

プレス金型 CAD データの見込み変形ソフトウェア「Prospect-Ace」の活用法

(株)アルモニコス 山根雅則*

2020年6月に日本政府と日本経済団体連合会から、脱炭素社会の実現に向けた二酸化炭素(CO₂)排出ゼロの社会を目指す「チャレンジ・ゼロ」宣言が提唱された。さらに同年10月には日本政府から「2050年カーボンニュートラル」も宣言された。「脱炭素社会」の実現に向け、ガソリン車に代わるEV化など新たな部品のモノづくりにおいて生産性向上、低コスト化につながる技術開発の革新が必要となっている。

プレス業界ではすでに2000年前後から軽量化(低燃費化)および高強度化(衝突安全性の向上)の目的のため、高張力鋼板(ハイテン材“High Tensile Strength Steel”)の適用が推進されているが、「脱炭素社会」を目指す動きで今後さらに高張力な鋼板(超ハイテン材:引張強さが980MPa以上)の適用率の増加、鋼板の高強度化が進むものと思われる。すでに引張強さが

1470MPa以上の冷間プレス用超ハイテン材も適用されている。ハイテン材は難加工材料であり、高張力な鋼板になるほどプレス後のき裂(割れ)の発生や形状変化が大きい。そのためプレス用金型の形状見込みによる修正回数が増え、金型製作期間の長期化が課題となっている。

プレス金型製作における不具合は、

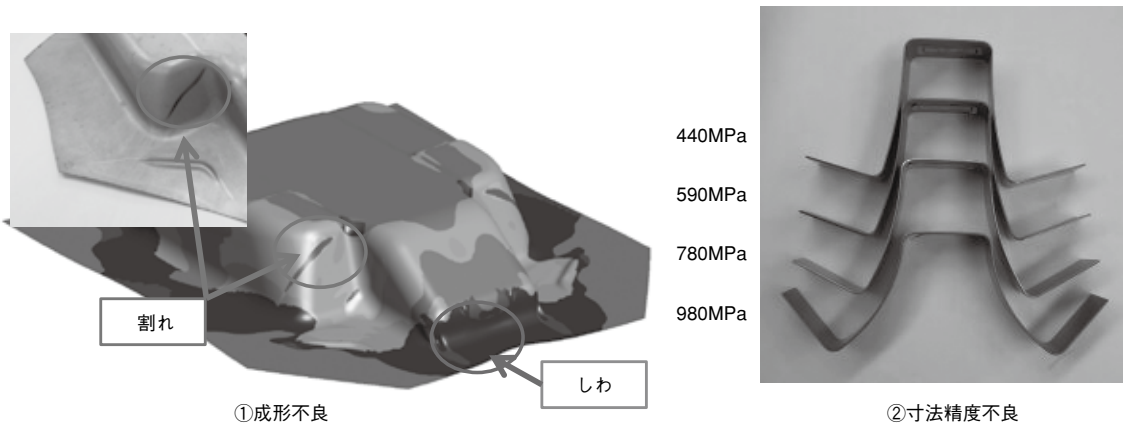
- ①成形性(しわ、割れ)
- ②寸法精度不良(スプリングバック、壁そり、ねじれ、稜線そり、形状凍結不良)に分類される(図1)。

不具合解決のため3次元データを利用したプレス成形シミュレーション(CAE)や非接触測定機が一定の成果を上げているが、超ハイテン材に対してまだ金型の修正に多くの時間を要している。

「Prospect-Ace」の開発の背景 ～見込み形状を簡単に短時間で作成

そんな中、CAEをいかに有効に適用するかが近年の金型製作の重要要件になっている。プレス金型設計時にCAEにて不具合の検証をし、事前

* (やまね まさのり) : AXION 事業部 Project Supervisor
〒431-1304 静岡県浜松市北区細江町中川7000-65
R&Dセンター
TEL : 053-523-3000 FAX : 053-523-3004



