

平成 30 年度

戦略的基盤技術高度化・連携支援事業

戦略的基盤技術高度化支援事業

「IoT デジタルものづくりによる薄肉・複雑一体難
形状を5軸機械加工で創成する生産システムの開発」

研究開発成果等報告書

平成 31 年 3 月

担当局	関東経済産業局
補助事業者	株式会社ひたちなかテクノセンター

目 次

第1章 研究開発の概要

1-1. 研究開発の背景・研究目的および目標	2
1-2. 研究体制	7
1-3. 成果概要	9
1-4. 当該研究開発の連絡窓口	10

第2章 本論（研究開発実施内容及び成果）

2-1. 本研究開発の概要	10
2-2. 5軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する 5軸加工システムの開発	11
2-3. IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発	18
2-4. ビビリ振動抑制技術の開発	19
2-5. 自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発	29

第3章 全体総括

	31
--	----

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

1-1-1 研究開発の背景

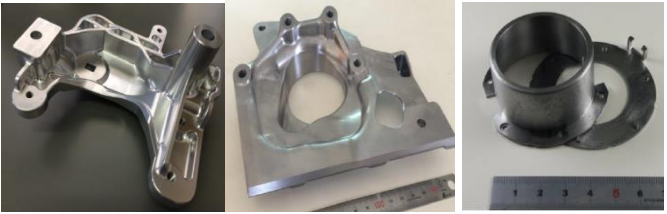
株式会社 今橋製作所の川下分野は、自動車、医療・健康、環境・エネルギーの3つが挙げられる。特に主要分野は、自動車である。自動車の中でも研究車両、試作車両向けの精密切削品の供給である。この精密切削部品は、研究・試作の工程短縮とフレキシブル生産へのニーズが非常に高く、特にブラケットなど強度部材の多品種少量品では、鋳物加工品やプレス加工品の代替加工としてアルミブロックからの直接削り出しによる製作要請が高まっている。特に、深堀切削が必要な部品は、切削加工時における振動に起因するビブリの影響を防ぐために、切込み量や送り速度を抑える必要があり、多くの切削加工時間を要しており、川下企業からの工程短縮ニーズに応えるためには、短納期化への取組みが最重要となっている。

以上のように、切削加工で直接削り出すなど短納期加工法での調達ニーズが増えている。金型を用いずに直接切削による削り出し加工法の技術課題としては、複雑形状・一体加工品の深堀切削と共に薄肉化が進み、ここでも振動などによるビブりが懸念される。

本開発は、振動を抑制しながら切削する薄肉加工技術の確立ならびに、川下企業が望む開発スピードにジャストインタイムで供給可能な、短納期対応の提案である。

自動車分野における川下企業のニーズと当社が受注・製造している試作部品を 表.1-1 に纏めた。

表.1-1 自動車分野における川下企業ニーズと5軸マシニングセンターで加工した受注部品の例

川下分野	川下企業のニーズ	自動車開発用の試作部品例
自動車	直接切削加工による開発用試作 ①薄肉・一体複雑形状・軽量品 ②鋳物ではなくアルミブロックからの削り出し製法 ③超短納期の削り出し試作品	

川下企業のこれらのニーズは、図 1-1 に示すように製品開発スピードアップのために、従来のプレスやダイキャスト、鋳物など金型によるものづくり方式に換えて、ブロック材からの極薄肉直接削り出し方式への転換である。設計開発担当者にとっては、設計完了時に即切削による製作が可能であり、従来の金型の生産・調達準備が不要となり、開発スピードの大幅アップの期待が込められている。

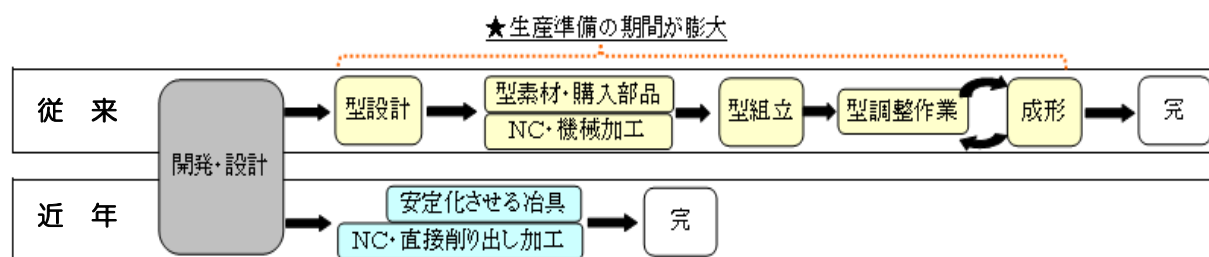


図.1-1 薄肉・一体複雑形状・軽量構造部品調達で金型から直接削り出しへの転換方式

以上、同社の主な川下顧客は自動車における製品開発部門である。ここでの顧客ニーズは、ア. 軽量化イ. 複雑形状化・一体加工化、ウ. フレキシブル生産（短納期開発）の3点が挙げられる。

〈研究開発の背景と動向〉

川下企業のニーズである、金型に置き換わるブロック材からの極薄肉直接削り出し加工を実現する製作法としては、5軸マシニングセンターによる高度な精密機械加工法が最適である。同社は、本加工法において、①薄肉・難形状加工、②難削材加工、③アルミ精密加工、④短納期製造の 4 つの対応技術を有する専門メーカーとして、国内トップの位置を占めている。しかし近年は、川下企業の自動車メーカーでは 開発競争が激化し、金型に置き換わる直接削り出し方式での供給要請は更に加速している。具体的には、①薄板プレス代替品は更に薄肉化が進んだ複雑一体難形状品の加工要求、②アルミブロック削り出し品は薄肉化・深堀形状を伴った 複雑一体・難形状部品の加工要求、③製作納期の更なる超短縮要求（4週⇒2週 週後半減化）である。表 1-2 は 当社における直近の自動車メーカーからの引き合いと受注状況を示す。成約率が年々悪化している。この要因は、納期の更なる短縮要求（納期：4週⇒2週）への対応不足である。

表 1-2 直近における自動車メーカーからの引き合いと受注状況

	引合い	受注	成約比率(%)	備考
	件数/月	件数/月		
平成25年度	≒10	≒5	50	引合い金額/件 ≒80 万円
平成26年度	≒20	≒7	35	
平成27年度	≒35	≒10	28	

課題は、受注後の5軸機械加工品の「準備・段取り処理」において≒38時間を費やしている事である。準備・段取り時間の大幅な短縮が急務である。具体的には、38時間を8時間への短縮である。準備・段取りに長時間を要している要因を、当社の既受注：BRKT 品で具体的に説明すると図 1-2、図 1-3 の 2、3、及び 4 のようになっている。その原因は、図 1-2 図 1-3 のように技能者のスキルに頼る長時間の処理にある。その要因を要約すると 5軸加工工程設計・治具設計・CAM プログラムは、未だシステム化されておらず、人の高度な技能に依存しており、加工方案は「パターンが無限に存在」するために、試行錯誤に長時間を要している事である。

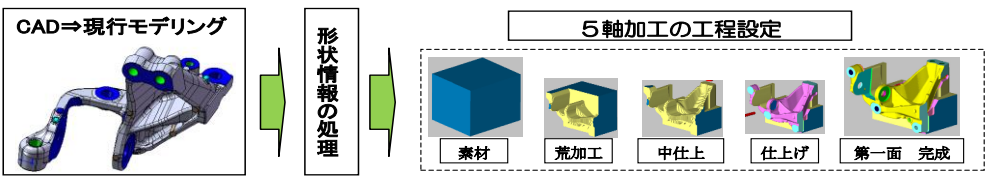
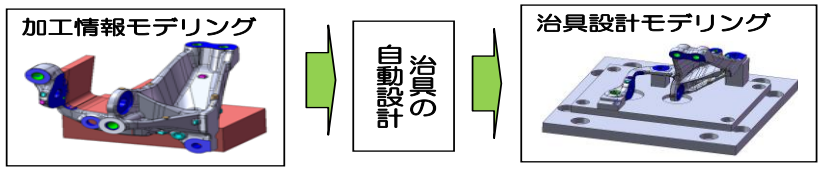
工程	具体的内容	正味処理時間
2. 5軸 工程 設計	 4. 5時間かかる要因：技能者のスキルに頼る 長時間処理	4.5 時間
3. 治具 設計	 1. 5時間かかる要因：技能者のスキルに頼る 長時間処理	1.5 時間

図.1-2 BRKT 品における 工程設計と治具設計の状況

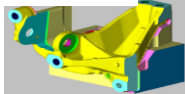
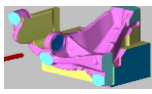
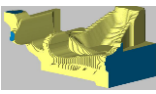
工程	具体的内容	正味処理時間										
4. CAM プログラム	24時間かかる要因： 技能者のスキルにより、素材～完成まで 37工程をマニュアル + 対話で長時間の NC プログラム処理  素材 → 荒加工 → 中仕上 → 仕上げ → 完成 <table><tr><td>工程数</td><td>4工程</td><td>12工程</td><td>21工程</td><td>Σ工程数 =37工程</td></tr><tr><td>工程設定 + NC プログラム</td><td>5時間</td><td>6時間</td><td>13時間</td><td>Σ時間 =24時間</td></tr></table>	工程数	4工程	12工程	21工程	Σ工程数 =37工程	工程設定 + NC プログラム	5時間	6時間	13時間	Σ時間 =24時間	24時間
工程数	4工程	12工程	21工程	Σ工程数 =37工程								
工程設定 + NC プログラム	5時間	6時間	13時間	Σ時間 =24時間								

図.1-3 BRKT 品における CAM プログラムが 24 時間を要している要因

複雑一体化・難形状品を短納期で製造するためには上記の対応の他に、図 1-4 に示す、複雑・一体化薄肉形状品の加工におけるビビリ振動による表面に浪打ち状ビレ面の発生にも対応する必要がある。当社では、ビビリ振動による精密加工面の劣化対策として保持治具や加工条件の見直しで多くの加工時間を要する等の問題点・課題が内在している。

