

(2020年度) ちゅうでん教育振興助成

高等専門学校部の部 (2021年度助成)

報告書資料 No - 03

学校名	茨城工業高等専門学校
活動・研究のテーマ	加速器製作を通じた地域連携工学教育のモデルケース樹立

〈活動・研究の意義および活動報告〉

1. 活動・研究の意義

高エネルギー加速器研究機構などと協力して、2020年度より茨城工業高等専門学校にて「茨城高専で加速器を作っちゃおう」プロジェクトを開始し、説明会および3回のセミナーを行い、加速器概要やどのような活動をするのかを紹介してきた。そして、2021年4月には活動希望学生を募り、学生団体 A-Lab (Accelerator Laboratory) を結成、加速器製作活動を進めてきた。本活動では工学教育・チームワーク形成・キャリア教育の3点をねらいとしている。

(1) 工学教育：力学・電磁気学・加工工学・制御工学・真空・熱力学などの高専生の学ぶ幅広い工学技術が集約された加速器を製作することで、学生が自らの手を動かして実践の中で工学をより深く学ぶことを目的とする。

(2) チームワーク形成：本校には機械・制御系、電気・電子系、情報系、化学・生物・環境系の4つの系がある。異なる専門科目を学ぶ学生たちが集まり、自らの得意分野を活かし、足りない部分をお互いに補いながら、チームで取り組むことでチームワークが養われる。

(3) キャリア教育：加速器は基礎科学・応用科学から産業・医療といった広い分野にまで応用されている。加速器を学ぶことで、そのような幅広い分野に対しても興味を持ち、今後の進学や就職を考えるきっかけとなるキャリア教育の一面を期待する。

2. 活動報告

古典的サイクロトロン原理、シミュレーションコードを用いての電磁場分布の確認方法を学習したのち、6月中旬頃から各5~6名ずつのチームA、Bに分かれ、それぞれ古典的サイクロトロンを基にした小型サイクロトロンの設計を進めた(図1)。新型コロナウイルス感染症の影響により校内で集合した活動ができない時期があったが、オンラインを活用し学生らのみで議論を進めながら、週1回程度での活動を継続してきた。学生たちは電磁石の寸法を計測し、磁場強度を測定後、真空チェンバー、Dee電極の設計案を議論、Solid EdgeなどのCADソフトを駆使して図面に起こし電磁石とチェンバーの干渉をなくしつつ、加工性を考慮して、チェンバー形状を工夫していた。

チームAは使用する電磁石のヨークに6本のポートが干渉しないことを意識しつつ、加工工程を減らすため、チェンバーの外径を点対称にした。チームBは工程の削減を意識して、長方形の部材の角を切断する形にチェンバー形状を単純化した。さらに、電磁石に設置する際、電磁石ヨークに面する八角形の辺の長さをヨークの幅と等しくなるよう設計し、位置調節の基準を作った。チームBの図面の一部(組立図)を図2に示す。

A-Labの取り組みについて、KEK一般公開(2021年9月5日、オンライン)の「AxeLatoon~学校で加速器を作っちゃおう!」セッションに、A-Lab代表学生が出演し紹介した。また、Maker Faire Tokyo 2021(2021年10月2日、オンライン)においても、「A-Labの加速器製作」について、A-Labの学生3名が5分間のミニプレゼンテーションを行った。



図1 活動風景

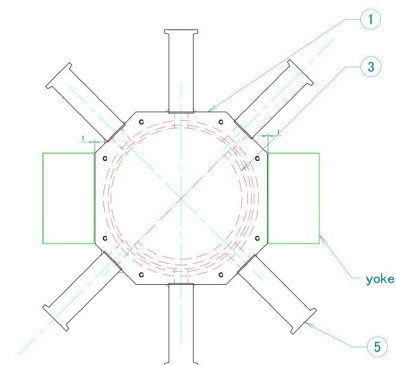
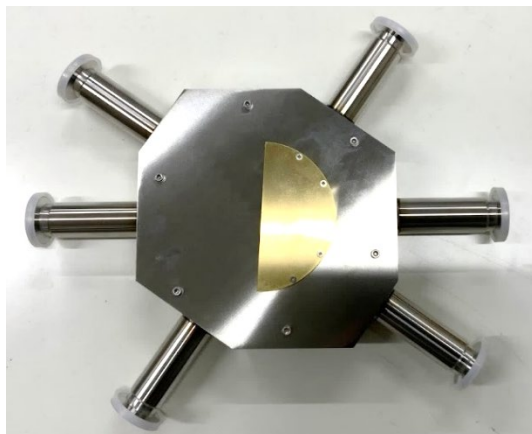


図2 チームB組立図(①チェンバー③Dee電極⑤ロングポート)

