

熊本大学における「放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点」

赤井 一郎

熊本大学 パルスパワー科学研究所

熊本大学では、佐賀LSに熊大BLの新規設置を目指した概算要求を一昨年度から継続して行っている。本講演では、その活動を支える学内研究・教育拠点形成の現状と、計画中の熊大BL (KUMAMON-PTR BL)の概要を報告する。

「放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点」

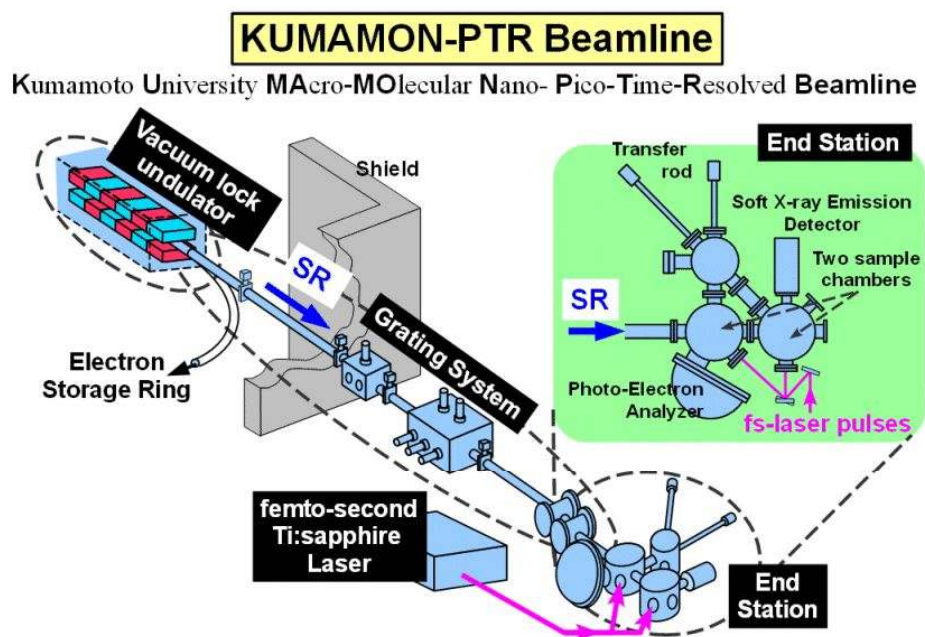
熊本大学自然科学研究科では、次世代の研究所や研究センターとなり得る「研究コア」の育成を進めており、その一つとして同研究・教育拠点が平成25年度に採択された。

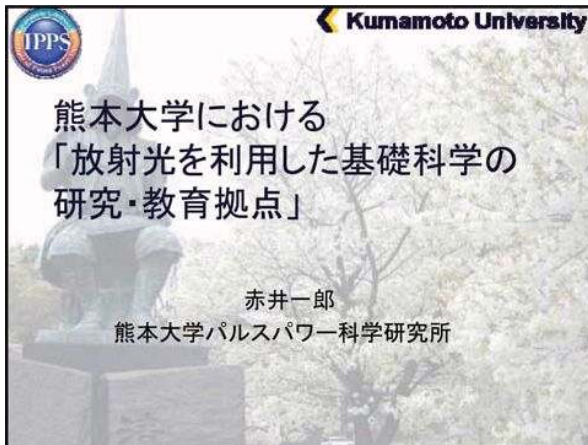
本拠点は、細川伸也(リーダー:物理科学)、赤井一郎(サブリーダー:物理科学)、下條冬樹(物理科学)、原正大(物理科学)、藤本斉(化学)、吉朝朗(地球環境科学)で構成され、放射光利用した共同研究を推進し、国際的な基礎科学研究・教育拠点とすることを目的とする。また、本拠点が KUMAMON-PTR BLの計画立案と概算要求の中核を担う。

昨年度の研究成果は、IFの高いNature Commun.をはじめとした多くの査読付論文として公表された。特に著者に外国人を含む国際化率高く約50%である。その内の1つは、日本原子力研究開発機構、東北大学、広島市立大学、熊本大学によるプレスリリース「蛍光X線ホログラフィー法により、リラクサー強誘電体の局所構造の3次元可視化に成功」として発表された。