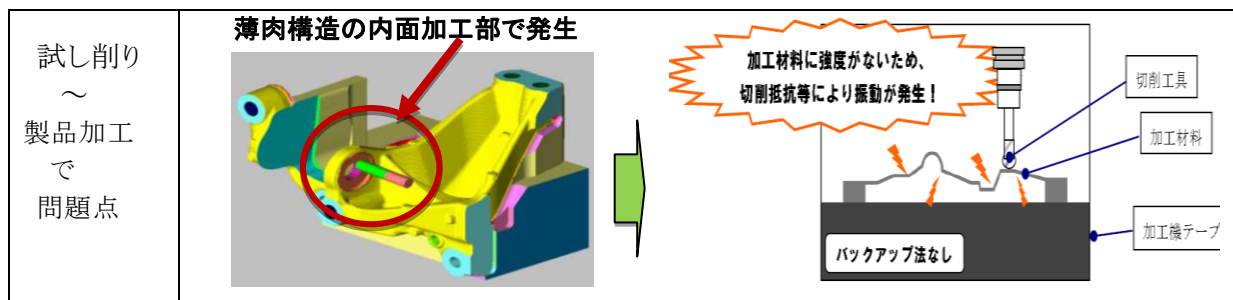


図.1-4 BRKT 品の薄肉加工部でのビビリ振動の発生課題

以上、川下顧客ニーズに対応するための課題として、【1】5軸工程設計と治具設計に長時間を要している事、【2】5軸 CAM プログラムが熟練技術者の最良な設定・処理においても長時間(≒3日)を要しこれを短縮する課題、【3】 受注～CAD/CAM 準備段取り～製作～納品を 一気通貫で IT 化・システム化し、これを短縮する 課題、【4】ビビリの生じない強度な治具設計と、ビビリを抑制する最適切削条件で効率のよい加工を行うための 振動抑制装置を搭載する設備開発・導入等の課題 が挙げられる。

1-1-2 研究目的及び目標

前述の通り、本研究の目的は、川下企業の自動車メーカーの 開発競争が激化により、同社より供給する薄肉一体複雑難形状・軽量構造部品のものづくり環境の変化への対応策として、以下に示す4つの課題とこれら課題の解決をはかり、薄肉・複雑一体難形状品を短納期で完成出荷し、川下企業のニーズに応えることである。

課題【1】： 5軸工程設計と治具設計に長時間を要している。

現行モデリングは、3軸までの形状モデリングの自動処理が可能であるが、5軸加工用 CAM が3軸加工用 CAM を機能拡張しただけが現状5軸 CAM であり、5軸加工としての曲面加工と工具の傾き情報を含んだモデリングは、プログラム技能者の高度な手作業で追加作成・処理の方式となっている。この理由は図 1-5 に示すように工作機内の3軸+回転2軸を考慮して工具の位置・姿勢を決める必要があるが、現行方式はこれを高度な技能者の人手に委ねている。その対策方案として、5軸形状モデルより工具と工作物の相対的な運動を評価しながら NC プログラムと加工機の5軸座標変換に適した工具座標位置データーを自動生成するシステムを追加し、自社流の自動モデル作成が可能な「CAM 情報を生成するダイレクトモデリング方式」を開発し、5軸工程設計と治具設計の IT 化を図る必要がある。これにより、5軸工程設計と治具設計の IT 化による処理の高速化・効率化が図れ、顧客の超短納期へのニーズに対応が可能となる。

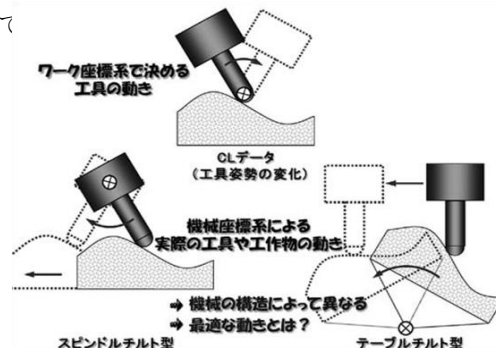


図 1-5 5軸用の工具座標位置の現状⇒手作業から、位置データーを自動生成システムの課題

課題【2】： 5軸 CAM プログラム作成が熟練技術者による最良な設定・処理で、長時間(≒3日)を要する。

5軸 CAM プログラムは前記【1】で処理・作成された5軸加工としての曲面加工と工具の傾き情報を含んだ加工情報モデリングを基に行う。同社では、5軸加工CAMプログラムの機能不足や、NCプログラムから機械制御への座標変換の難しさ、加工シミュレーションのソフトの対応不足などの理由により、簡便に加工プログラムを作成できず、従って熟練技術者に頼らざるを得ないのが現状である。これへの対応策としては、「5軸加工のための当社独自の新しい機能を盛り込んだ CAM プログラムを創成する加工方式の開発」が必要である。これにより、5軸 CAM プログラムの高速化、省人化、IT 化が図れる。そうすることで5軸 CAM プログラムに当社独自の新しい機能を盛り込んだ標準化が図れ、高難度・匠の技術の平準化・平易化に繋がり、また5軸 CAM 処理技能者の育成ツールとして活用が可能となる。

課題【3】： 受注～準備段取り～製作～納品を一気通貫でシステム化しリードタイムの短縮

上記、課題【1】、【2】の解決策として、①5軸形状モデリングを自動生成するシステム開発、②5軸加工のための新しい CAM プログラムを創成する加工方式の開発等、の成果を活用することで、準備・段取り時間:38時間⇒≒8時間へと大幅に短縮され、その結果、顧客の短納期要請(4W⇒2W へ短縮)の目標達成が可能となる。

課題【4】： ビブリの生じない治具設計とビブ리를抑制する最適切削条件による生産効率のよい加工を行うための振動抑制装置を搭載する設備開発・導入等の課題

同社の現状は、顧客の製品：薄肉・一体複雑・難形状化の更なる進展の要請に対しては、振動を抑制しながら切削での薄肉加工技術ならびに、前記の薄肉加工品を保持する治具の設計・製作の対応が遅れている。このためには、(1) 最適な薄肉・一体複雑 難形状品のバックアップ治具の強度設計の開発や、(2) 薄

肉・難形状品を加工の際に、ビビリ振動を予知・抑制する、NC 指令情報の設定に対し、予知機能を装備した高性能マシニングセンターに搭載することでトータルとしてビビリ振動を抑制する高精度な切削加工技術を開発する必要がある。更に、これらの開発課題に対し、開発項目毎の目標と評価、及び自動車向け 薄肉・複雑一体難形状品を最適 に量産加工するための、製造システムの確認・検証を行う。

【課題解決のための研究開発の項目】

上記の 4 つの課題を解決するために、下記の 3 項目について研究開発を行う。

【1】 受注～加工～出荷までを IT デジタル化により一貫処理する生産システムの開発

【2】 ビビリ振動抑制技術の開発及び振動抑制装置搭載 工作機械開発・導入

【3】 自動車向け 薄肉・複雑一体 難形状品の量産技術の開発

1-1-3 技術的目標値

上記 3 つの開発項目毎に、本研究開発の目標値を表 1-3 に示す。

表 1-3 本開発の目標値

研究開発項目	従来技術	目標値
【1】 受注～加工～出荷まで IT デジタル化で一貫処理する生産システムの開発	受注～加工～出荷までを短納期に対応 するに製造システムを保有せず。 ・受注～出荷までの 納期⇒ 4W で顧客対応率:28%	受注～出荷まで IT デジタル化による短工完で一貫生産する生産システムの構築を図る ・受注～出荷まで納期 ⇒ 2W を実現(工完:半減化)
【1-1】 5軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する5軸加工システムの開発	CAM プログラムは高度技能を保有する技術者による人手による処理 ・CAM プログラム:人手⇒24 時間 ・シミュレーション処理時間⇒1.5 時間 Σプログラム時間: 25.5 時間	当社独自の新しい機能を盛り込んだ5軸 CAM プログラムを創成する方式を開発 ΣCAM プログラム時間⇒8時間 (短縮率≒1/3)
【1-2】 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発	・見積り処理:人手⇒1.5 時間 ・人手処理:簡易処理と正確性乏しい ・自社のノウハウ加工技術が反映出来ず	・IT デジタル化による自動化処理 ・ノウハウ加工技術や正確性ある処理 ・見積り処理:自動化⇒0.5 時間
【2】 ビビリ振動抑制技術の開発	・ビビリ振動抑制対策は都度対応 ・最適強化治具・保持治具に対応せず ・振動抑制搭載 工作機械保有せず ・試し削り～製作時間⇒1.5 倍要す	・構造解析で最適強化治具・保持治具を CAD より自動設計 ・振動抑制装置搭載の工作機械開発 試し削り時間⇒半減化を目指す
【3】 自動車向け、薄肉複雑一体 難形状品の量産技術の開発	・受注～出荷までの 納期⇒ 4W と長期化	受注～出荷を IT デジタル化により短工完一貫生産する生産システムの構築を図る ・受注～出荷まで 納期⇒ 2W を実現(工完:半減化)