高張力な鋼板になるほどプレス後のき裂(割れ)の発生や形状変化が大きい。

図1 プレス製品における不具合例

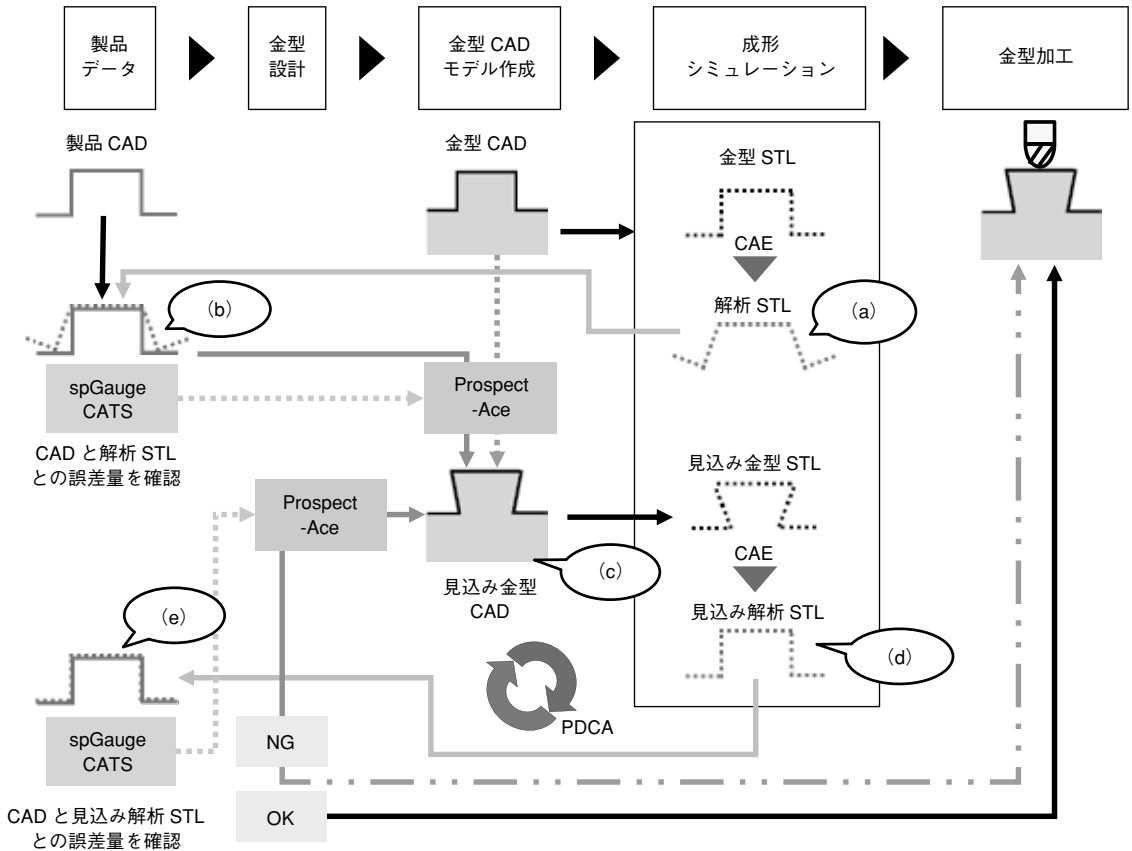


図2 CAEを適用した金型CADの見込み変形

に対策案の見込み形状を織り込むことで金型の修正回数の低減が可能になるのである。

プレスパネルの不具合のうち、①成形性（しわ、割れ）に対しては近年のCAE技術によりCAE解析結果と実際にプレスしたパネルとは定性的にも定量的にも同程度になり、CAEが不具合対策に有効適用されている。

ところが、②寸法精度不良（スプリングバック、壁そり、ねじれ、稜線そり、形状凍結不良）に対しては、CAE解析結果と実際のプレスパネルとに差があり、複数回のトライ&エラーによる修正が必要になっている。さらに、このときのCAEの解析結果の形状はメッシュデータ（STL）であり、一般的に利用されているCAD面データではない。そのため、解析STLデータを参照して金型CADデータの見込み形状を作成するための時間とスキルも課題になっている。

本来であれば、(a) CAE解析、(b) 解析結果の誤差確認、(c) 金型見込み形状作成、(d) 見

込み形状でのCAE解析、(e) 見込み解析結果の誤差確認にて見込み効果の確認の手順となる。もし(e)で不具合がある場合は再度見込み修正を繰り返す。不具合がないCAE結果になるまで(c)～(e)のPDCAサイクルを回す(図2)。

しかし、(e)の見込み形状の作成に時間がかかるため、CAE解析結果に不具合が残った状態でも金型加工工程に進むこともあり、プレス金型の修正回数の低減が十分にできていない課題がある。

「Prospect-Ace」は、これらの見込み面作成の課題を解決することを目的として開発した。金型製作のノウハウを反映した見込み形状を簡単に短時間で作成する機能を実装している。

