電池生産設備におけるデジタルものづくりの取り組み

Digital Manufacturing Approach in Battery Production Facilities

大滝啓太　K. OTAKI　川井良太　R. KAWAI　五島宏明　H. GOSHIMA
田宮　侑　Y. TAMIYA　鬼頭卓也　T. KITO

In recent years, demand for automotive batteries has been increasing due to the electrification of vehicles as part of efforts to achieve carbon neutrality. To meet this growing demand, battery production facilities must reduce manufacturing lead times. This paper presents specific examples of how 3D models can be utilized not only in the design process but also in manufacturing to streamline production and shorten lead times.

Key Words: battery production facilities, carbon neutrality, 3D model, manufacturing lead time

1．はじめに

近年，カーボンニュートラルの実現を背景とした自動車の電動化需要の拡大に伴い，車載用電池の需要が急速に増加している．電動車両はバッテリー電気自動車（Battery Electric Vehicle：BEV），ハイブリッド車（Hybrid Electric Vehicle：HEV），プラグインハイブリッド車（Plug-in Hybrid Electric Vehicle：PHEV），燃料電池車（Fuel Cell Electric Vehicle：FCEV）など，さまざまな種類が開発されており，それに応じて車載用電池の種類も多様化している．

当社の車載用電池を生産する設備（以下，電池設備）においても，これら多様な車載用電池の供給ニーズに応えるため，設備生産のリードタイム短縮が求められている．

本報では，電池設備の設計から製造に至る各工程において一貫した 3D モデルの活用により，電池設備の生産プロセスの効率化とリードタイム短縮を実現したデジタルものづくりの取り組みを紹介する．

2．電池設備の生産プロセスと 3D データの活用

2.1　従来の生産プロセス

従来の電池設備の生産プロセスの設計工程から製造工程で活用するデータ形式を**表 1** に示す．詳細設計までは 3D モデルで設計されるが，製造工程で必要な設計情報は日本工業規格（JIS）の機械製図規格に基づき 2D 図面に変換され，紙媒体で提供されていた．この方法では，3D モデルから 2D 図面への変換に多くの工数を要するだけでなく，変換時に公差情報や品質要件などの情報が誤って転記されるリスクがある．さらに，3D モデルに設定されている形状・色などの視覚情報の欠落や，製造工程から設計工程へのフィードバックに紙媒体を介するため煩雑化し，生産効率の向上を妨げる要因となっている．

2.2　3D モデルの一気通貫活用

前節で示した課題を解決するため，本取り組みでは 3D モデルを設計工程だけでなく，製造工程にも一気通

表 1　電池設備生産プロセスと活用データ形式
Manufacturing process and utilized data format at battery production facilities

工程 / データ形式	設計工程			製造工程				
	構想設計	詳細設計	出図	部品製作	部品検査	構内物流	組立て	調整
3D モデル	●	●						
2D 図面（紙）			●	●	●	●	●	●

貫で活用する．その目的は以下のとおりである．

・3D モデルから 2D 図面への変換工数の削減
・3D モデルと製造支援ソフトウェアの連携による生産準備の効率化
・シミュレーションの活用による製造工程での手戻りの削減

これらにより，設備生産プロセス全体の効率化とリードタイムの短縮が可能となる．

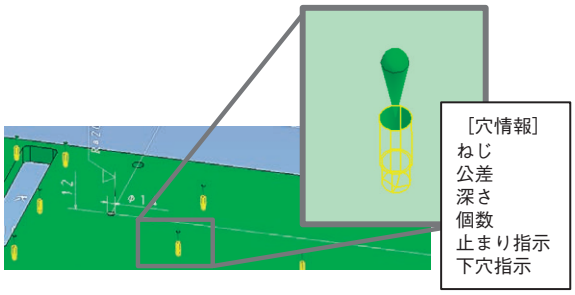

図2　穴フィーチャー
Hole features

3. 3D モデルの一気通貫活用の取り組み事例

本章では生産プロセスにおける各工程での 3D モデルの活用事例を紹介する．

3.1　設計工程における 3D モデル活用

3.1.1　機械設計における 3D アノテーションモデル活用

本項では，設計した 3D モデルを 2D 図面に変換せずに部品の製作へ活用し，工数を削減した取り組みについて述べる．

当社で作成する 2D 図面には部品製作時に必要な以下の情報を付与している．

①外形図（3 面図），鳥瞰図，詳細図，断面図
②表題欄情報（品番，材料，表面処理，重量，縮尺など）
③公差なし寸法
④公差あり寸法，幾何公差，表面粗さ記号
⑤溶接指示
⑥注記情報（特殊加工指示など）
⑦穴情報（ねじ，公差，深さ，個数，止まり指示，下穴指示）