1-2 研究体制

1-2-1 研究組織・管理体制

本研究開発における組織の全体構成を図 1-6 に、管理体制を図 1-7 に示す。

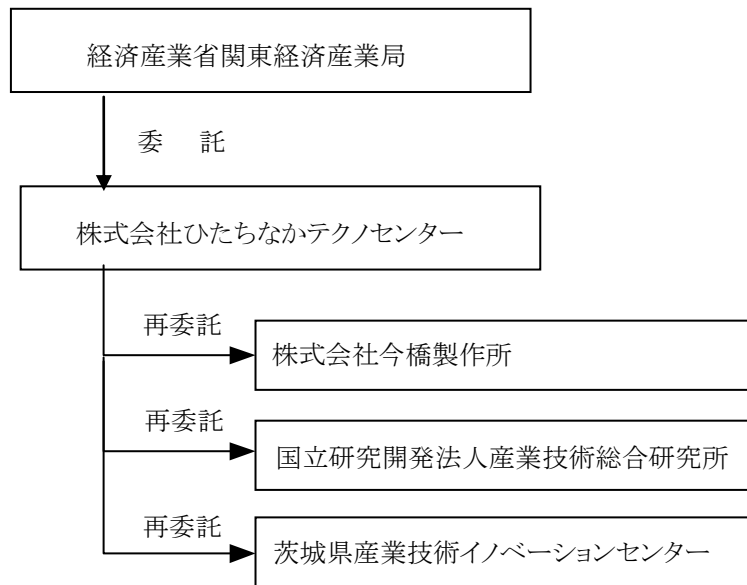


図 1-6 研究開発組織の全体構成

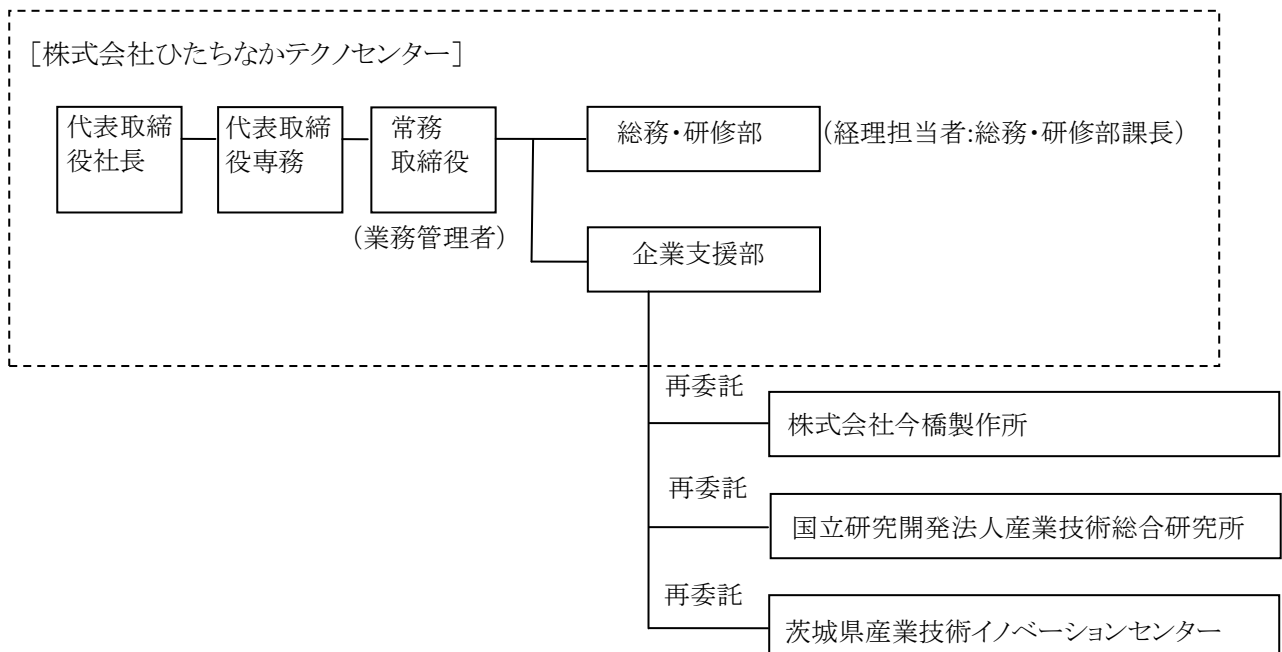


図 1-7 研究開発組織の管理体制

1-2-2 研究開発推進委員

本研究開発における委員氏名および協力者氏名を表 1-4 に示す。

表 1-4 本研究開発の研究者氏名および協力者氏名

氏名	所属・役職	備考
今橋 正守	株式会社今橋製作所 代表取締役	総括研究代表者
磯山 亮	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 主任研究員	副総括研究代表者
今橋 正明	株式会社今橋製作所 技術部 技術部長	研究員
今橋 邦夫	株式会社今橋製作所 製造部 マネージャー	研究員
山本 造義	株式会社今橋製作所 技術部	研究員
浅野 俊之	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 部門長	研究員
行武 栄太郎	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 主任研究員	研究員
河原 航	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 技師	研究員
吉岡 健	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 技師	研究員
石川 裕理	茨城県産業技術イノベーションセンター 先端材料部門 技師	研究員
澤田 宏之	国立研究開発法人産業技術総合研究所 製造技術研究部門 研究グループ長	研究員
笠島 永吉	国立研究開発法人産業技術総合研究所 製造技術研究部門 主任研究員	研究員
岡崎 祐一	国立研究開発法人産業技術総合研究所 地域連携推進部 中小企業連携室 中小企業連携コーディネーター	
平井 純一	株式会社日立製作所電力 ビジネスユニット 電力生産統括本部 技術参事 技術士	アドバイザー
周 立波	国立大学法人茨城大学工学部 知能システム工学科 教授	アドバイザー
藤澤 二三夫	株式会社ひたちなかテクノセンター コーディネーター	アドバイザー

1-3 成果概要

表 1-5 目標と成果概要

項目	計画時目標	成果項目
【1】 受注～加工～出荷まで IT デジタル化で一貫処理する生産システムの開発	・CAM プログラム：8 時間の検証 ・見積処理：0.5 時間の検証 ・受注～出荷期間：2W の検証	FBM (Feature Based Machining) を活用した「治具半自動設計法」、「工具の自動選択」、「プログラムの対話式半自動作成」を開発し、かつ製品を 12 パターン化することにより、CAM プログラム作成時間を 24 時間→8 時間 (1/3 化)。見積処理時間 1.5 時間→0.5 時間。受注～出荷期間を 4W→2W に短縮することができた。
【1-1】 5 軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する 5 軸加工システムの開発	・CAM プログラム：8 時間の検証 ・受注～出荷期間：2W の検証	FBM (Feature Based Machining) を活用「治具半自動設計法」、「工具の自動選択」、「プログラムの対話式半自動作成」を開発。かつ製品を 12 パターン化より、CAM プログラム作成時間を 24 時間→8 時間 (1/3 化) が出来た。また納期の 4W→2W も確認できた。
【1-2】 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発	・見積処理：0.5 時間の検証	NX の形状認識機能や使い勝手向上により見積処理時間 1.5 時間→0.5 時間を確認できた。
【2】 ビビリ振動抑制技術の開発	・振動予知システムの実現 ・試し削り時間：半減の検証	工具のハンマリング試験で測定した伝達関数においてカーブフィット法を使ってノイズ除去システムを構築。そのデータから安定限界線図を算出し実機での加工検証によりシミュレーション結果と実機が一致し、有効性を確認できた。このビビリ発生予知により試し削り時間を半減化することができた。
【3】 自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発	・一貫処理のシステム検証・評価 ・納期：2W の実績・検証	【1】 【2】 のシステム開発で IT 一貫通貫化とともに、量産品の製品を 12 パターンに分類する技術により (H30 x 6 パターン + H29 x 6 パターン) 更なる納期短縮化が図れた。実績を検証した結果 2W を確認済。

1-4 当該研究開発の連絡窓口

当該研究開発の連絡窓口

名称：株式会社ひたちなかテクノセンター

住所：茨城県ひたちなか市新光町38番地

代表者役職・氏名：常務取締役 江尻 一彦

連絡担当者所属役職・氏名：企業支援部次長 大高 理秀

TEL:029-264-2200

FAX:029-264-2203

E-mail: ootaka@htc.co.jp

第2章 本論 （研究開発実施内容・成果）

2-1 本研究開発の概要

【1】受注～加工～出荷まで IT デジタル化で一貫処理する生産システムの開発

【1-1】5軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する5軸加工システムの開発

ここでの開発するその概要を、図 2-1 に示す。

当社独自のノウハウ機能を盛り込み、5軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する高度な5軸加工システムの開発である。

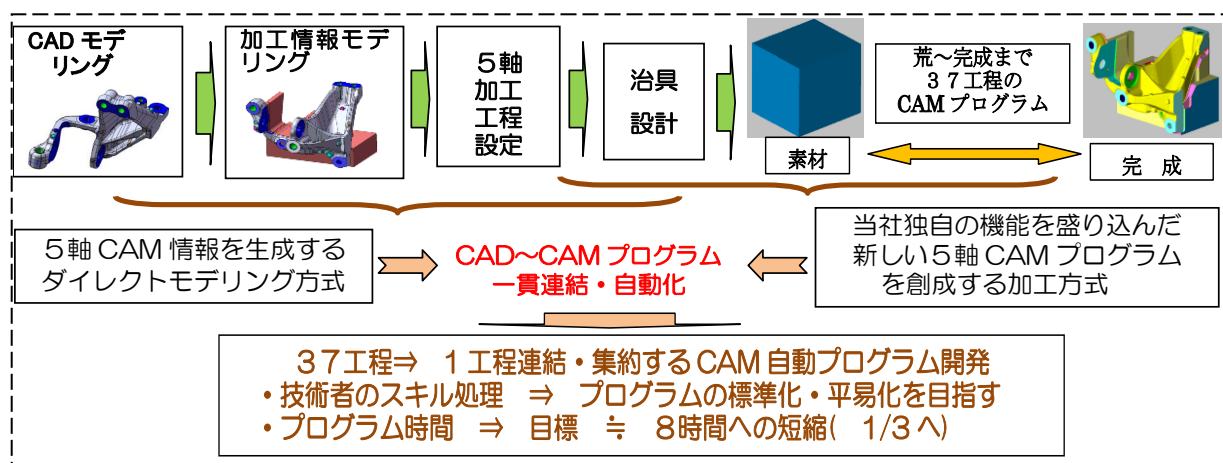


図 2-1 5軸 CAD～CAM プログラムを一貫連結・自動化する5軸加工システムの開発構想

【1-2】 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発

【1-1】で開発された加工情報モデリングから、材料コストと治具コストを自動抽出する処理法を開発する。次に【1-1】で開発された5軸 CAM プログラムで作成し実加工に適用された NC プログラムデータを「既製品群、パターン加工情報登録」し、見積り時に類似加工製品を抽出するシステムを作成し、加工時間算出へ自動適用するシステムを開発する。本開発においても、現行の見積り処理の業務フローに基づき、システム検討書を策定し、開発項目を明確にし、開発を進める。

【2】 ビビリ振動抑制技術の開発

ここでは、切削工具と薄肉化する部品の組み合わせによる、振動特性の変動をフィードバック出来る自立制振機能を有した装置を開発し、5軸マシニングセンターへ設置し、振動特性の変動を予知し、最適な切削加工を実現しながら、ビビリ振動を発生させない高精度な薄肉品の加工技術を開発する。

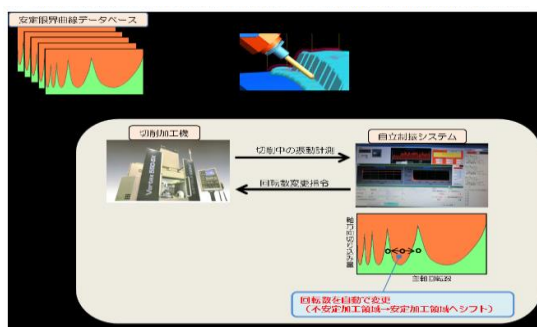


図 2-2 振動特性データベース構想



図 2-3 振動抑制機能付き工作機械の構想

【3】 自動車向け 薄肉・複雑一体 難形状品の量産技術の開発

(1) 受注～出荷まで IT 化による一貫通貫で短納期を実現する革新的な生産システムの検証・評価を行う

((株)今橋製作所、茨城県産業技術イノベーションセンター)

2-2 5 軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する 5 軸加工システムの開発

本開発に当たっては、CAD モデリング～工程設定～治具設計～5軸 CAM プログラミングまでの、当社独自のノウハウ構築や、特殊技術を含んだ NC プログラムを適用する必要がある。現行の業務処理フローを図 2-4 左側に示す。本開発では現行の業務処理のフローから一貫連結・自動化する開発項目を分析し、開発項目毎に機能レベルや開発規模、開発コストなどの詳細を盛り込んだ「システム検討書」を作成し、これを基に、ソフト発注メーカーと最良かつ効果的なシステム開発を行う。この開発フローを図 2-4 右側に示す。