検査用ツール

「spGauge」CATS機能との連携

当社は、非接触測定データやCAE解析STLデータの評価、検査用ツールとして「spGauge」も開発している。

spGauge CATS “CAT-Solution”

階調検査結果（カラーマップ）から不具合部位を自動で検出。
原因と対策、修正の対策方法などの自社ノウハウの蓄積が可能。

不具合に対して、ベテランの経験や
対策案を複数登録

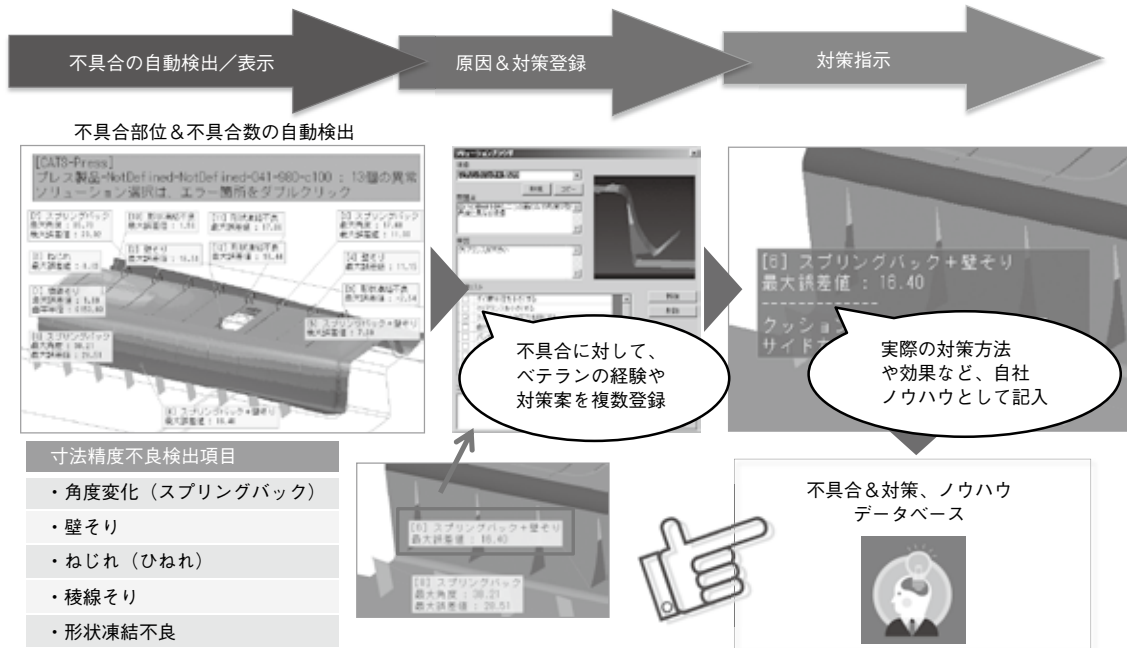


図3 spGauge CATS 機能

この「spGauge」には、非接触測定データや CAE 解析 STL データから、プレス塑性学で一般的に使用されているプレス成形時の寸法精度不具合要因（スプリングバック、壁そり、ねじれ、稜線そり、形状凍結不良）の不具合の検出ができる CATS “Computer Aided Testing- Solution” 機能を搭載している。ただ単に CAD データと STL データとの形状変位量（誤差）を誤差カラーマップで表示しただけの結果とは異なり、CATS 機能では形状変位量の情報から寸法精度不具合の要因分析をし、「不具合発生の要因はなにか?」「不具合の量、角度はいくらか?」を自動で検出することが可能となっている。また、不具合内容の対策方法として、自社のベテランの経験やノウハウを登録することにより経験の少ない担当者にも情報の共有が可能になる。実際の対策方法、その結果などの登録も可能であり、金型製作ノウハウのデータベース化ツールとしても活用可能である (図 3)。

「Prospect-Ace」はこの「spGauge」と連携しており、CATS の要因別判定結果を反映した見

込み面の作成を可能としている。

もちろん、「spGauge」以外の検査用ツールでも、CAD データと STL データとの形状変位量を検証し、ユーザーの判断で「Prospect-Ace」の要因別の変形機能にて、見込み形状の作成は可能である。

