

会社名
**国立研究開発法人理化学研究所
 仁科加速器科学研究センター**

所在地
 〒351-0198 埼玉県和光市

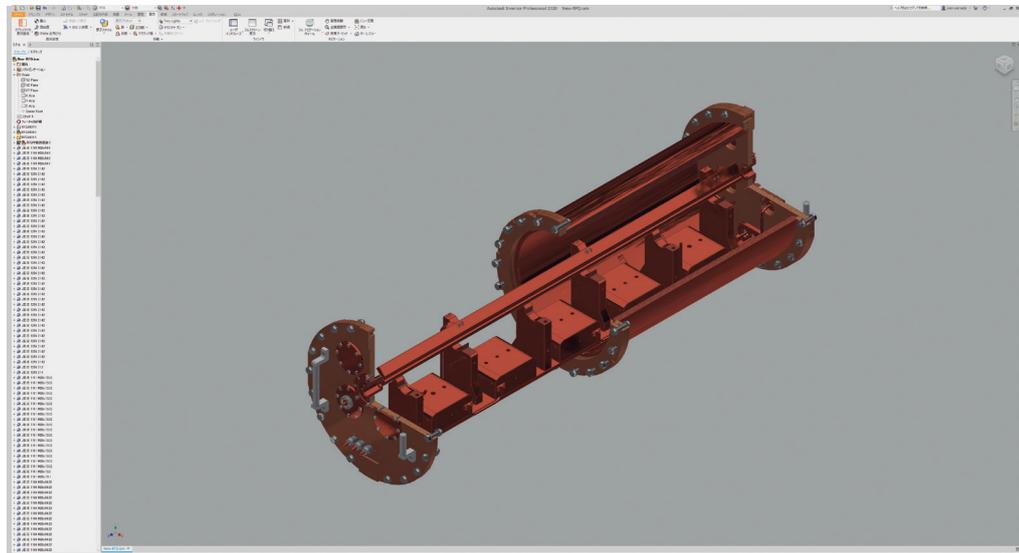
ソフトウェア
Autodesk Inventor®

世界有数の重イオン加速器に必要な 周辺装置・部品の設計開発に 「Autodesk Inventor」が貢献

3D CADへの移行を含む設計ツールの刷新で 設計・開発にかかる業務負荷とコストを削減

Autodesk Inventorの導入により、加速器の部品設計にかかる時間と手間が効率化され、コストが削減されるという効果が得られました

— 山田 一成 氏
 国立研究開発法人理化学研究所
 仁科加速器科学研究センター
 加速器基盤研究部 運転技術チーム 専任技師



国立研究開発法人理化学研究所 仁科加速器科学研究センターは、元素の基礎科学と技術開発を目的に設立された研究組織だ。同センターが運営する大型加速器施設「RIビームファクトリー（RIBF）」には世界有数の重イオン加速器や各種実験装置が設置され、それらを活用したさまざまな研究が進められている。そんな加速器の周辺装置・部品を設計・開発する業務に使われているのが、オートデスクの3D CAD「Inventor」だ。

元素の謎を解明するための 世界有数の重イオン加速器を設置

理化学研究所 仁科加速器科学研究センターは、元素に関連する基礎科学と技術開発の推進を目的に、2006年4月に開設された研究組織である。元素を構成する原子核と素粒子の実体の究明、元素誕生の謎の解明、新しい産業利用の開拓をミッションとして、さまざまな研究に取り組んでいる。センター名の由来は、1937年に日本初（世界で二番目）のサイクロトロン（イオンを高周波電圧で加速する装置）を開発した理化学研究所の仁科芳雄に因んだものだ。

同センターの研究を支える重要な役割を果たしているのが「RIビームファクトリー（RIBF）」という施設である。同研究センターの建物の地下にあるRIBFには、自然界には存在しない不安定な原子核を発生させ、それらの性質を調べる大型加速器がある。

この加速器は世界的にも珍しい多段式構造であり、

4基のリングサイクロトロンとRI（ラジオアイソトープ：放射性同位体）ビーム生成分離装置によって水素からウランまでの全元素について、約4,000種類の不安定原子核を世界最大強度で発生させるという。2016年にはRIBFで生成された113番元素が、アジアで初めての新元素「ニホニウム」として認定されるという成果を上げている。

現在は加速器のさらなる大強度化・高度化が進められており、未報告の119番、120番元素の合成を目指す挑戦も続けられている。この加速器の大強度化・高度化は、次世代の放射性医薬品として癌の治療・診断領域で用いられる有用なRIを大量に製造できる可能性があるなど、産業界向け応用研究への貢献も期待されている。

加速器の部品の内製開発を 3D CAD化で効率化することを検討

このような加速器の大強度化・高度化に向けた改良を日々担当しているのが、仁科加速器科学研究センター 加速器基盤研究部 運転技術チーム 専任技師の山田一成氏だ。

加速器を構成する電磁石や加速空洞、電圧発生装置といった大型機器の詳細設計は、専門のメーカーに委託しているが、基となるビームダイナミクスの計算、加速空洞の形状や装置をつなぐビームライン、装置全体の配置、診断装置などの設計は山田氏が所属する運転技術チーム等の加速器基盤研究部内



国立研究開発法人理化学研究所
 仁科加速器科学研究センター
 加速器基盤研究部 運転技術チーム
 専任技師
 山田 一成 氏

さらなる大強度化・高度化に向けた 加速器の開発に貢献していく

で行っている。山田氏は自身の役割を次のように説明する。

「加速器の設計・運用の中で、特に私が担当しているのは、加速器を構成する各種コンポーネントの改良です。かつては設計の段階からメーカーに外注することも多かったのですが、2006年に仁科加速器科学研究センターが設置されてからはできるだけ内製化し、自分でCADソフトウェアを使って設計しています」