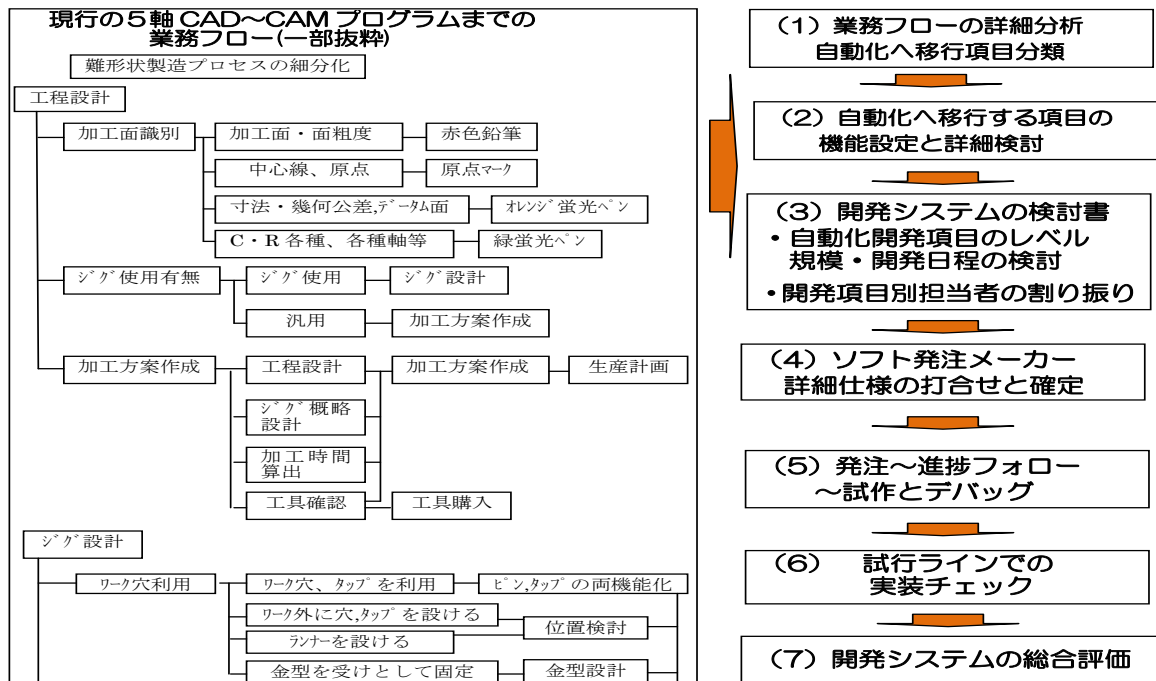


図 2-4 5軸 CAD～CAM プログラムを一貫連結・自動化するシステム開発の実行計画

図 2-4 右側の、開発計画の推進内容に関して、担当部門及び具体的な内容を図 2-5 に示す。

2-2-1 開発事項【1-1】(1)～(9)の開発計画

産技セ:茨城県産業技術イノベーションセンター

【1】 受注～加工～出荷までITデジタル化で一貫処理する生産システムの開発												
【1-1】5軸CAD～CAMプログラムまでを一貫連結・自動化する5軸加工システムの開発	平成28年度				平成29年度				平成30年度			
	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3
(1) 現行業務フローの詳細分析を行い自動化への移行項目を分類・選定する (今橋SS,産技セ)		→	100%									
(2) 自動化へ移行する項目の機能設定と3年度別開発項目の仕分けと詳細な内容の検討 (今橋SS,産技セ)		→			→	100%						
(3) 3年度別毎に開発するシステム検討書を作成する (今橋SS,産技セ)		→			→				→	100%		
(4) 年度別開発システム検討書を基に、ソフト発注メーカーとの年度別詳細仕様打合せと各年度別発注仕様の確定 (今橋SS,産技セ)		→			→				→	100%		
(5) ポストプロセッサ装置の発注 (今橋SS)		→		→	100%							
(6) 年度別、ソフト発注メーカーへ発注その後、進捗のフォロー、開発全体の期限管理 (今橋SS,産技セ)		→	→	→	→	→	→	→	→	→	100%	
(7) ポストプロセッサ装置の検収・完成 (今橋SS)				→				→	100%			
(8) 年度別の完成システムを試作ラインでチェックと検収・完成 (今橋SS,産技セ)				→				→			100%	→
(9) 開発システムの総合評価を実施 (今橋SS,産技セ)									→	100%		

図 2-5 【1-1】5軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する 5 軸加工システムの開発計画

〈導入した機器設備〉

H28 年度 : 名称「NX-CAM」, 名称「立型 5 軸マシニングセンター」(詳細は 2-4 項)

H29 年度、H30 年度 : 名称「5 軸 CAD/CAM 自動プログラム高度化・高速化ソフト開発」

本事業において「薄肉・複雑一体難形状を 5 軸機械加工で創成する生産システムの開発」において、CAD/CAM の選定は、5 軸マシニングセンター同様にサポイン事業を成功に導くための重要な選択になる。

CAD/CAM の選定については、以下の項目を検討重要項目とした。

- ①フューチャーベース機能などが他の CAM より優れている
- ②技術スタッフが多く在籍しており、技術レベルも含めてサポート体制が充実している
- ③本事業でのアドバイザーもお願いしている、総合電機 H 社での実績も多く有している