CAE 解析結果を適用した見込み変形機能

「Prospect-Ace」は、金型 CAD 形状を CAE 解析結果から一括変形する機能と、寸法精度不具合要因に対して個別に変形する機能を有している。

まずは、CAE 解析結果から一括変形する機能を紹介する。

昨今の CAE 解析ツールでは、バック変形解析結果の逆解析にて自動で見込み結果（逆解析 STL）を得ることが可能なものもある。「Prospect-Ace」は、この逆解析 STL を適用して金型 CAD の見込み面が作成できる機能を搭載している。

プレス金型の上型、下型で、材料のパネル（ブランク材）を挟んだ状態（下死点）での

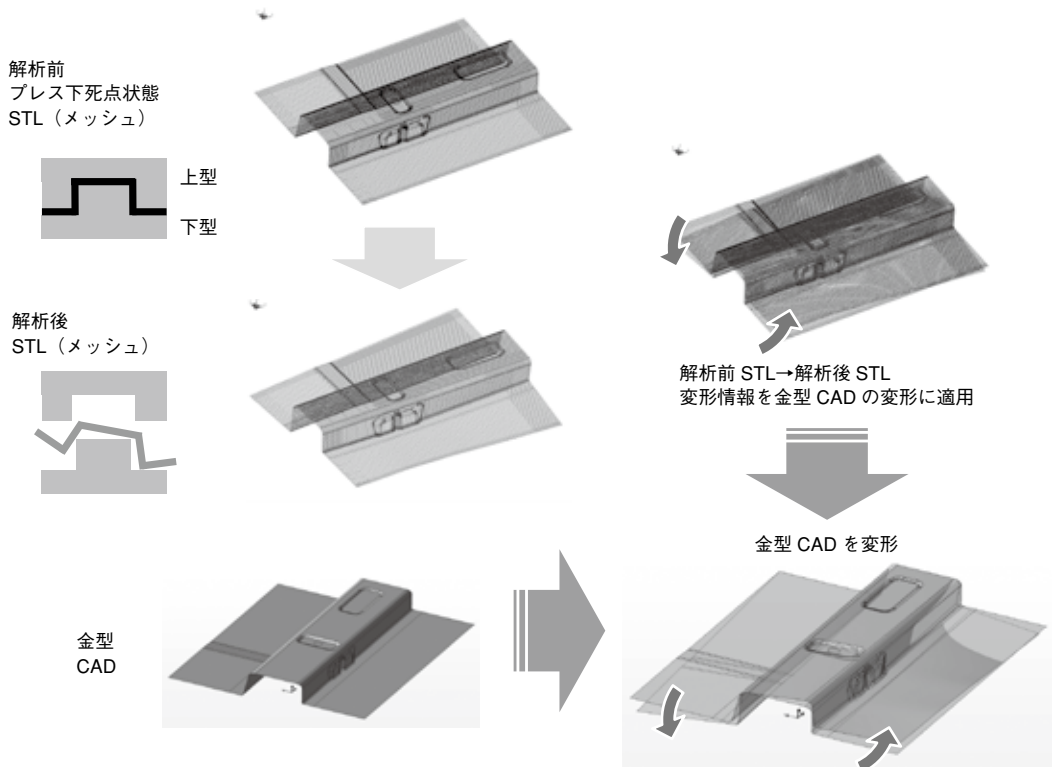


図4 解析 STL による金型 CAD の見込み変形例

STL “解析前 STL” と、バック逆解析をさせた STL “見込み解析後 STL” の2つの解析 STL 情報から、金型 CAD を見込み解析後の状態に自動で一括変形する (図4)。

一括で変形した金型形状は CAD の標準フォーマット (IGES、STEP) データとして出力ができ、CAD、CAE などで使用可能である。CAE で見込み形状を評価する際にネックになっていた見込み面作成の工数削減に有効となり、金型製作期間の短縮への効果も期待できる。

寸法精度不具合要因別の見込み変形機能

超ハイテン材に対しては CAE 解析結果だけでは見込みが足りない場合や、実際にプレスしたパネルの非接触測定結果から金型 CAD の見込みをすることもするため、寸法精度不具合要因 (スプリングバック、壁そり、ねじれ、形状凍結不良) を個別に変形できる機能も有している。個別変形時も変形した金型形状は CAD の標準フォーマット