「KUMAMON-PTR BL」

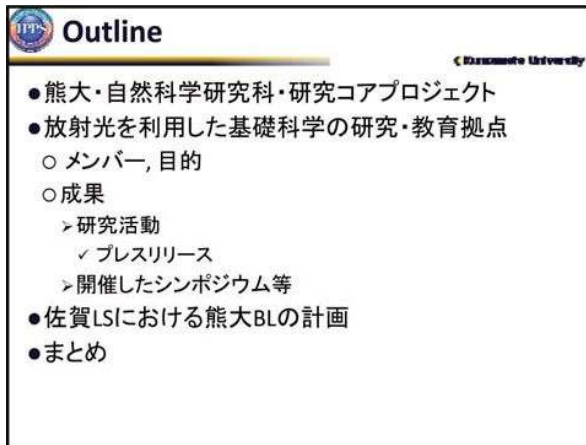
現在計画しているBLの概要は図のとおりである。本システムでは、軟X端の高エネルギー化を目指し、佐賀LSとしては初めての真空封止アンジュレータを導入して、軟X端領域の分光に特化することを計画している。これは、熊本大学の自然科学研究科はもとより熊本大学の特色である生命科学領域を含んだ、ナノ物質、マクロ分子、ソフトマテリアル、環境関連物質での放射光利用を促進するためである。





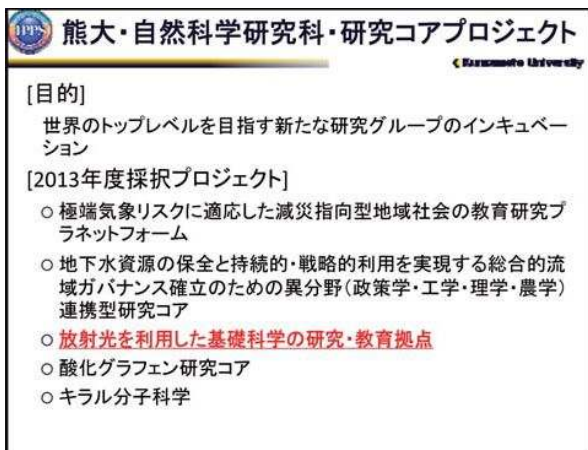
熊本大学における
「放射光を利用した基礎科学の
研究・教育拠点」

赤井一郎
熊本大学パルスパワー科学研究所



Outline

- 熊大・自然科学研究科・研究コアプロジェクト
- 放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点
 - メンバー, 目的
 - 成果
 - 研究活動
 - ✓プレスリリース
 - 開催したシンポジウム等
- 佐賀LSにおける熊大BLの計画
- まとめ

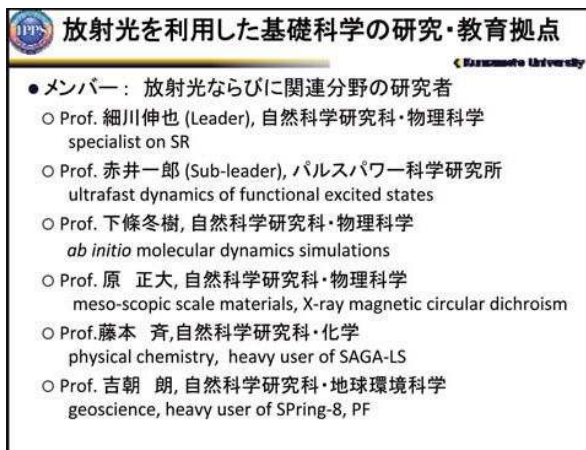


熊大・自然科学研究科・研究コアプロジェクト

[目的]
世界のトップレベルを目指す新たな研究グループのインキュベーション

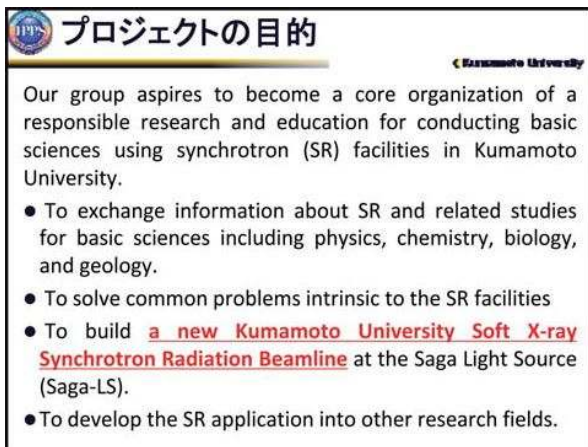
[2013年度採択プロジェクト]

- 極端気象リスクに適応した減災指向型地域社会の教育研究プラットフォーム
- 地下水資源の保全と持続的・戦略的利用を実現する総合的流域ガバナンス確立のための異分野(政策学・工学・理学・農学)連携型研究コア
- 放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点
- 酸化グラフェン研究コア
- キラル分子科学



放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点

- メンバー：放射光ならびに関連分野の研究者
 - Prof. 細川伸也 (Leader), 自然科学研究科・物理科学 specialist on SR
 - Prof. 赤井一郎 (Sub-leader), パルスパワー科学研究所 ultrafast dynamics of functional excited states
 - Prof. 下條冬樹, 自然科学研究科・物理科学 *ab initio* molecular dynamics simulations
 - Prof. 原 正大, 自然科学研究科・物理科学 meso-scopic scale materials, X-ray magnetic circular dichroism
 - Prof. 藤本 斉, 自然科学研究科・化学 physical chemistry, heavy user of SAGA-LS
 - Prof. 吉朝 朗, 自然科学研究科・地球環境科学 geoscience, heavy user of SPring-8, PF



プロジェクトの目的

Our group aspires to become a core organization of a responsible research and education for conducting basic sciences using synchrotron (SR) facilities in Kumamoto University.

