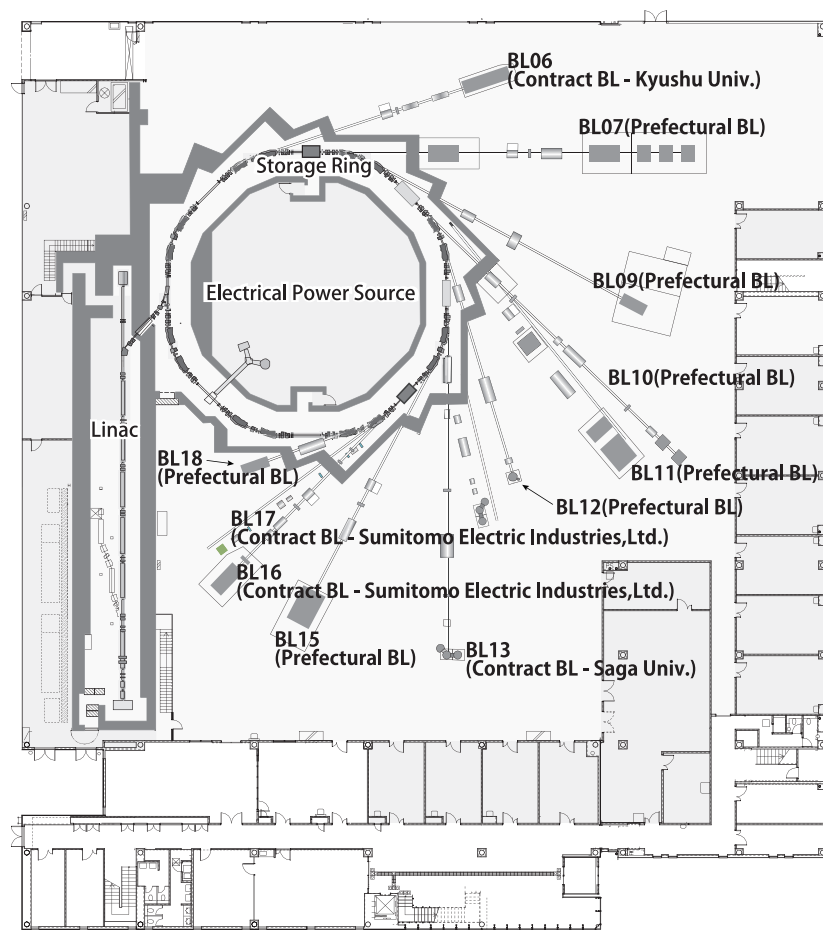


Figure 1. Outline of SAGA-LS facility.

シンクロtron光研究施設である SPring-8 が立地している播磨科学公園都市の原点は西播磨テクノポリス計画<sup>2)</sup> だったと考えられます。紆余曲折はあれ、構想の趣旨が今に活かされている例は存在しています。鳥栖市には SAGA-LS 以外に産業技術総合研究所の主要拠点である同九州センター<sup>7)</sup> と炭素イオンを加速し人体に照射してがんを治療する九州国際重粒子線がん治療センター<sup>8)</sup> が設置されています。科学技術を積極的に活用しようとする気風がこのような結果を生んだとも言えるのではないのでしょうか。

### 3 地域産業への貢献

SAGA-LS が地域の産業と向き合った経緯は、初期の利用実績から辿ることができます。Figure 2 は県有ビームラインが利用者の利用に供された全時間を示すグラフですが、その中で佐賀県内の企業、公的試験研

究機関（公設試）、大学が利用した時間を色付けしてあります。開所後の数年間は、県の公設試の研究に積極的に利用していただいています。蛍光 X 線分析を利用して、お茶、イカ、たまねぎなどに微量に含まれる金属元素の種類と量を計測し、産地や生誕地の把握、有機栽培の特徴把握などが行われています<sup>9)</sup>。もう一つの例は X 線照射による突然変異育種で、佐賀県農業試験研究センターと佐賀県果樹試験場に利用例があり<sup>10)</sup>、現在も同様な試みが継続されています。一方、県内の企業については、LIGA 技術を応用した微細加工の試みはあるものの利用は限定的でした。

2019 年度より産業利用コーディネーターの役職を設け、県内の企業を中心とした産業との接点を探す業務を行っています。現在 3 名のスタッフが活動しています。SAGA-LS のスタッフではありますが、シンクロtron光利用の可能性の有無に関わらず、各企業

Table 1. Prefectural beamlines in SAGA-LS.

