

平成 29 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」

調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

大強度光・量子ビームの産業化と新たな学術利用に向けた技術および国際動向調査研究

【整理番号】

TK-17-014

【代表機関】

高エネルギー加速器研究機構

【調査研究代表者（氏名、連絡先 TEL & Mail）】

河田 洋、029-879-6193、hiroshi.kawata@kek.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

東京大学：松田巖

産総研：清紀弘

【TIA 外連携機関】

EUV-FEL 光源産業化研究会

【報告書作成者】

河田 洋

【報告書作成年月日】

2018 年 3 月 14 日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

昨年度、未来社会創造事業（JST）のテーマ提案があり、そこに本かけはし連携のベースとなるテーマ提案を行った。残念ながらそのテーマ提案に合致する公募テーマは無かったが、将来に向けての活動を進めてきている。

本年度の「大強度光・量子ビームの産業化と新たな学術利用に向けた技術および国際動向調査研究」の活動は主に、1）競争的資金獲得に向けた活動、2）半導体業界におけるグローバルなコンセンサス形成、3）関連する会議およびワークショップの開催の3点である。この中で、本調査研究費は、主に3）のワークショップ開催に充当した。

1）競争的資金獲得に向けた活動

国内有識者の理解を得るための活動として、東京大学、産総研、筑波大学医学部、文科省量研室の主だった方々を訪問し、大強度光・量子ビームの産業化に関する開発計画の理解を頂く活動を行った。

2）EUV-FEL に関する半導体業界のグローバルコンセンサス形成

世界の半導体リソグラフィ露光装置メーカーへの働きかけと、種々の EUV リソグラフィ関係のワークショップおよび国際会議に参加し、開発計画の発表と関連企業・研究機関との議論を行い、我々の技術と開発計画の浸透を図った。

参加会議：EUVL Workshop（バークレー）、ERL Workshop（CERN）、NGL ワークショップ（東京）、EUVL Symposium（モントレール）、応物・NGL 技術研究会の定例会（東京）、TIA 光・量子計測シンポジウム

3）関連する会議およびワークショップの開催

- 第2回 EUV-FEL ワークショップの開催（東京）（この開催費を本調査研究費から充当した）
- 第6回 EUV-FEL 光源産業化研究会全体会議と施設見学会の開催（KEK）

- 第7回 EUV-FEL 光源産業化研究会全体会議の開催（東京）

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

ここでは、第2回 EUV-FEL ワークショップの内容に関して報告する。

本ワークショップは、12月12日に東京の中央大学・駿河台記念館にて開催した。102名の参加者を頂き、そのうち約70%が企業関係者であり、この分野の動向に関して業界として関心が高いことを覗えた。

午前中は招待講演のセッションで、ASML社のMichael Lercel氏から“EUV industrialization for HVM and future outlook”のタイトルでEUVリソグラフィの20年間にわたる開発の結果、正に今、量産化への扉が開かれようとしていることが紹介された。続いて、理研の石川哲也センター長から「SACLAでのX線レーザープラズマ増幅実験とEUV-FELへの応用可能性」の題目で、SACLAの現状の紹介、特にEUV領域のFELが稼働を開始したことを含めて紹介を頂いた後、最近X線領域のFELで見つかったレーザープラズマ増幅実験の結果を紹介され、同様な方式でEUV-FELの発生の可能性が紹介された。最後の招待講演はQSTの錦野将元グループリーダーから「EUV微細加工技術に向けたSXFELと物質・材料の相互作用に関する研究」の題目で、QSTのEUV領域のレーザーやSACLAのEUV領域でのFELを用いて、EUVリソグラフィに必要な光学素子やレジスト等の照射実験結果を紹介した。材料のアブレーションの閾値は、単位面積当たりの1ショットの照射パワーだけで定まり、尖頭値には依存しないという実験結果から、EUV-FEL光で心配されていた光学素子ダメージが大きな問題にならないことが予想された。これは本ワークショップでの大きな成果である。

午後は一般講演の形で、KEKの中村典雄氏から「半導体リソグラフィのためのEUV-FEL光源」の題目で、この一年間のアップデートされた開発検討結果の講演、KEKの古屋貴章氏からは「加速器技術—超伝導高周波空洞」の題目で、「なぜ超伝導空洞が必要なのか？」という半導体業界の方々からの疑問に答える講演を頂いた。続いて東大物性研の平田靖透氏から「FELが明らかにする固体のEUV領域における非線形光学応答」の題目で、現在SACLA等のEUV領域のFELで展開されている物質の非線形光学応答の実験結果を紹介頂き、将来のFEL光の学術応用の展望を頂いた。加速器産業界から三菱重工機械システム社の原博史氏、及び東芝エネルギーシステムズ社の平田寛氏から、それぞれ「三菱重工機械システムにおける超伝導加速器への取り組み」、「東芝における加速器の技術展望」の題目で、加速器産業界の取り組みをご紹介頂いた。最後にKEKの河田から「総合議論—開発計画概要と議論—」のセッションという形で、今後の開発計画に関する議論を行った。会議終了後も会場には多くの聴衆が残り、活発な議論が行われて、有意義な会議であった。また、本ワークショップで理研およびQSTの方々へと連携の輪を広げることが出来た。

【今後の活動予定】

今年度活動し検討した開発計画の第1段階（ERL-FELのPOC実証）の実現する競争的資金の獲得を目指す。また、FEL光の利用技術開発を目指した新たな連携や第2段階に向けた活動を推進する。当然のことながら、上記の実現のためには弛まぬ関連業界への働きかけを行っていく。

以上