上記のうち，従来の 3D モデルから読み取れるのは①～③のみであり，部品製作時に④～⑦の情報が不足していた．

そこで本取り組みでは，**図 1** に示す 3D モデル上に直接④～⑥の情報を記述した 3D アノテーション（3D annotation：3DA）モデルを活用した．さらに，⑦については**図 2** に示す穴情報のフィーチャーを 3DA モデル上に配置する．この情報は，部品加工プログラムを作成する製造支援ソフトウェア（Computer Aided Manufacturing：CAM）と連携しており，後工程への情報の引き継ぎを自動化できる．

これにより，従来の 2D 図面の作成工数に比べ，設計者は 3DA モデルに④～⑥の情報を付与するのみで済むため，部品作図のリードタイムを約 40% 短縮できた．

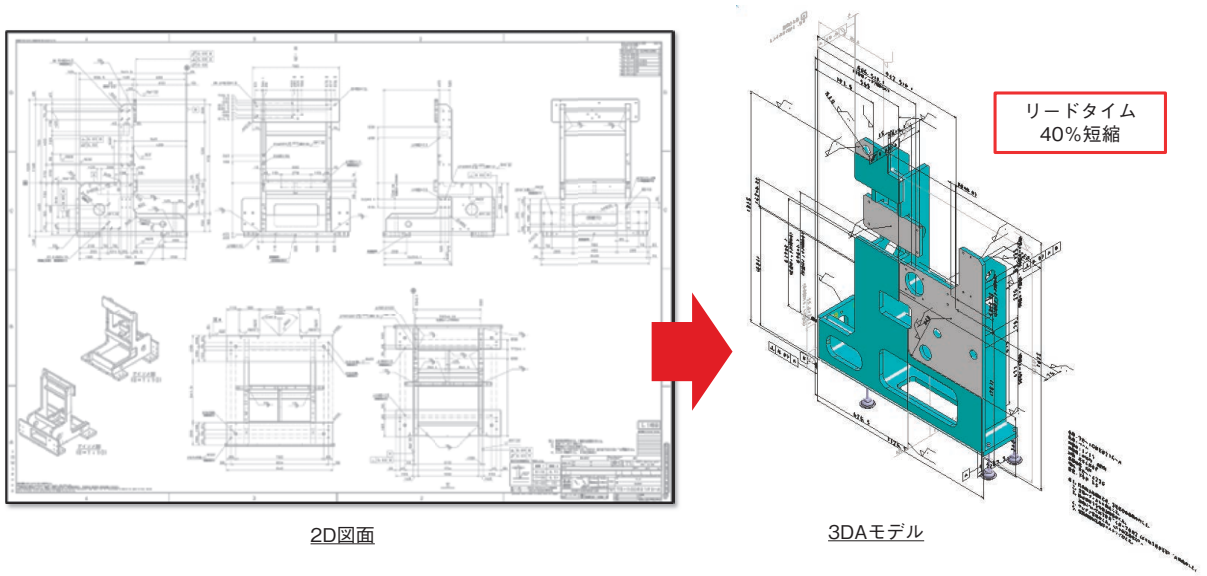

図 1　2D 図面と 3DA モデル
2D drawing and 3D annotation model

3.1.2　配線設計における配線 CE 取り組み

本項では 3D モデルを活用したコンカレントエンジニアリング（Concurrent Engineering：CE）について紹介する．CE とは設計工程において，複数の業務を並行して行うことでリードタイム短縮を図る手法である．

図3に示すとおり，当社では設計工程における配線作図に CE を適用している．従来の配線作図は機械設計後に設計者が作成していたが，本取り組みでは機械設計と並行して生産部署の配線作業者が配線作図を行う．配線作業者は一定期間，設計工程に参画し，設計者とリアルタイムで情報を共有しながら 3D モデルで配線を検討する．機械設計と配線作図の並列作業により，設計工程のリードタイムを短縮するとともに，配線作業者が実機で配線経路を修正する手戻りも削減できる．これにより，設計工程のリードタイムを約 15% 短縮できた．