Beamline	Light Source	Photon Energy	Examples of Experimental Method
BL07	Superconducting Wiggler	5 keV–35 keV (White X-ray with the peak in 8 keV)	*X-ray Imaging (CT) *X-ray Diffraction *X-ray Absorption Spectroscopy
BL09	Bending Magnet	5 keV–20 keV (White X-ray with the peak in 5 keV)	*X-ray Topography *Irradiation (Mutation breeding, Micro-fabrication)
BL10	Undulator (Apple II Type)	40 eV–900 eV	*Angle-resolved Photoemission Spectroscopy
BL11	Bending Magnet	2.1 keV–23 keV	*X-ray Absorption Spectroscopy *Small-angle and Wide-angle X-ray Scattering
BL12	Bending Magnet	40 eV–1500 eV	*X-ray Absorption Spectroscopy *X-ray Photoelectron Spectroscopy
BL15	Bending Magnet	3.5 keV–23 keV	*X-ray Diffraction *X-ray Reflectivity *X-ray Absorption Spectroscopy
BL18	Bending Magnet	92 eV	*EUV Reflectance and Transmittance measurement

Table 2. Synchrotron radiation facilities in Japan.

Ring Name	In-service start	Establishment	Stored Electron		Ring Length
			(GeV)	(mA)	(m)
Photon Factory	1982	High Energy Accelerator Research Organization	2.5	450	187
PF-AR (Advances Ring)	1987	High Energy Accelerator Research Organization	6.5	60	377
UVSOR-III	1983	National Institutes of Natural Sciences	0.75	300	53.2
HiSOR	1996	Hiroshima Univ.	0.7	350	21.96
Ritsumeikan Univ. SR	1996	Ritsumeikan Univ.	0.575	300	3.14
SPring-8	1997	Institute of Physical and Chemical Research	8	100	1435.95
New SUBARU	2000	Hyogo Prefectural Univ.	1.0	300	118.73
SAGA-LS	2006	Saga Prefecture	1.4	300	75.6
AichiSR	2013	Aichi Science and Technology Foundation	1.2	300	72
Nano Terasu (under construction)	2024 (scheduled)	National Institutes for Quantum Science and Technology	3	400	349

や公設試が抱える技術的な問題点のご相談に乗り、工業技術センターなど他の機関へのつながりも含めて課題解決に貢献しているのが特徴です。シンクロトロン光の利用が有効に活かせる例は多くはありませんが、Fig. 2 に示すように同役職の設置に呼応して県内企業の利用例も増えています。包括利用という県内企業向けの制度も同時期に作りしました。企業の課題解決ニーズに基づいて、SAGA-LS 内の研究員が実験計画の策定、実施、報告書作成までを行うことが出来る制度です。近年は地域産業貢献にいろいろな手法を駆使して

います。

#### 4 全国の施設の一つとして

上述のような地域への貢献の活動の土台は、全国から利用に来られる利用者の皆様の研究活動の蓄積です。この土台部分を強固にするためには、利用者の方々に SAGA-LS を研究の場として選んでいただくための施設としての魅力を伸ばさせていくことが重要です。そのことは全国の施設それぞれが役割分担を意識することにもつながるはずです。

Table 3. The aim of SAGA-LS settled in 1999<sup>6)</sup>.

