

加速器・ビーム科学部会セッション

国際リニアコライダ（ILC）と超伝導加速器

Symposium of International Linear Collider and Superconducting Accelerator Technology

超伝導加速器の応用と企業の関わり

Application of superconducting cavity technology and contribution as an industry

*大久保光一¹、仙入克也¹、柳澤 剛¹、沖平和則¹、原 博史¹、池田直昭¹、松岡雅則²¹三菱重工メカトロシステムズ株式会社、²三菱重工株式会社

超伝導加速器は、1990 年前後に高エネルギー加速器研究機構 TRISTAN 計画における高エネルギー物理実験用加速器として初の営業運転が開始され、その後 KEKB 計画でも蓄積リングの加速空洞やクラブ空洞として活用されてきた。近年、海外では European XFEL や台湾放射光施設 TPS など、超伝導加速器の適用は増加してきている。三菱重工、三菱重工メカトロシステムズ（以下、「三菱重工グループ」と略す）は、高エネルギー加速器研究機構殿のご指導を仰ぎながら、超伝導加速器の主要部である超伝導加速空洞の製造技術開発を長年にわたり取り組んできており、またここ 10 年は超伝導加速器による国際リニアコライダー計画（以下、「ILC 計画」と略す）の開発に参画すると共に、その計画実現に向けた産・官・学連携での活動にも協力をしてきている。

今回の報告では、まず三菱重工グループがこれまでに取り組んできた超伝導加速空洞の開発事例として、TRISTAN 計画加速空洞、KEKB 計画でのクラブ空洞や ILC 計画と技術、仕様が比較的近いコンパクト ERL 用の入射・加速空洞を紹介する。これら過去に開発されてきた超伝導加速空洞は、多いものでも TRISTAN 計画の 5 連空洞が 40 台そこそこ（含む、予備機）の製造台数であったが、一方 ILC 計画で予定されている超伝導加速空洞の製造総数は、約 18,000 台である。超伝導加速空洞は、欧州、北米、アジアの 3 極で分担して製造することが計画されており、日本では全体の 1/3 の最大約 6,000 台の超伝導加速空洞を、加速電界 31.5MeV/m 以上かつ $Q_0=1 \times 10^{10}$ 以上という仕様を満たしながら、安定した品質の下、約 5 年間で製造を行わなくてはならない。そのために企業として、高い品質を維持した量産技術の開発が求められる。三菱重工グループでは、超伝導加速空洞の製造工程で比較的工数がかかりかつ空洞の性能を左右すると考えられている空洞赤道部の電子ビーム溶接プロセスの合理化検討や高度成形技術による溶接線本数低減などの製造技術開発に取り組んできている。今回は、ILC 計画向けに開発が進められている超伝導加速空洞の製造方案を紹介すると共に、上記に述べた製造技術開発の概要や成果について報告する。

次に超伝導加速器の開発を通じて、その成果を企業がどのように応用しているかについて論じる。超伝導加速器そのものを製品、とりわけ民生産業用に適用するには、まだ少し時間を要すると思われるが、超伝導加速器を構成する要素技術は、設計、製造・組立、検査のそれぞれの分野で多岐にわたり、その要素技術は企業の様々な製品に適用されている。またその多くの要素技術を習得した人材は企業として貴重な戦力となっており、その意義や開発成果を通じた研究機関と企業の関係のありかたについて一考する。

国内では先端加速器に対する国民理解の促進及び加速器技術の産業利用促進を行い、基礎科学分野の開拓、世界規模の課題解決貢献を目的とした、「一般社団法人 先端加速器科学技術推進協議会」が 2008 年に発足、国内企業 112 社、大学・研究機関 42 機関が参画している。その活動のひとつとして、ILC 計画実現の取り組みが行われており、三菱重工グループとしてもその活動に協力をしてきているので、最後にその紹介を行う。

*Koichi Okubo¹, Katsuya Sennyu¹, Takeshi Yanagisawa¹, Kazunori Okihira¹, Hiroshi Hara¹, Naoaki Ikeda¹, and Masanori Matsuokai²

¹Mitsubishi Heavy Industries Mechatronics Systems, LTD, ²Mitsubishi Heavy Industries, LTD.