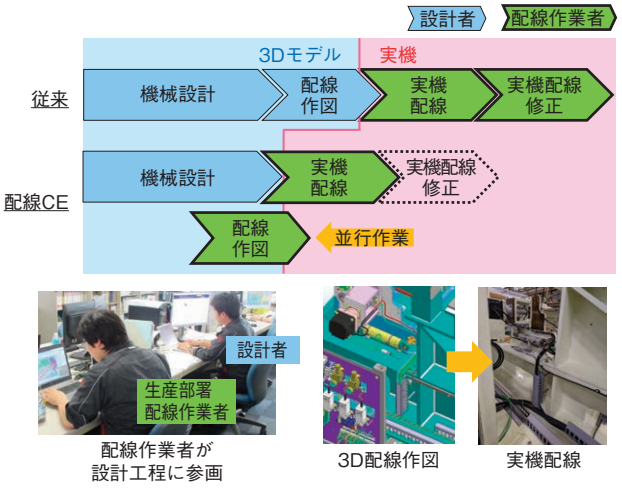

図3　配線 CE の概要
Overview of wiring concurrent engineering

3.1.3　VR を活用した組立デザインレビュー

実機を製作する前に問題がないことを確認するため，設計者と組立作業者は 3D アッセンブリモデルを活用したデザインレビュー（Design Review：DR）を実施している．当社では，さらに VR（Virtual Reality）を活用した組立 DR にも取り組んだ（**図4**）．

従来の組立 DR では，組立ての作業性，危険作業の有無，段取り方法などをモニター上の 3D アッセンブリモデルで事前に確認していた．しかし，モニター上では設備の実寸や，奥行き方向の直感的な把握が困難であり，潜在的な問題を見落とす可能性があった．その結果，実機の組立てが想定以上に困難となり，組立性改善のための設計変更や再組立作業の発生などの手戻りが生じる場合があった．

VRゴーグルを装着し事前作業確認

図4　VR を活用したデザインレビュー
VR design review

これに対し，VR を活用した組立 DR では，組立作業者が設備構造を実寸大で把握し，自身の作業姿勢などを確認できる．これにより，設計者と組立作業者は実機の製作前に問題を対策することで組立て時における手戻りのリスクを低減できた．

3.2　製造工程での 3D モデル活用

3.2.1　3DA モデルによるデバッグ作業不要の部品加工

本項では **3.1.1 項**で紹介した 3DA モデルを活用し，部品製作における効率向上の取り組みを紹介する．

従来部品製作では 2D 図面での加工プログラム作成と，加工プログラムの動作に誤りがないか，実機を用いて事前確認するデバッグ作業に工数を要していた．また，加工プログラムの作成においては，工具の選定や切削条件の設定作業が作業者の経験に依存し，プログラムの品質にばらつきが生じる課題があった．

この課題を解決するため，当社は 3DA モデルに付与されている形状の情報，使用する工具および切削条件のデータベースを連携し，CAM に引継ぐことで加工プログラムを自動作成するシステムを構築した（**図5**）．

このシステムによって熟練作業者の知識の共有が可能となり，作業の習熟度による品質のばらつきをなくすことができる．さらに，自動化により加工プログラムの作成効率が向上した．また，3DA モデル上の加工シミュレーションでプログラムの誤りを事前に発見でき，実機におけるデバッグ作業が不要となる（**図6**）．これにより，部品加工リードタイムの短縮と加工機の可動率が向上し