- |    |   |
|----|---|
| 1. | Encouragement for local Industry and Creation of new Industry |
| 2. | Gathering many Brains   |
| 3. | Creation of Industry-Academia Collaboration base              |
| 4. | Human resource Development for the Science and Technology     |
| 5. | Public Relations for Science and Technology                   |

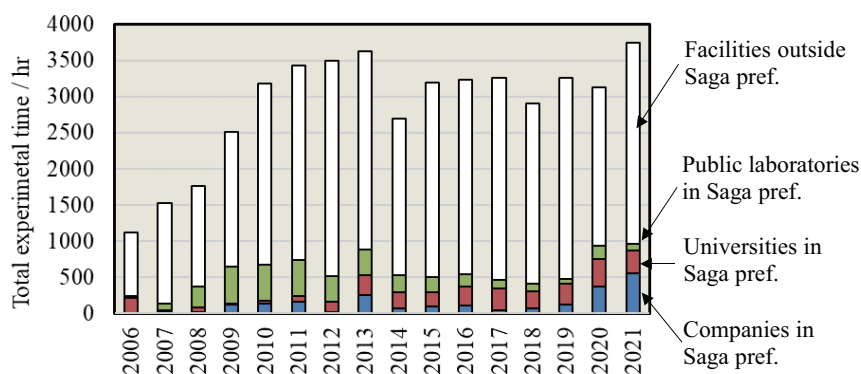


Figure 2. Total experimental time of prefectural beamlines in SAGA-LS. Colored column shows the time used by facilities in Saga prefecture.

現在のところ、私たちは、SAGA-LS 施設の魅力を以下のように意識しています。

1. 幅広のビームが利用できること（活用：X 線トポグラフィ、X 線イメージング）
2. 白色光が容易に利用できること（活用：イメージングなどのほか、照射効果による突然変異育種や微細加工など）
3. 軟 X 線領域やテング X 線領域が使いやすいこと（活用：X 線吸収分光法など）

該当するビームラインの一つが BL09 です<sup>11)</sup>。白色光照射を念頭に置いて設計されたビームラインで 395 mm 幅の白色光が使用できるほか、単色器を X 線軌道に挿入することで 128 mm 幅の単色光を実験ハッチ内で使用できます。次世代半導体材料の結晶欠陥観察に広く使われています。もう一つのビームラインが BL07 で<sup>12)</sup>、吸収コントラストや位相コントラストによるさまざまな CT 像取得、またマイクロ CT 像（最小画素サイズ：0.65  $\mu\text{m}$ （可視光レンズ利用時））の取得、さらに時間変化観察など、多くのイメージング実験手段を用意しています。想定している試料は生体や農産物などが主で、白色光を用いた高速 CT 観察など

も準備を進めています。Figure 3 に一つだけ観察例をご紹介します。佐賀県の特産品「神埼そうめん」の茹でる過程を吸収コントラストで追跡したもので、茹で上げて常温の水に静置した後液体窒素で急冷し、その後液体窒素を吹き付けて温度コントロールを行いながら CT 観察を行った結果です。乾麺の空隙が水分で詰まっていく過程が観察されています。

Table 2 に示すように、現在シンクロトロン光研究施設は全国に存在しており、それぞれが施設の強みを持っています。利用者の皆様に相補的にこれらを使いこなしていただくことが施設発展の大きな要素と考えます。

## 5 今後に向けて

シンクロトロン光研究施設のような一見基礎研究向きの研究施設でも、昨今は産業貢献への必要性が非常に強調されるようになりました。SAGA-LS はその役割を担う先駆的な施設です。産業を担っている方々の顔が非常に見やすい地方の施設である利点を活かし、施設の研究員が産業に対して研究の提案を行い推進する活動を開始しています。佐賀県の特産品である神埼