山田氏は当初、オートデスクの汎用CADソフトウェア「Autodesk AutoCAD」を使って2Dの図面を書いていたという。しかし、各種部品を組み合わせでつくり上げる加速器の設計は、最適な形状の部品ができて上がるまでに試行錯誤が必要になる。

「従来の設計では、実際に組み上げてからでなければ干渉している部分が確認できないこともあり、部品が完成するまでに時間とコストがかかることが課題でした。そこで3D CADソフトウェアを導入し、モデルをつくりながら設計するという方法に変えようと考えました」（山田氏）

山田氏はまず、これまで利用してきたAutoCADの3D機能を使うことも検討した。だが、AutoCADの3D機能は、操作を習得するのが大変そうだと導入をためらったそう。そこで複数の3D CADソフトウェアを導入候補に挙げ、比較検討することにした。そうした矢先にセンターの同僚技術者から紹介されたのが、オートデスクの3D CADソフトウェア「Autodesk Inventor®（以下、Inventor）」だった。



RIビームファクトリーの中でも最大のビーム強度を誇る超伝導リングサイクロトロン「SRC」

同僚の技術者が利用していたInventorはネットワークライセンスで導入されていたため、山田氏はまずはそのライセンスを利用する形で導入してみることとなった。その当時について山田氏はこう振り返る。

「最初は、京都大学から譲り受けた加速器のコンポーネントを改造するための部品設計にInventorを利用しました。実際に使ってみたところ、モデルをつかって確認しながら最適な形状の部品を容易に設計することができました。難しい操作を習得する必要はなく、AutoCADで作成した既存のファイルもそのまま使えます。解析シミュレーションソフトウェアとの相性が良かったこともあり、そのままInventorを導入することに決めました」

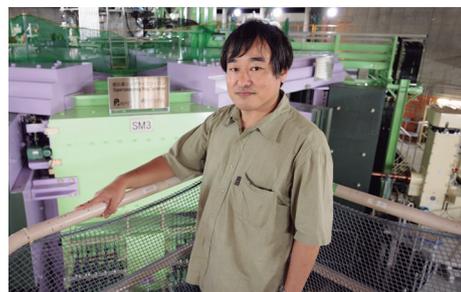
2D CAD利用時よりも 作業負荷はおおよそ4分の1程度に

山田氏のチームがInventorのライセンスを別に契約したのは2013年のことだ。初期導入時の環境設定や習得には時間がかかるかと心配していたものの、結果的にはスムーズに導入できたという。

「私たちの業務は、大勢の人たちが設計作業を分担するような現場とは違い、設計図面の作成から3Dモデリング、外部メーカーへの製造発注、完成した部品の取り付けまで、すべての工程を一人で担当しなければなりません。そのため、ソフトウェアの使い方も一通り身につける必要がありますが、Inventorはチュートリアルに従って進めていくだけで難しく使えるようになりました。現在は設計図面を書いて3Dモデルを作成し、プラグイン経由で接続した外部シミュレーションソフトウェアによる解析計算などは、基本的にInventor上で行っています」（山田氏）

山田氏によると、Inventorを使って開発する部品は年間100～200点にも及ぶとのことだ。実際にInventorを導入してからは、部品の設計からモデル作成にかかる時間と手間が効率化されると山田氏は語る

「2D CADソフトウェアを使用していた当時と比べ



加速器に用いられる改良部品の設計を山田氏が担っている

ると、作業負荷はおおよそ4分の1程度になったと実感しています。何よりも図面が完成するまでの時間が大幅に短縮され、かつては数日かかっていたものが1日以内に終わります。設計した部品を製造したあとに手直しが必要となることもなくなり、加速器の改良をタイムリーに行うことができるようになりました。このように設計にかかる時間と手間が効率化され、コストが削減できたことでより多くの部品の改良に取り組んでいます」（山田氏）

さらなる新発見や応用研究に向けた 加速器開発にInventorが貢献していく

山田氏は現在、Inventorの旧バージョンを利用しているが、使用しているPCのOSの更改を待って最新バージョンへの移行を計画しているという。

「今はInventorの基本機能しか利用していませんが、今後は例えばレンダリング機能のようなInventorに用意されている豊富な機能を使いこなしていきたいと考えています。特に3D CADと一緒に利用している周辺ソフトウェアとシームレスに連携した使い方を進めていきたいと思います。Inventorは不具合がほとんどなく、導入支援・サポート体制も充実しており、非常に満足しています」（山田氏）

山田氏のチームが手掛ける加速器の大強度化・高度化に向けた改良はこれからも続いていく。Inventorを使って設計した改良部品を組み込んだ加速器は、これからも新たな元素の発見や、仁科加速器科学研究センターの応用研究に役立てられていくことだろう。

Autodesk, the Autodesk logo, AutoCAD and Inventor are registered trademarks or trademarks of Autodesk, Inc., and/or its subsidiaries and/or affiliates in the USA and/or other countries. All other brand names, product names, or trademarks belong to their respective holders. Autodesk reserves the right to alter product offerings and specifications and pricing at any time without notice, and is not responsible for typographical or graphical errors that may appear in this document.
© 2022 Autodesk, Inc. All rights reserved.

※Autodesk, Autodesk ロゴ, AutoCAD と Inventor は、米国および / またはその他の国々における、Autodesk, Inc., その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。
©2022 Autodesk, Inc. All rights reserved.