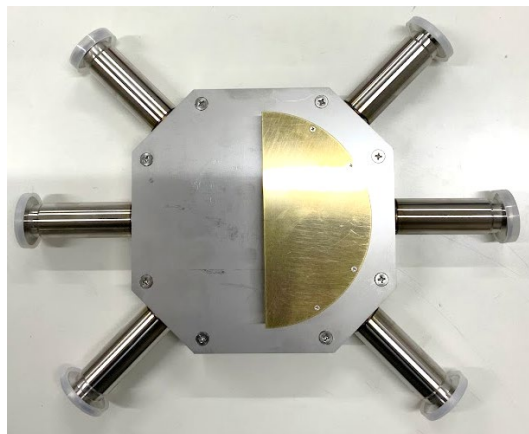
設計終盤には、株式会社菊池精器製作所にご協力いただき、学生たちが設計内容についてプレゼンし、直接フィードバックいただく場を設けた。企業側からは本校の卒業生が参加してくださり、設計図面に関するアドバイスを受けた。学生からは「加工する上では、単に寸法や形状を決定するだけでなく交差・表面性状なども考えないといけないことを学べた。」と好感触であった。実際に高専で学んでいる内容が、企業でどのように生かされているのか実感したことで、将来像を具体的に描く助けとなり、狙いであったキャリア教育の一面としての成果も得られた。

ここまでの活動については、電気学会茨城支所研究発表会（2021年12月11日、オンライン）にて、「サイクロトロン加速器設計を通じた工学的理解の向上」について口頭発表した。

今年度は実習工場の改修工事により、学生による加工ができないこともあり、株式会社菊池精器製作所に製造を依頼した。完成した真空チェンバーおよび Dee 電極の写真を図 3 に示す。



(a) チーム A



(b) チーム B

図 3 完成した真空チェンバーおよび Dee 電極（ステンレス製の真空チェンバー上に真鍮製半月状の Dee 電極を載せ撮影。）

完成した真空チェンバーを電磁石内に設置し、確かに電磁石と干渉しないことを確認した（図 4）。さらに、真空チャンバーの真空試験を行い、 9×10^{-4} Pa 程度まで問題なく真空引きできることを確認した。今後、高周波源まわりを整備し、フィラメントや電極ポートなどを製作し、完成を目指していきたい。

本活動に参加した学生からは、「授業では形状・寸法の決まった製品の製図を行うことはあったが、形状・寸法を決める作業から開始し、図面に起こすという作業はほぼ初めての経験であり、設計することの難しさを実感した」と得られたものがあつたことが伺える。

将来的には全国にある加速器関連施設と連携し、活動を全国高専に広げていく構想であり、すでに小山高専にて活動が開始され、徐々に他高専へと活動が展開されつつある。

3. 論文・学会発表・研究会発表など

- 1) 「サイクロトロン加速器設計を通じた工学的理解の向上」電気学会茨城支所研究発表会(2021年12月11日)
- 2) “Engineering Education Initiative by Making an Accelerator with Collaborating Nearby Laboratories”, ISATE2021(2021年8月20日)
- 3) 「高専における加速器製作活動～AxeLatoon～」第18回日本加速器学会年会（2021年8月9日）
- 4) 「高専における加速器製作活動“AxeLatoon”」ビーム物理研究会若手の会企画研究会（2021年5月19日）

4. 謝辞

本活動は 2020 年度ちゅうでん教育振興助成および令和 3 年度 KEK 加速器科学総合育成事業の助成を受けた。ここに感謝の意を表す。

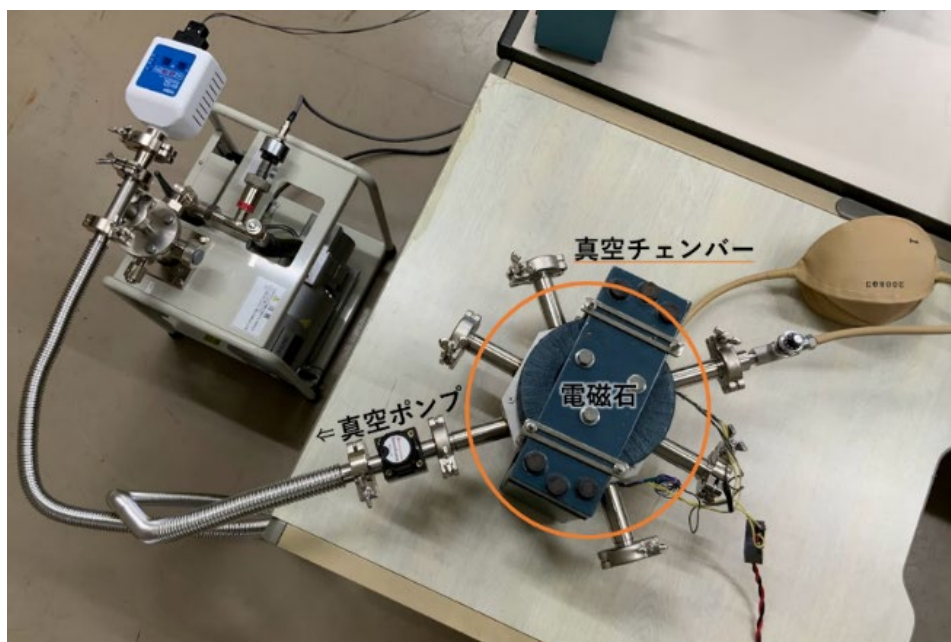


図 4 チーム B の真空チェンバーを電磁石内に設置した様子