(IGES、STEP) データとして出力ができ、CAD、CAE などで使用可能である。

要因別の見込み機能として、『ねじれ』、『壁そり』の見込み例を紹介する。

1. 寸法精度不具合要因『ねじれ』に対する見込み例

(1) 「spGauge」の CATS 結果の読み込み

『ねじれ』要因による形状の誤差量または角度差を確認する。

(2) 『ねじれ』見込み条件の設定

CATS の『ねじれ』結果を参照し、ユーザーノウハウを反映した『ねじれ』見込み条件 (変形量または角度) を断面ごとに設定する。

CATS の検出結果に対し、見込み面の作成を等倍で反転するか、係数倍で反転するかは、ユーザーの経験則で任意に設定が可能である。

(3) 『ねじれ』見込み変形を実行

『ねじれ』変形条件により金型 CAD を一括で変形でき、見込み金型 CAD として作成が可能である (図5)。

【spGauge CATS 結果】

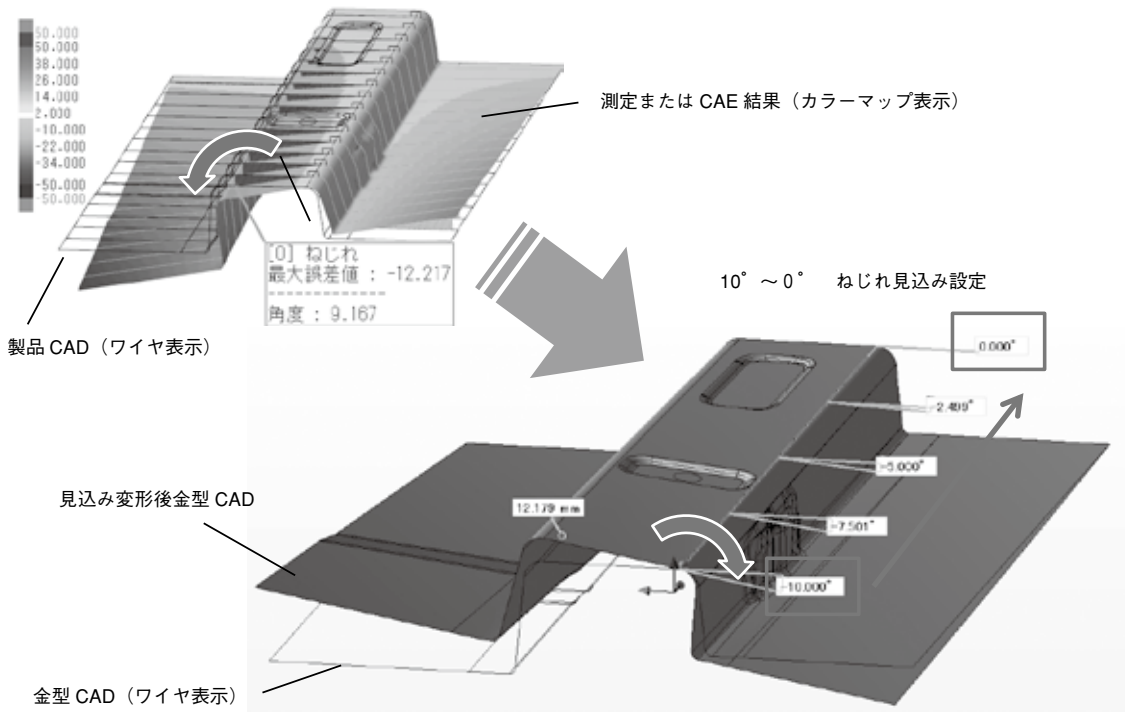


図5 ねじれの変形例

【spGauge CATS 結果】

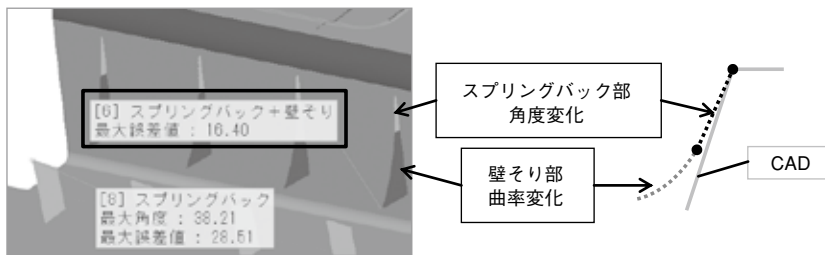


図6 スプリングバック+壁そりの検出例

化点)の判定も可能である(図6)。

(2)『壁そり』見込み条件の設定

CATSの『スプリングバック』、『壁そり』結果を参照し、『壁そり』変形の見込み条件を断面ごとに設定する。

『壁そり』の見込みは、

2つの回転軸にて見込み角度を設定する。回転軸1は『スプリングバック』部の見込み角度を指定し、回転軸2は『壁そり』部の見込み角度の設定をする。回転軸2はspGaugeのCATS機能の各断面の『スプリングバック』と『壁そり』の変化点から作成することが可能である。