以上の検討項目を主として考慮した結果、NX CAM を導入するに至った。

2-2-2 開発項目【1】の 実施計画と具体的な推進内容

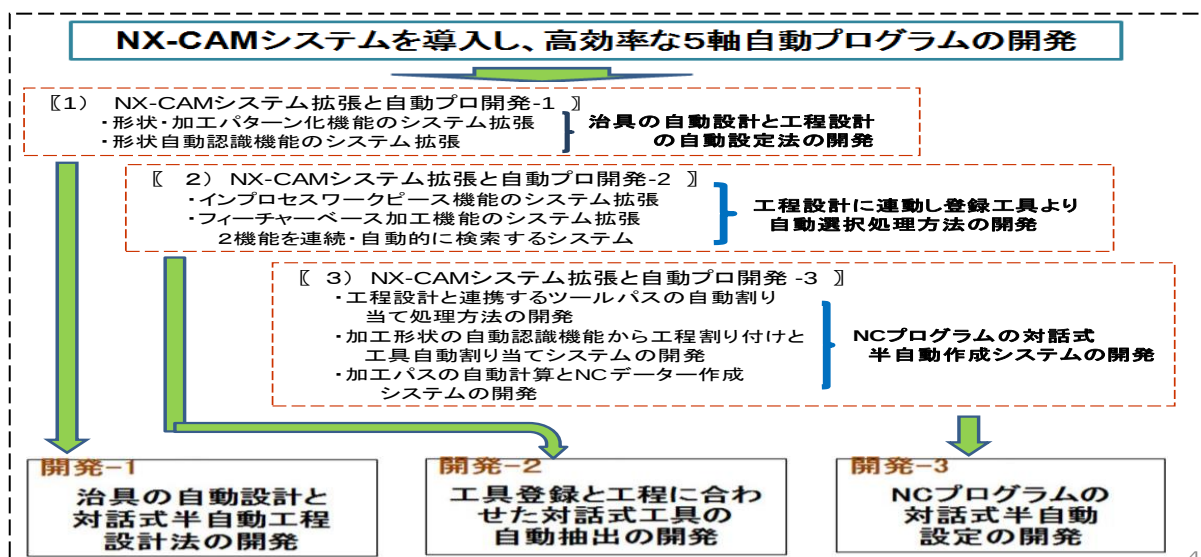


図 2-6 【1】の実実施計画と具体的な推進内容

H28 年度に取組んだ主な技術的課題と解決内容を下記(1)～(3)に示す。

(1) 「治具の自動設計法の開発」 -1

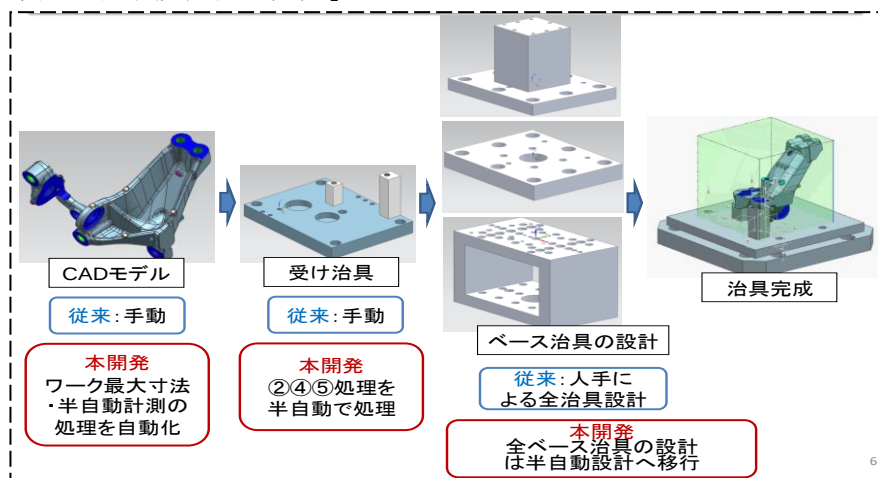


図 2-7 治具の自動設計法の開発-1

(2) 「工具の自動選択処理法の開発」

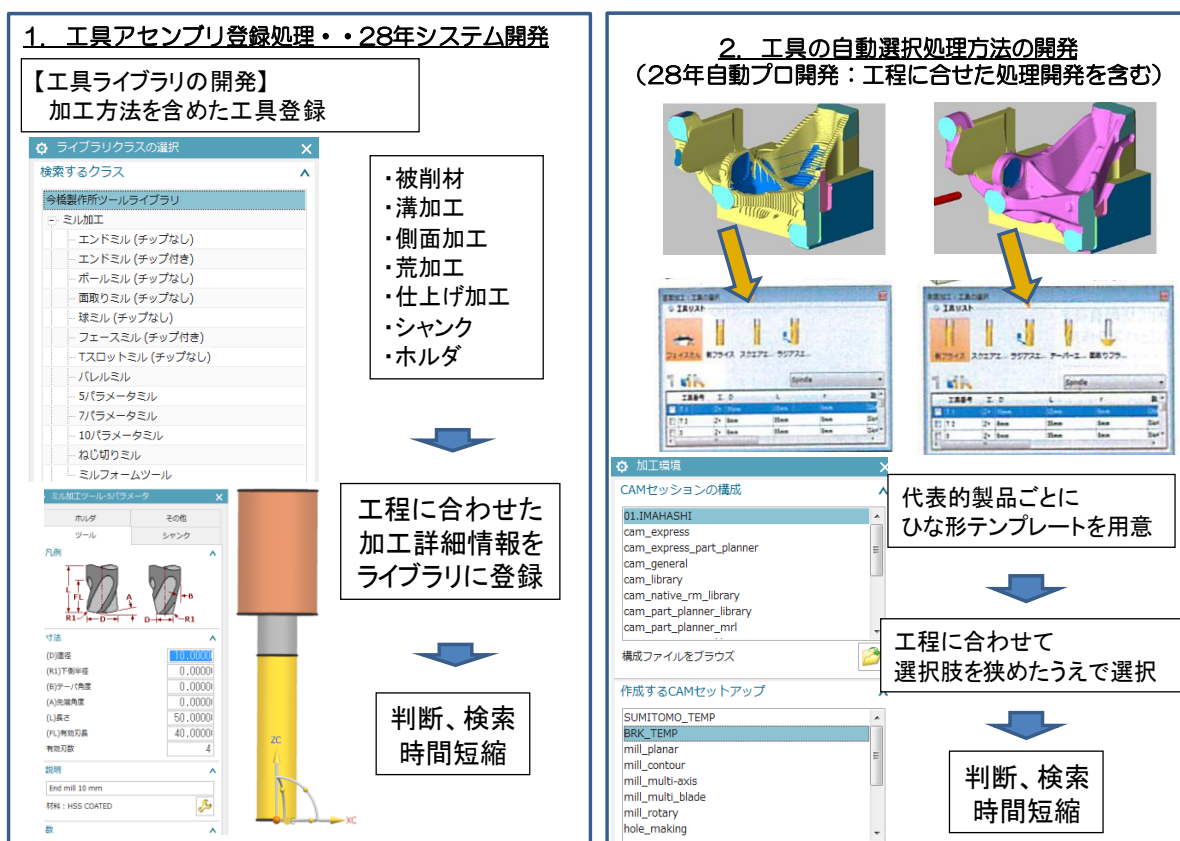


図 2-8 工具の自動選択処理法の開発

(3) 「NC プログラムの対話式半自動作成法の開発」

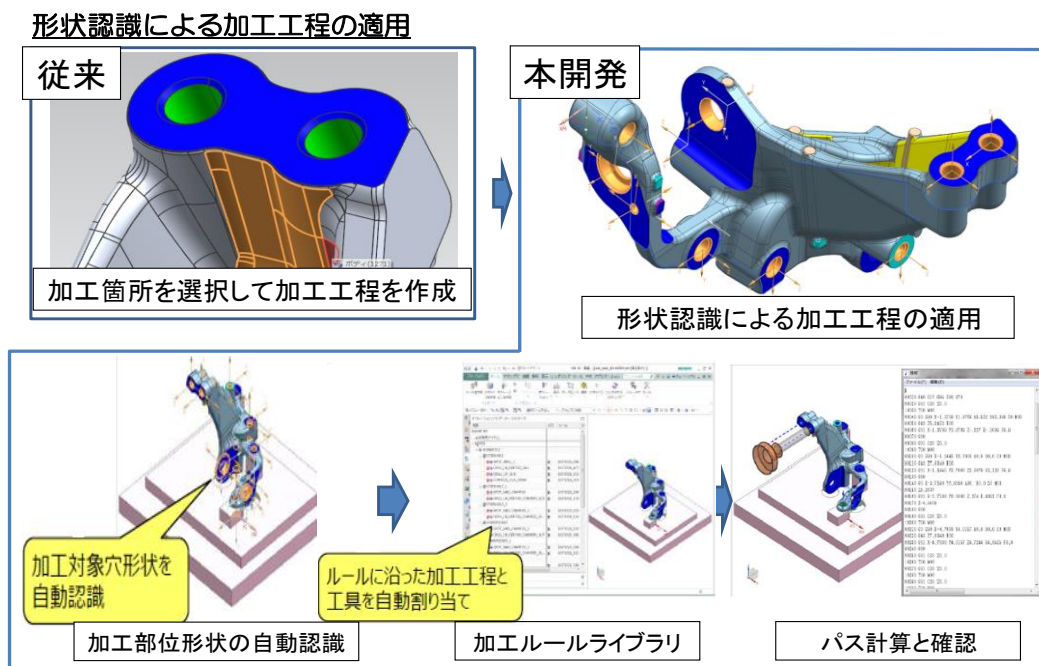


図 2-9 NC プログラムの対話式半自動作成法の開発

(4) 「治具の自動設計法の開発」-2

No.	品名	材質	サイズ	数量	備考
1	Variable 3000 テーブル	鉄製	80×60×500×100	1	マザン・インターナル
2	ベンチ	SS400	900×500×500×100	1	
3	ベンチ	SS400	700×200×200×50	2	ナニワ工務店
4	ジョイント用脚輪	SS400	180×100×200×50	1	
5	ワークベンチ用脚輪	SS400	180×100×150×50	2	
6	椅子 4脚	SS400	130×110×75×2	2	ナニワ工務店・高橋大和
7	椅子 2脚	SS400	130×110×75×2	2	
8	MSD 2000 椅子・ベンチ	SS400	2,500×600×200	1	
9	椅子 1脚 7人用ベンチ	SS400	1,150×720×40	4	
10	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	ナニワ工務店・高橋大和
11	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
12	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
13	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
14	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
15	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
16	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
17	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
18	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
19	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
20	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
21	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
22	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
23	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
24	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
25	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
26	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
27	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
28	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
29	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
30	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
31	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
32	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
33	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
34	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
35	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
36	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
37	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
38	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
39	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
40	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
41	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
42	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
43	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
44	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
45	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
46	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
47	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
48	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
49	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
50	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
51	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
52	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
53	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
54	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
55	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
56	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
57	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
58	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
59	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
60	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
61	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
62	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
63	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
64	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
65	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
66	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
67	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
68	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
69	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
70	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
71	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
72	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
73	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
74	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
75	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
76	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
77	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
78	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
79	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
80	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
81	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
82	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
83	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
84	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
85	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
86	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
87	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
88	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
89	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
90	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
91	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
92	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
93	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
94	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
95	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
96	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
97	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
98	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
99	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	
100	椅子 1脚	SS400	1,150×720×40	4	

図 2-10 治具の自動設計法の開発-2

[illegible]

