

## 巻頭言

## 企業における研究開発の醍醐味

日立製作所 研究開発グループ 技術顧問 平本和夫



筆者は電気系教室の学部を1976年に卒業、1978年に修士課程を修了し、当初、博士課程に進むことを考えたが迷いながら民間企業に就職、およそ40年間いろいろな分野の研究開発に携わり“世の中を変える面白い技術を創り出す”夢を追い求めてきた。この間、数々の失敗や苦労を経験したが、一方、いくつかワクワクする楽しさを体験し、醍醐味を味わった。今回、技術情報誌「cue」の巻頭言を記す機会を頂き、何を記せばお役にたてるか大いに悩んだが、これから研究開発に進もうとする学生さん方に向け、“世の中を変える面白い技術を作り出す”楽しさを何とかお伝えできればと思い、長年の筆者の経験を紹介させて頂くことにした。

筆者は、1978年に就職する時、研究所で核融合実験装置の研究開発を行うことを希望した。その結果、希望どおりに研究所に配属になったが、希望からはずれた原子炉炉心の設計研究に従事することを命じられ、大いに落胆した。筆者は、原子炉炉心についてまったくの素人で、なかなか戦力になれなかった。しかし、上司や先輩から細やかな指導を受け、教わった研究開発に取り組む姿勢、論文や特許の執筆方法等は筆者が研究者として成長するための貴重な礎になった。

原子炉研究に携わって8年が過ぎたころ、LSIリソグラフィーにシンクロトロン放射光を使う工業用加速器の開発プロジェクトがスタートした。大学在学中にプラズマ波動や荷電粒子の振る舞いなどを学んだ筆者にとって興味をそそる開発テーマであり、だめだろうと思いつつ、新規プロジェクトに加わりたいと異動を強く希望した結果、上司は聞き入れてくれた。この時以来、研究開発業務に関して希望、主張をぶつけていけば大いになえられると思うようになった。原子炉研究の時と同様、筆者に加速器そのものに関する知識は無かったが、異動を希望した手前、何とか早く戦力になりたいと思い、懸命に勉強した。目標であった工業用加速器は、技術的にハードルが非常に高いものであったが、加速器開発そのものは成功し、加速器の分野では社外から高い評価をいただいた。しかし、LSIリソグラフィーへの適用という面では、従来から有力な技術であったレーザ他を使う技術に比べて飛躍的な性能を得ることができず、製品・実用化は失敗に終わった。

1990年近くになり、1946年に物理学者Wilson博士が提案した陽子線がん治療が米国の大学病院で始まった。Wilson博士の提案は、高エネルギーに加速した粒子線をがんに向けて照射すると損傷をがん集中させることができる治療で、体にやさしく、高い治療効果が期待できる魅力的な技術である。国内では、米国に数年遅れたが、炭素線を使うがん治療装置開発の国家プロジェクトが始まり、国内電機メーカーもこのプロジェクトに参画し、筆者は加速器の基本設計を担当した。筆者は、体に優しい治療が必要な高齢者や子供の患者さんから、粒子線がん治療への期待が高まっていくと考え、治療装置の製品化を社内で繰り返し提案し、漸くそのための開発をスタートさせることができた。

粒子線がん治療装置では、加速した粒子線を加速器から取り出して治療室へ輸送し、治療室の照射装置から治療台に固定された患者さんのがんに向けて照射する。開発を始めた当初は、加速器に物理研究用の技術をそのまま使うことを考えたが、出射する粒子線の位置安定性や再現性、出射、停止の高速切

り替えに課題があり、粒子線の持つ物理的特長を活かしきれないと考え、解決策を模索した。繰り返し考えて1年以上すぎて漸く高周波を使う粒子線出射方法を着想し、多数の課題を解決できた。ほかにもいくつか解決すべき課題があり、製品化におよそ6年を要し、陽子線治療装置の製品1号機の稼働は2000年になった。特に、初めての患者さんの治療が行われた日、安全に治療照射が終わった知らせを聞いた時に開発チームで分かち合った嬉しさは忘れられない。また、開発した前述の高周波を使う粒子線出射技術は、その後、粒子線治療用シンクロトン加速器のほぼ全てで用いられるようになった。

粒子線を患者さんに照射する方法については、基礎研究の時代からスキヤニング照射法が理想に近いと考えられていたが、粒子線制御の面で実現困難と考えられ、1990年の米国での治療開始以後、散乱体照射法と呼ばれる方法が用いられていた。2000年になり、米国の著名ながんセンターがスキヤニング照射法を用いる陽子線治療装置の開発を計画し、計画への応募を呼びかけて来た。筆者らは、開発した前述の粒子線の出射技術を用いれば、スキヤニング照射法を実現できると考えて計画に応募すると、ベルギーの競合メーカーも応募し、激しい競争の結果、筆者らの提案が採用された。スキヤニング照射法の実現までさまざまな苦労を経験したが、結局、2008年にスキヤニング照射法による陽子線治療が始まり、それ以後、開発された世界の粒子線がん治療装置は、ほぼすべてスキヤニング照射法を用いるようになった。

スキヤニング照射法は実現したが、呼吸で動く臓器の治療では、所望の照射量分布を得ることが困難になる課題が残っていた。その解決に向け、2009年に始まった最先端研究開発支援プログラム FIRSTで北海道大学で開発された動く臓器の位置を追跡する動体追跡技術とスキヤニング照射法を組み合わせる動体追跡スキヤニング照射技術の開発が採択された。この開発では、動体追跡技術とスキヤニング照射を単に組み合わせただけでは、治療時間が大幅に増えてしまう課題があったが、北海道大学と緊密に連携して解決策を見出し、呼吸で動くがんについてもスキヤニング照射を用いることができるようになった。このように治療技術を向上させてきた結果、開発した技術は、世界の先端がんセンター28施設（うち国内17施設）の治療装置で全部で50000人を超える患者さんの治療に適用されてきた。

以上のように、筆者は、原子炉、工業用加速器そして粒子線がん治療装置などさまざまな分野の研究開発に携わり、“世の中を変える面白い技術を創り出す”夢を追い求め、失敗、苦労を経験する中で研究開発の醍醐味を満喫できた。そのうえ、令和元年には、技術者冥利につきる紫綬褒章を頂き、望外の喜びを感じることができた。

本稿が、これから研究開発に進もうと考えている学生の皆さんの参考になり、“世の中を変える面白い技術を創り出す”きっかけ（cue）となることを願う次第である。