(3)『壁そり』見込み変形を実行

『壁そり』変形条件により金型CADを一括で変形でき、見込み金型CADとして作成が可能である(図7)。

2. 寸法精度不具合要因『壁そり』に対する見込み例

(1)「spGauge」のCATS結果の読み込み

『壁そり』要因による形状の誤差量、角度差を確認する。

『壁そり』部は『スプリングバック』と『壁そり』の要因が混在するケースが多い。『スプリングバック』は角度変化で判定可能な部位であるが、『壁そり』は曲率変化での判定が必要になる部位である。「spGauge」のCATS機能では『スプリングバック』と『壁そり』を検出し、変化している箇所(変

今後の課題と 開発の方向性

「Prospect-Ace」の適用により、従来CADで見込み面作成する工程の「見込み指示書作成」、「CAD見込み面作成」の工数が1/6に削減可能になる。ただし、見込み面が金型用のCAD面として適切でない場合や、変形方法や変形量により見込み変形後の面内に“しわ”や“面ひずみ”が発生するなどの不良面になる場合もある。部分的な見込み面の修正は従来と同程度の工数が必要になる。トータルの工数の比較としては半減に削減可能になる(図8)。

「Prospect-Ace」の見込み面変形では、見込み変形後の面間の連続性(面間のすきま)に課題があり、部分修正に工数を要している場合もある。見込み面の部分修正工数を少なくし、さらなる見込み面工数の削減が可能になるよう現在の重要課題として開発を進めている。

当社はユーザーからの要望でソフトウェアの開発をする受託先行型パッケージ開発メーカーであ

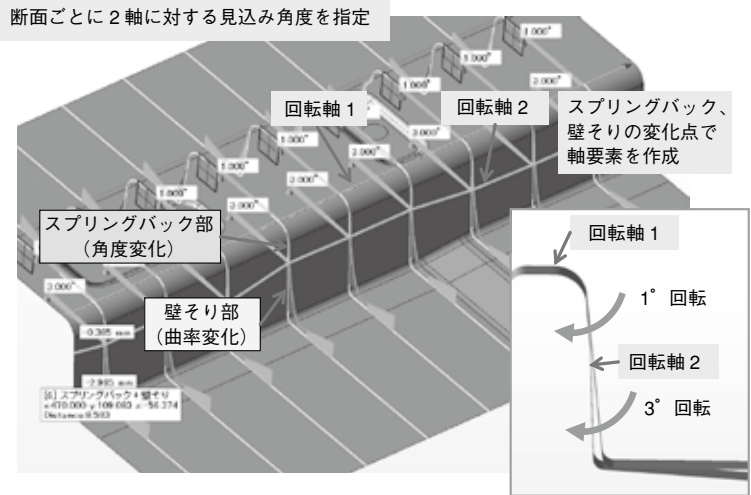


図7 壁そりの変形例

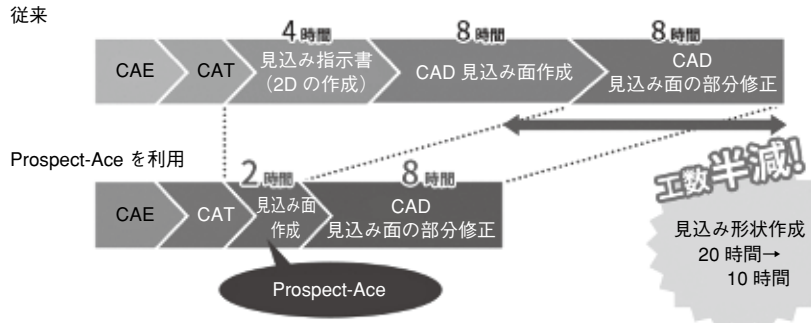


図8 Prospect-Aceの適用効果

る。受託案件として開発後、一般のユーザー向けにパッケージ化して販売をする。さらに、パッケージ化後もユーザーからの要望を開発へフィードバックし、機能の強化・改善を実施している。今後もユーザーの声を大切にし、顧客満足度を追求した開発を行っていきたい。