図 2-11 工具ライブラリの拡充と工具管理の開発

図 2-12 FBM による穴認識と加工パターン選択開発

(7) 「FBM による自由形状での加工パス生成開発」

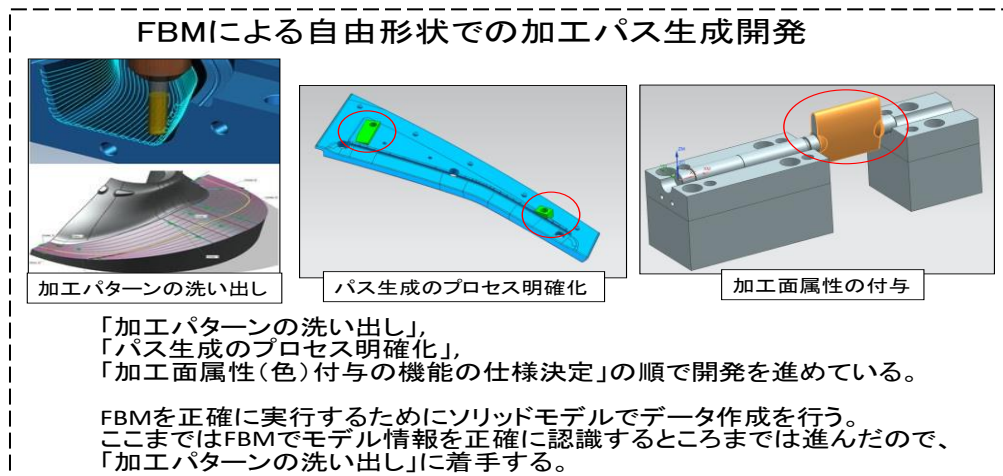


図 2-13 FBM による自由形状での加工パス生成開発

(8) 「NC プログラム出力とシミュレーション処理法開発」

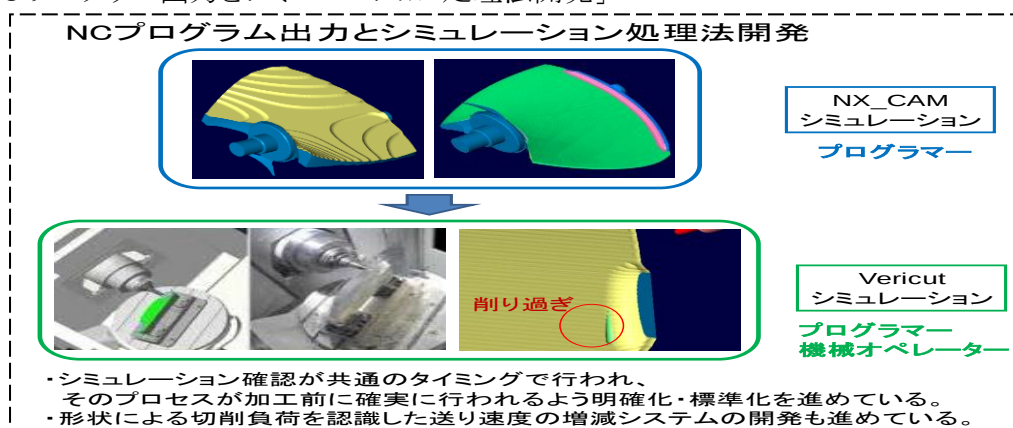


図 2-14 NC プログラム出力とシミュレーション処理法開発

H30 年度に取組んだ主な技術的課題と解決内容を下記(9)～(11)に示す。

(9) 「面・ポケット加工 工程標準化の開発」

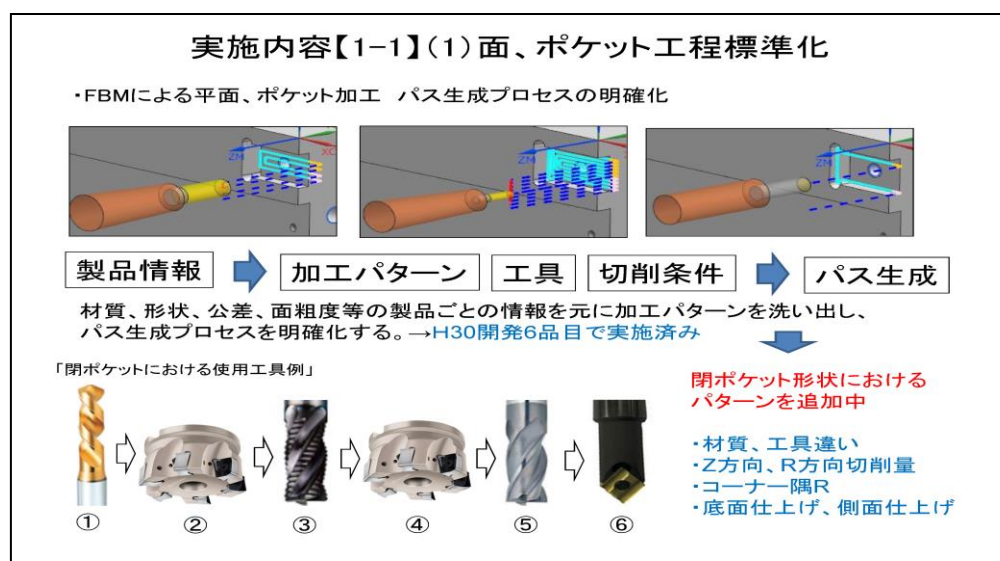


図 2-15 面、ポケット加工 工程標準化

(10) 「工具ライブラリの拡充と工具登録管理の開発」-2

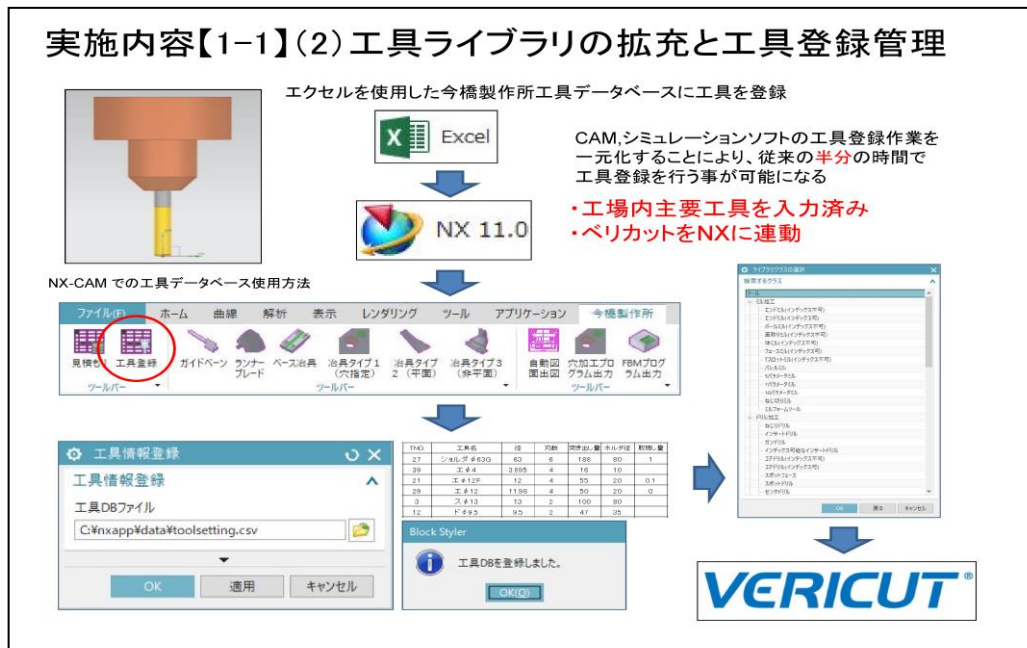


図 2-16 工具ライブラリ拡充と工具登録管理

(11) 「FBM による平面・ポケット加工パス生成の開発」

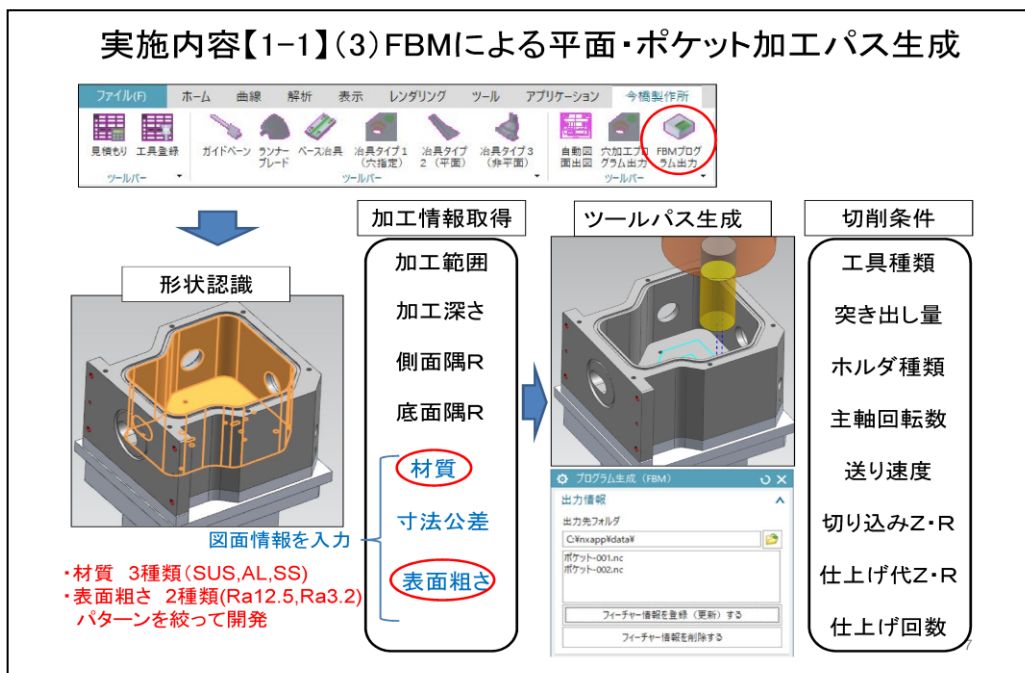


図 2-17 FBM による平面、ポケット 加工パス生成の開発

2-3 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発

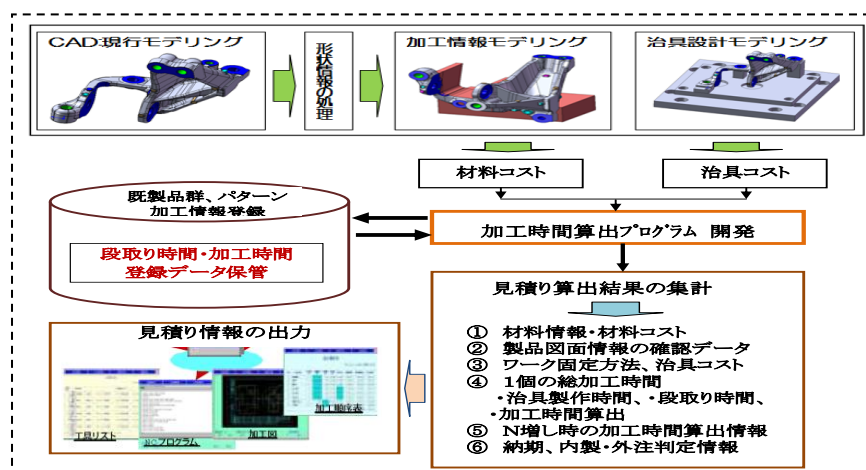


図 2-18 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発概要

開発計画の内容及び手順、担当部門を以下に示す。

2-3-1 開発事項【1-2】(1)～(6)の開発計画

産技セ：茨城県産業技術イノベーションセンター

【1】 受注～加工～出荷までITデジタル化で一貫処理する生産システムの開発												
【1-2】ITデジタル化による見積り迅速処理システムの開発	平成28年度				平成29年度				平成30年度			
	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3
(1) ITデジタル化による見積り迅速処理システムの開発に対し現行・独自の処理で実施している、見積り処理についての業務フローの作成 (今稿SS,産技セ)			→		100%							
(2) 現行業務フローより自動化移行項目を選別し、自動化する詳細な機能設定と具体化の検討しながらシステム検討書を作成 (今稿SS,産技セ)				→					→	100%		
(3) 自動化する機能設定システム検討書を基に、ソフト開発メーカーとの開発実現化の検討を行う (今稿SS,産技セ)				→					→	100%		
(4) 新しい機能を盛り込んだITデジタル化による見積り迅速処理システムを発注 (今稿SS)									→		100%	
(5) 開発試作品によるITデジタル化による見積り迅速処理システムを用いて、試行ラインでの開発項目の検証と問題点の抽出、不備項目のデバッグ等を実施 (今稿SS,産技セ)											→	100%
(6) 開発された見積り迅速システムの総合評価を行う (今稿SS,産技セ)											→	100%

図 2-19 IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発計画

(1) 技術的課題とその解決について「NX の形状認識機能を利用した半自動見積システムの開発」

NX の形状認識機能や使い勝手向上また対象部品として選定した 6 部品の現状資料ファイルより自動化する機能設定をメーカーと打合せ決定し開発を進めた。

実施内容【1-2】(2) NXの形状認識機能を利用した半自動見積システム

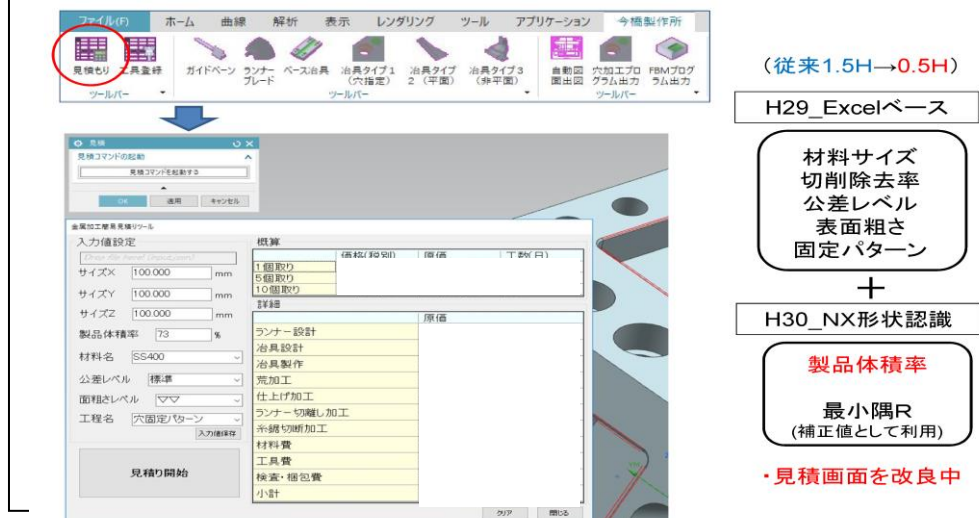


図 2-20 形状認識機能を活用した自動見積システムの開発

2-4 ビビリ振動抑制技術の開発

開発計画の内容及び手順、担当部門を以下に示す。

2-4-1 開発事項【2】(1)～(4)の開発計画

産総研:産業技術総合研究所

産技セ:茨城県産業技術イノベーションセンター

【2】ビビリ振動抑制技術の開発												
実施内容	平成28年度				平成29年度				平成30年度			
	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3
(1) 振動特性の変動をデータベース化の構築 (今橋SS, 産総研, 産技セ)												100%
(2) 振動特性の変動をデータベース化し、振動増大の 予知技術を確立する (今橋SS, 産総研, 産技セ)												100%
(3) 治具設計と薄肉加工品の組合せ強度を構造解析手法で 最適保持治具の設計法を確立する (今橋SS, 産技セ)									100%			
(4) 5軸マシニングセンターへマイクで集めたビビリ音から、複数の 最適主軸回転速度候補を画面に表示された最適主軸 回転速度と事前登録・指示された加工条件で最適条件 を比較・選択するシステムを開発する (今橋SS, 産技セ)												100%