た．これにより，部品製作のリードタイムを約 35% 短縮できた．

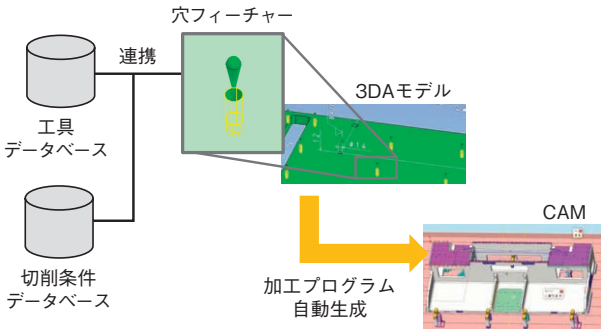

図5　3DA-CAM 連携システム
3DA-CAM integration system

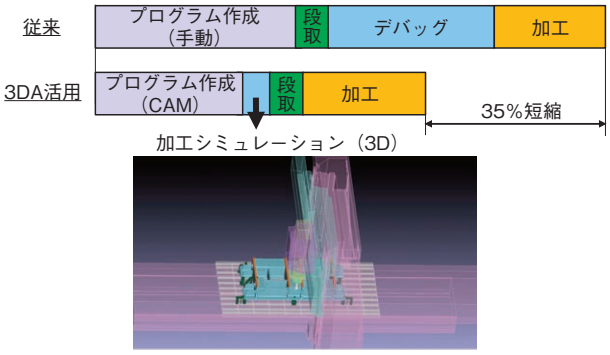

図6　デバッグ作業不要の部品加工
Debug-free machining

3.2.2　3 次元測定での 3D モデル活用

本項では部品製作後の部品検査における 3 次元測定作業の効率向上の取り組みを紹介する．

従来の 3 次元測定プログラムは，製作が完了した部品に測定機のタッチプローブを接触させ，測定点を設定（ティーチング）して測定用ソフトが経路を自動算出することで作成されていた．一方，測定用ソフトに対象部品の 3D モデルを取り込んで活用した場合，モデル上でポイントを指定するだけでティーチングができる．測定経路は従来と同様に指定したポイントに基づき算出されるため，実際の部品を使わずに測定プログラムを作成できる．測定対象部品の製作完了前に測定プログラムを作成できるため，部品検査のリードタイム短縮と測定機の可動率が向上する（**図7**）．これにより，部品検査時における 3 次元測定のリードタイムを約 40% 短縮できた．

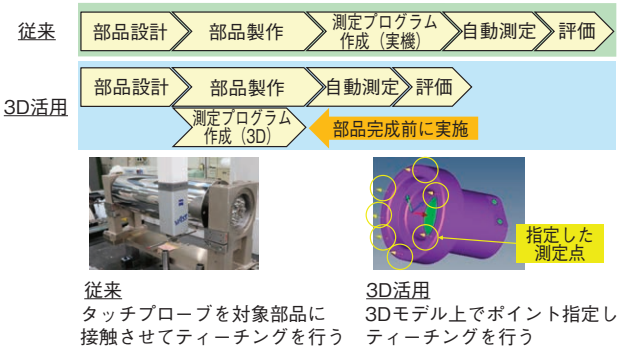

図7　3次元測定での3D モデル活用
Utilization of 3D model for CMM

3.2.3　3D 組立モデルの活用

従来の電池設備の組立てでは，組立作業者は 2D の図面を確認して，作業内容と手順を検討しながら作業していた．しかし，2D 図面の読解は難しく，組立順序も明確に示されていないため，作業方法や手順は組立作業者の経験に依存していた．この結果，作業効率低下の課題が顕在化していた．

この課題を解決するため，当社では**図8**に示す設計工程で作成した 3D アッセンブリモデルを基に，各部品の組立順に並べ替えたモデル（3D 組立モデル）を作成した．この 3D 組立モデルは設計工程完了後の生産準備段階で作成される．作業者は，3D 組立モデルの閲覧により組立手順を視覚的に確認でき，経験不足の作業者でも作業の流れを容易に理解できる．当社では電池設備の組立作業エリアに 3D 組立モデルを閲覧できる端末を配置し，作業者が組立作業中に確認できる環境を整備した（**図9**）．

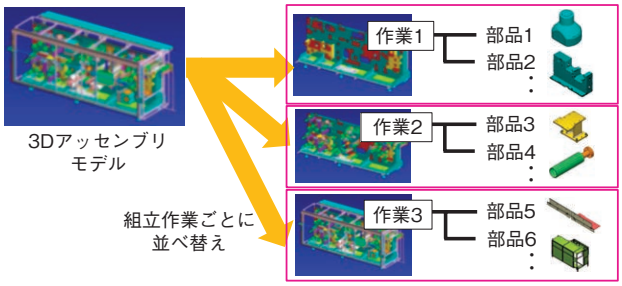

図8　3D 組立モデル
3D assembly procedure model

図9　組立作業エリアでの 3D 組立モデル閲覧
Viewing 3D assembly model in assembly area

さらに，1 万点以上の部品で構成される電池設備の組立てには数週間を要するため，3D 組立モデル上で設定した作業日ごとの部品群を組立て順に供給する仕組みが必要である（**図10**）．当社では 3D 組立モデルと連携し，作業日ごとの部品表を出力するシステム（物流支援システム）を構築した（**図11**）．部品を作業日ごとの台車に仕分けることによって組立作業者に必要な部品をタイムリーに供給できる．これにより，組立作業が改善し，組立て時のリードタイムを約 30% 短縮できた．