- To exchange information about SR and related studies for basic sciences including physics, chemistry, biology, and geology.
- To solve common problems intrinsic to the SR facilities
- To build a new Kumamoto University Soft X-ray Synchrotron Radiation Beamline at the Saga Light Source (Saga-LS).
- To develop the SR application into other research fields.



成果

- 研究活動
 - 29 original papers in international scientific journals having good impact factors including *Nature Communications* and *Physical Review Letters*.
 - 4 Japanese review articles.
 - 13 international conference proceedings papers. 50% of these papers were including foreign co-authors.
- 開催した国際会議
 - 2 international symposiums including 4 foreign speakers
 - 1 domestic workshop.
 - 16 May 2014: Young scientists' day

プレスリリース / 2014年4月22日

X-Ray fluorescence holography

結晶構造分析に新手法

高精密度材料開発に応用も

【本報ニュース】
 4月22日(木)19時-20時
 講演者: 佐藤 隆夫 (熊本大学)
 講演題目: X線蛍光ホログラフィーによる結晶構造解析
 講演場所: 熊本大学 工学部 工学実習室
 主催: 熊本大学 工学部 工学実習室
 共催: 熊本大学 工学部 工学実習室

【本報の中心】
 ●電子顕微鏡を用いた原子レベルの構造解析
 ●X線ホログラフィーによる結晶構造解析
 ●X線ホログラフィーによる結晶構造解析

New method to resolve micro-structures (atomic resolution) nearby certain atoms (Nb, Pb).

1st International Symposium on Kumamoto Synchrotron Radiation (ISKSR1):

Reverse Monte Carlo modeling for non-crystalline and distorted crystalline materials

25 October 2013 (Fri) 10:00 - 16:10
 C329 Lecture Room, Faculty of Science

Scope
 Reverse Monte Carlo (RMC) modeling was originally designed as a very useful technique to investigate crystal structures of multi-component non-crystalline materials from experimental diffraction data of x-rays and neutrons without any additional information and three-dimensional atomic configurations can be obtained as one of plausible models. Possibilities of expansion to include x-ray absorption fine structure data and some theoretical simulation results to improve the atomic configurations in some realistic manner. Also, it was found that the RMC is applicable to distorted crystalline materials.

Invited Speakers
 Prof. László Pusztai (Eötvös University of Hungary)
 "Reverse Monte Carlo modeling of multi-component systems when the measurable information is not enough"
 Dr. Shoji Sakata (ASRI/JRRC)
 "Atomic and electronic structure of oxide glasses revealed by a combination of reverse Monte Carlo method and DFT calculation"
 Prof. Alexander Steil (Erichshon School of Integrated Arts and Sciences, Hanover, Germany)
 "Mobile and long-range orders in liquid metals and alloys extracted by reverse Monte Carlo modeling"
 Dr. Satoru Okamura (Department of Physics, Kyushu University) TBA

Supported by Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University

The Kumamoto International Symposium on Recent Advancements of Physics and Mineralogy VI

Joint symposium with "The Fifth Meeting of Research Consortium on High-pressure Research"

20 Jan, 2014 @ The 100th Anniversary Hall

- Dr. Catherine McCammon (Bayerisches Geoinstitut, Universitaet Bayreuth)
- Prof. Takehiko Yagi (Geodynamics Research Center, Ehime University)
- Dr. Matteo Masotta (Bayerisches Geoinstitut, Universitaet Bayreuth)
- Prof. Tsutomu Mashimo (Kumamoto University)
- Prof. Nobuaki KAWAI (Kumamoto University)
- Prof. Massimo Nespolo (Université de Lorraine)
- Prof. Akira Yoshiasa (Kumamoto University)
- Prof. Masaru Aniya (Kumamoto University)
- Prof. Ichiro Akai (Kumamoto University)
- Prof. Fuyuki Shimojo (Kumamoto University)
- Prof. Tadao Nishiyama (Kumamoto Univ.)