図 2-21 【2】ビビリ振動抑制技術の開発計画

〈導入した機器設備〉

H28 年度: 名称「立型 5 軸マシニングセンター」

図 2-22 立型 5 軸マシニングセンター 全体写真



本事業においては開発実施内容の【2】ビバリ振動抑制技術の開発に記載されている通り、ビバリを検知することを可能とする特別仕様が必要不可欠であるため、メーカーと事前打合せを基に、以下に示す振動測定システムを、特別オプションとして付加することとした。

このシステムによって、

- ①: ツーリングの固有振動数を測定する
- ②: 切削加工時に発生するビバリ振動を検知する
- ③: ある一定以上のビバリ振動を検知した際には、機械送りを停止するなどのフィードバック機能を付加する
- ④: EIA コードのプログラム中のどの箇所で、ある一定以上のビバリ振動が発生したかの「マーキング機能」を付加する
- ⑤: ④、⑤のデータを蓄積することで、こういった形状、こういった切削条件下において、ビバリ振動が発生しやすいかをノウハウ化し、最終的には CAM プログラムの際に活かせるようなシステムに結び付ける。

2-4-2 技術的課題とその解決について具体的に取組んだ内容

(1) エンドミル加工時のビバリシミュレーション」(安定限界の推定)

図 2-23 にビバリ振動特性シミュレータの振動モデルを示す。一自由度粘性減衰振動系モデルであり、工具の時間遅れに起因する切り込み量変動による再生型ビバリを想定している。

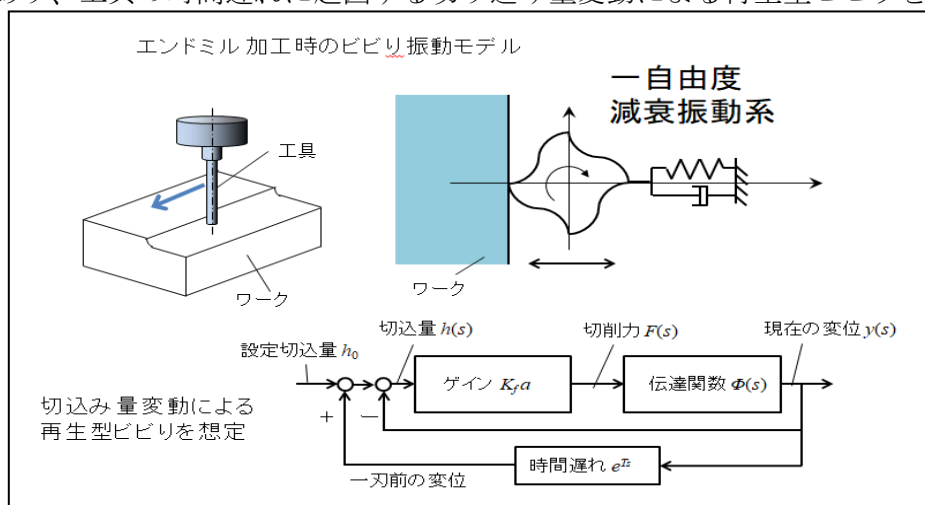


図 2-23 ビバリ振動モデル

図 2-24 の伝達関数に示されるように、測定データには多くの振動モード成分の重ね合わせとなる。ビバリ振動に影響するのは主に低周波成分であるため、正確な安定限界を求めるためには、不要な高周波成分を除去する必要がある。

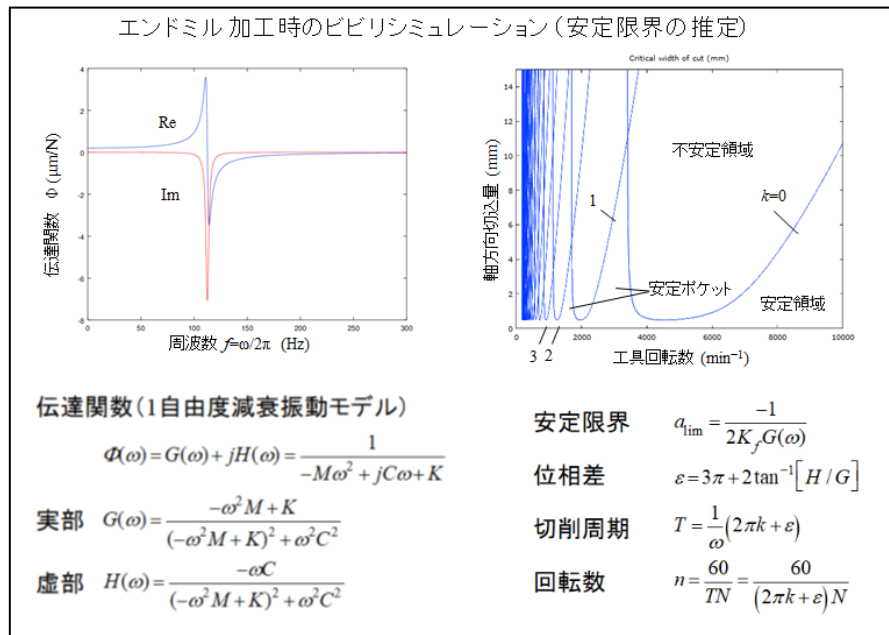


図 2-24 伝達関数とビビリシミュレーション

(2) カーブフィット法を用いた伝達関数実測値の補間およびノイズ除去

図よりわかるように、伝達関数の実部は固有振動数から離れた低周波部分で正の値を持っている。そのため高周波に振動成分がある場合に、その影響でプラス側にシフトする傾向がある。理論上は実部がマイナスの部分でビビリが発生するため、測定データをそのまま使用するとビビリ発生を予測できなくなる可能性が高い。一方で、伝達関数の虚部においては固有振動数付近でのみ大きな値を持つため、周波数の離れた高周波振動の影響を受けにくく、測定されたピーク値、ピーク周波数ともに信頼性が高いと考えられる。

以上の考察により、高周波ノイズを除去して必要な低周波成分のみを取り足すために、図 2-25 のような測定データのピーク値および周波数を用いてカーブフィットを行う方法を考案した。

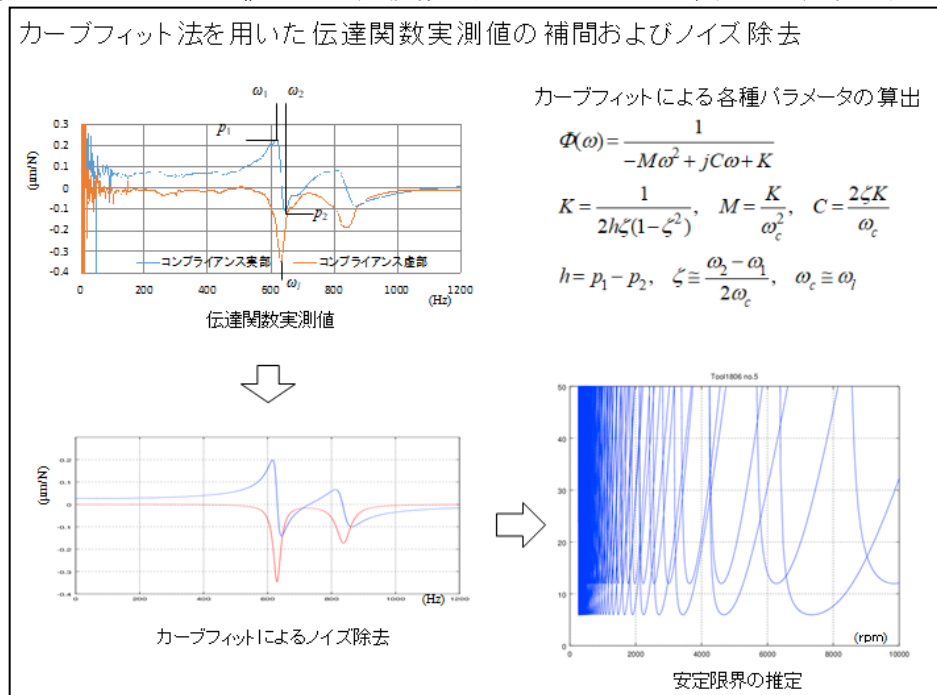


図 2-25 カーブフィット法によるノイズ除去

(3) 安定限界線図法の有効性確認

ワーク側に起因するビビリ抑制技術としては、ワークに対する最適な保持治具の設計法を昨年度までに確立したことから、今年度は、工具側を起因とするビビリ抑制を目的に、安定限界線図法による最適加工条件の選定を可能とするため、工具振動特性の計測・加工実験による安定限界線図の検証を主に実施した。

なお、検討対象とする工具は、株式会社今橋製作所の加工現場において汎用性が高い6つのツールセット（工具）とした。

(3-1) ハンマリング試験による振動特性の計測

対象となるツールセットの振動特性については、H29年度、加工機に取り付けた状態や単体の状態で試験を実施し安定限界線図の算出を試みたものの、取得した振動特性データにノイズが多かったこともあり、実用的な安定限界線図を得ることができなかった。

したがって、H30年度は、ビビリ振動に詳しい工作機械大手メーカーの技術者や安定限界線図の算出を担当する産業技術総合研究所（以下、産総研）の研究者と検討を重ねた結果、H30年度改めてノイズの少ない振動特性データを取得するとともに、安定限界線図算出の前提となる振動特性データの解析手法を産総研で工夫することで、最適加工条件が予測可能な安定限界線図の算出を目指すこととした。