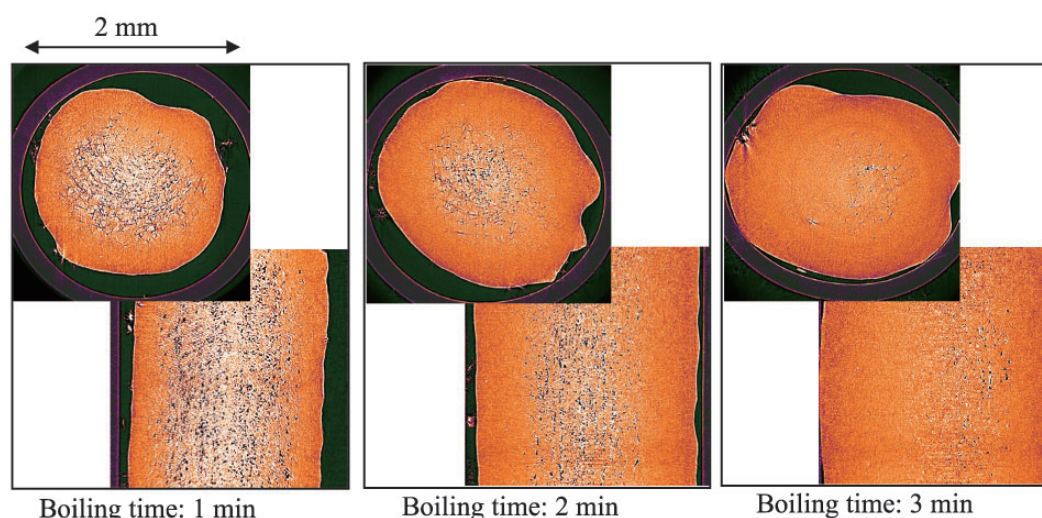


Figure 3. X-ray imaging results of “Kanzaki Soumen (noodle)” after boiled and left in room temperature water for 10 minutes. Observation was done under temperature controlled by nitrogen gas after dipped in liquid nitrogen for 5 min.

そうめんの協同組合と組んで行っているそうめんの解析<sup>13)</sup>や、佐賀県林業試験場が60年余りをかけて開発したサガンスギの強度の解析などがあります。2023年度には利用制度の改定を行い、佐賀県の施設としての特色をより鮮明に打ち出す予定にしています。

SAGA-LSは日本語の名称には九州が冠されており、設立時には九州全体への貢献が意図されていました。佐賀県立の施設ですのでまずは佐賀県内への貢献が最優先ですが、九州全体への波及効果をねらう活動も考えていきます。Table 3に示すSAGA-LSの施設のねらいの中には、人材育成や科学技術への啓発の活動も含まれています。幸いなことにSAGA-LSには佐賀大学、九州大学が施設内でビームラインを運営されており非常に近い間柄にあります。これらの機関のご協力もいただきながらこれらの活動も進めて行こうと思います。

学術成果を通じた科学技術の産業への貢献は古くから存在する、しかも現在でも大きな重要性を持つ課題です。佐賀県あるいは九州という地方からの発信の形で、そのような貢献活動の一端を今後も担い続けていきたいと考えています。

#### 〈参考文献〉

1) <http://www.saga-ls.jp/main.php/>

- 2) 衣笠 達夫, 西播磨テクノポリス計画の建設プログラム, オペレーションズ・リサーチ, 31 (1986) 100.
- 3) 坂口 桂子, ポスト産業社会におけるテクノポリス政策—久留米市を中心として, 社会学研究年報, 28 (2000) 43.
- 4) サイエンスフロンティア九州構想 報告書, 平成24年3月, 福岡県・佐賀県, 社団法人九州経済連合会, 九州大学・佐賀大学 ILC 推進会議.
- 5) 佐賀県科学技術振興ビジョン, 平成9年3月, 佐賀県科学技術会議.
- 6) シンクロトン光応用研究施設整備基本計画, 平成11年5月, 佐賀県.
- 7) <https://www.aist.go.jp/kyushu/>
- 8) <https://www.saga-himat.jp/>
- 9) 佐賀県試験研究機関 シンクロトン放射光利活用発表会報告書, 2012年3月26日, <https://www.saga-ls.jp/main.php/469.html>
- 10) 第12回九州シンクロトン光研究センター研究成果報告会実施報告書, 2018年8月1日, <https://www.saga-ls.jp/main.php/1599.html>
- 11) K. Ishiji, K. Kobayashi, M. Hidaka, H. Taguchi, K. Sakamoto, K. Konishi, A. Shima, T. Okajima, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A 1041 (2022) 16736.
- 12) A. Yoneyama, S. Takeya, T. T. Lwin, D. Takamatsu, R. Baba, K. Konishi, R. Fujita, K. Kobayashi, A. Shima,

M. Kawamoto, H. Setoyama, K. Ishiji, Y. Seno, J.  
Synchrotron Radiat., 28 (2021) 1966.

13) 安田 みどり, 米山 明男, 竹谷 敏, 田端 正明, 川崎 美

紅, 江原 徳美, 廣沢 一郎, 妹尾 与志木, 日本食品科  
学工学会誌, 70 (2023) 147.