3.3　電池設備生産プロセスのリードタイム短縮効果

ここまで紹介してきた各工程での取り組みにより，従来と同一機種の電池設備生産プロセスで全体のリードタイムを 30% 短縮した（**図12**）．

4. おわりに

本報では，電池設備の生産プロセスの設計工程から製造工程まで 3D モデルを一貫して活用することによって各工程の効率化とリードタイム短縮の取り組みを紹介した．

本取り組みにより，電池設備の生産プロセス全体のリードタイムを 30% 短縮できた．

今後はリードタイムの 50% 短縮を目標とし，さらなる 3D モデルの活用推進および効率的なデジタルものづくり体制の構築を進めていく．

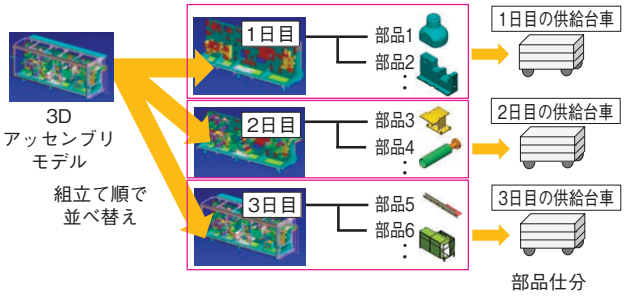

図10　3D 組立モデルに基づく部品供給
Parts supply based on 3D assembly model

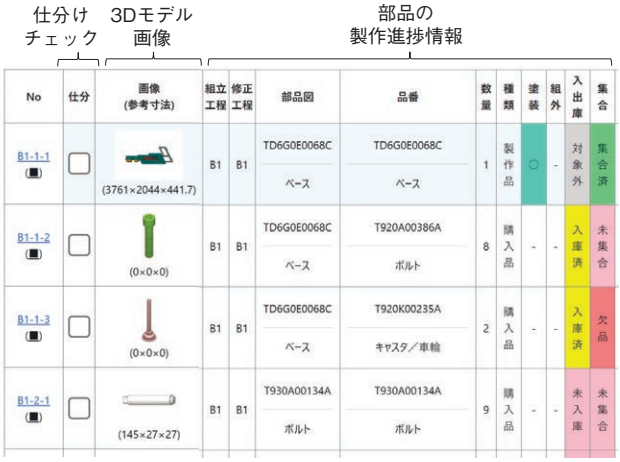

図11　物流支援システム
Logistics support system

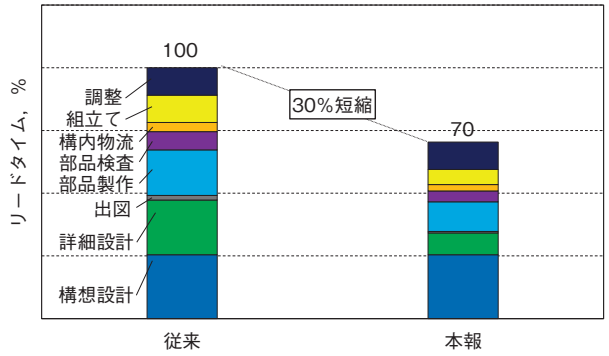

図12　電池設備生産プロセスのリードタイム短縮
Lead time reduction in manufacturing process at battery production facilities

筆　者


大滝啓太*
K. OTAKI


川井良太*
R. KAWAI


五島宏明**
H. GOSHIMA


田宮　侑***
Y. TAMIYA


鬼頭卓也***
T. KITO

*　工作機械・システム事業本部　工作機械技術部
**　工作機械・システム事業本部　電池設備技術部
*** 生産本部　製造技術部