Domestic Workshop

新学術領域研究「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」公募説明会・熊本大学自然科学研究科「放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点」合同討論会

18 Oct., 2013 at Faculty of Science, C329

- Program
- 1. 趣旨説明・光物性におけるスパースモデリングの可能性? I. Akai
- 2. SPring-8, ESRF, PFにおけるノイズとの戦い S. Hosokawa
- 3. 時間分解光電子分光法を用いた半導体表面における光起電力効果の研究, J. Azuma, シンクロトロン光応用研究センター, Saga University
- 4. 時間分割X線光電子分光スペクトルへのバイズのアプローチ・新学術領域「疎性モデリング」公募研究募集についての説明 M. Okada (Project Leader), 新領域創成科学研究科, Univ. of Tokyo

2nd International Symposium on Kumamoto Synchrotron Radiation (ISKSR1):

Young Scientists' day

16 May 2014 (Fri) 9:00 - 15:00
 C226 Lecture Room, Faculty of Science, Kumamoto University

Scope
 We are planning to build a synchrotron radiation source (Kumamoto University Macro-Buncher, Name: Free-Time-Bunched Beamline, KUMACMB-FTB) at Saga Light Source in Tsu, Saga Prefecture, Japan. For this project, we were intensely supported by Graduate School of Science and Technology, Kumamoto University, as one of Scientific Core projects (Scientific and Educational Core of Fundamental Science Using Synchrotron Radiation) in the last fiscal year. This symposium is the second international scientific meeting.

Speakers
 Mr. Tetsu Shimizu (Hokkaido University of Science, Sapporo)
 "Order or disorder: Exploring amorphous structures with synchrotron x-ray scattering"
 Dr. Shuji Tabata (Department of Physics, University of Tsukuba)
 "Directly intermediate-range ordering of carbon in natural BCC AgPd and anomalous penetration effects"
 Dr. Satoru Okamura (Faculty of Engineering, Institute of Materials and Chemical Process, Kyushu University)
 "In situ molecular dynamics study of ultra-high pressure structure of liquid oxygen: From city to sky"
 Mr. Shoji Sakata (Department of Physics, Kyushu University)
 "Yttrium in liquid state under high pressure: An inelastic x-ray scattering study etc."

Supported by Core A Program of Kumamoto University

Saga-LSへ真空封止アンジュレーターへの導入

● 1.4 GeV, 300 mA,
 ○ Ring dia. ~24m
 ○ Emittance: 25 nm·rad
 ○ Pulse: width ~10 ps, repetition ~1 ns

電子線加速器
 Electrode line
 電子蓄積リング
 Electron storage ring
 実験ホール
 Experiment hall

● 真空封止undulatorにより、軟X線領域の高エネルギー側への拡張を目指す。

Spectra of synchrotron radiation at the Saga-LS

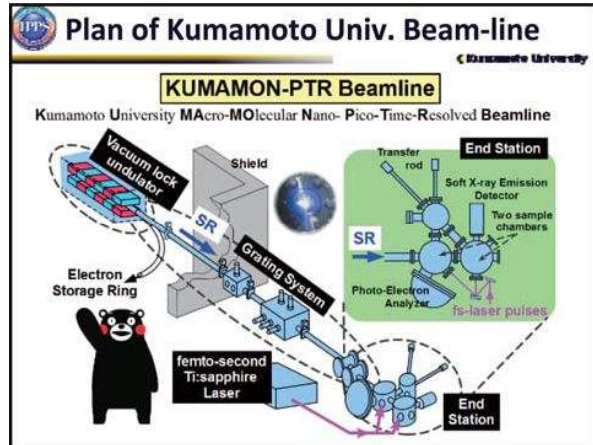
UV VUV Soft X-ray X-ray

Soft X-ray

In our BL plan, a vacuum lock undulator will be installed in SAGA-LS for the first time to be specialized on organic material and life-science researches.

- Characteristic x-ray fluorescence ($K\alpha$)
 - Heavy elements: x-ray region (> 1 keV)
 - > Fe ~ 6.39 keV, Cu ~ 8.04 keV, Mo ~ 17.44 keV,
 - Light elements: B, C, N, O, P, Soft x-ray region (≤ 1 keV)
 - > B ~ 0.18 keV, C ~ 0.28 keV, N ~ 0.39 keV, O ~ 0.53 keV, P ~ 2.01 keV,

Precise analyses of nano-materials, macro-molecules, soft-matters, environmental-materials, ... will become available in our BL.



まとめ

- 放射光を利用した基礎科学の研究・教育拠点
 - メンバー、目的
 - 成果
 - > 研究活動
 - ✓ プレスリリース
 - > 開催したシンポジウム等
- 佐賀LSにおける熊大BLの計画
 - 真空封止undulatorの導入
 - 熊本大学の強みである生命科学・薬学・自然科学分野で、新たな放射光を用いた研究の活性化を実現する