試験は、株式会社今橋製作所の加工機に装着した状態のツールセットの先端をハンマで叩き、打点裏側に設置した加速度センサで振動特性を取得した。

試験対象のツールセットの概要を表 2-1 に、ハンマリング試験の構成を図 2-26 に示す。

表 2-1 対象ツールセット

No.	ホルダ	コレット	刃物
1	MST BT40-SLK12-75	MST CR12-10-80	ミスミ XAL-BEM2S5-10-100
2	MST BT40-SLK12-75	MST CR12-6-80	ミスミ MRC-HBEM2S3
3	BIG BT40-NBS13-120	BIG NBC13-10AA	ミスミ XAL-EM4S10
4	BIG BT40-NBS13-135	BIG NBC13-6AA	ミスミ XAL-EM4S6
5	BIG BT40-HMS32S-105	BIG AC32-20	SECO R217.29-2525.3-05.3.050
6	BIG BBT40-HDC12S-150		ミスミ XAL-EM4S12

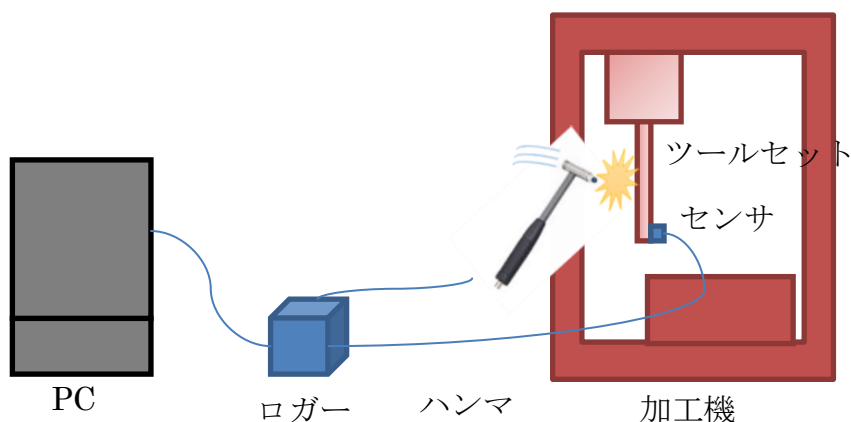


図 2-26 ハンマリング試験構成図

ハンマリング試験の結果，得られた振動特性データを図 2-27～32 に示す。

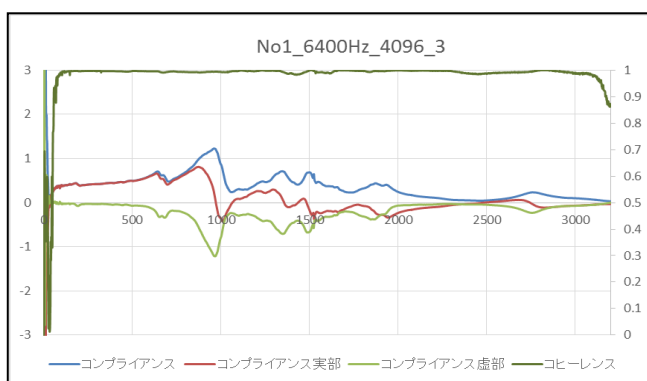


図 2-27 ツールセット No1 の振動特性

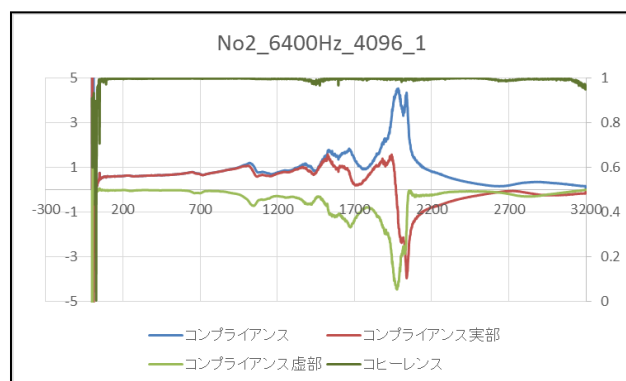


図 2-28 ツールセット No2 の振動特性

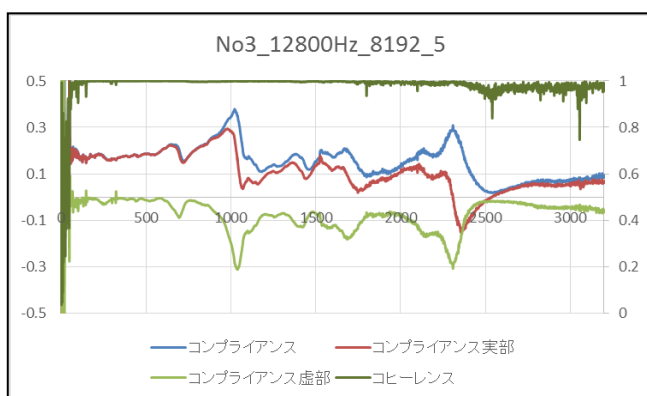


図 2-29 ツールセット No3 の振動特性

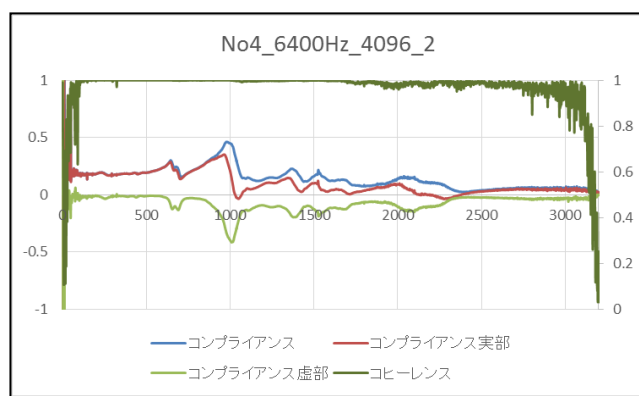


図 2-30 ツールセット No4 の振動特性

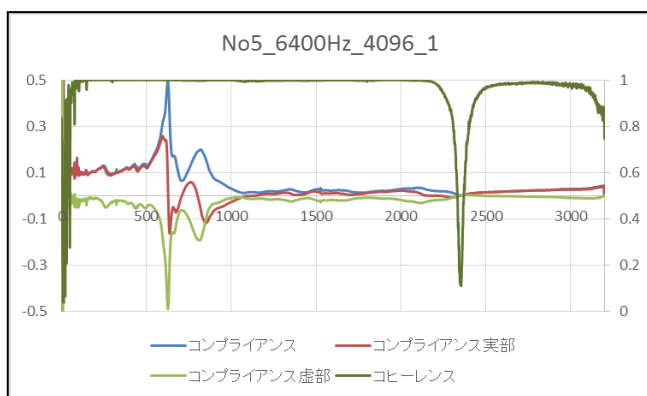


図 2-31 ツールセット No5 の振動特性

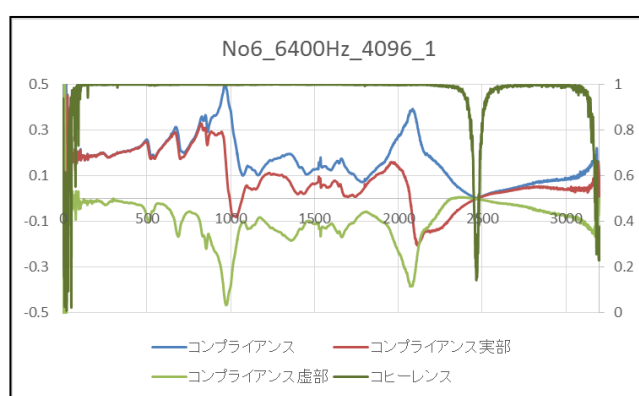


図 2-32 ツールセット No6 の振動特性

(3-2) 安定限界線図の算出

ハンマリング試験で得られたツールセットの振動特性データを産総研に送付し、カーブフィッティングによる解析後、それぞれの安定限界線図を産総研にて算出した。

産総研により算出された安定限界線図を図 2-33～38 に示す。

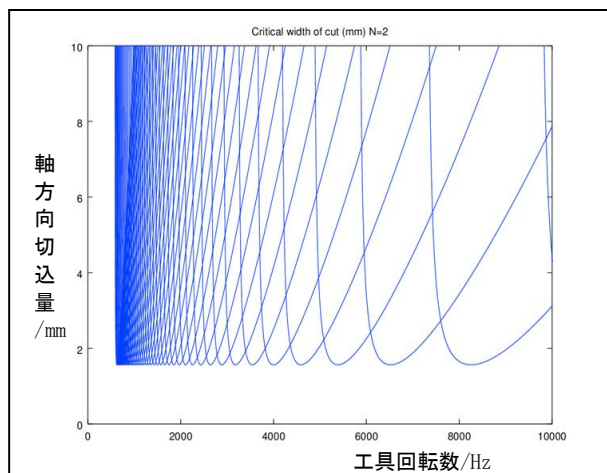


図 2-33 ツールセット No1 の安定限界線図

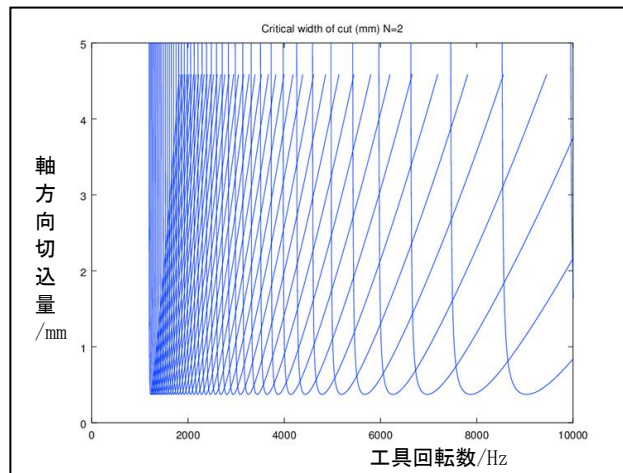


図 2-34 ツールセット No2 の安定限界線図

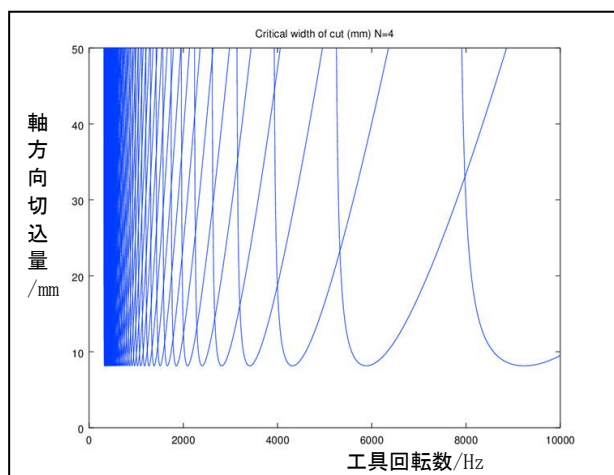


図 2-35 ツールセット No3 の安定限界線図

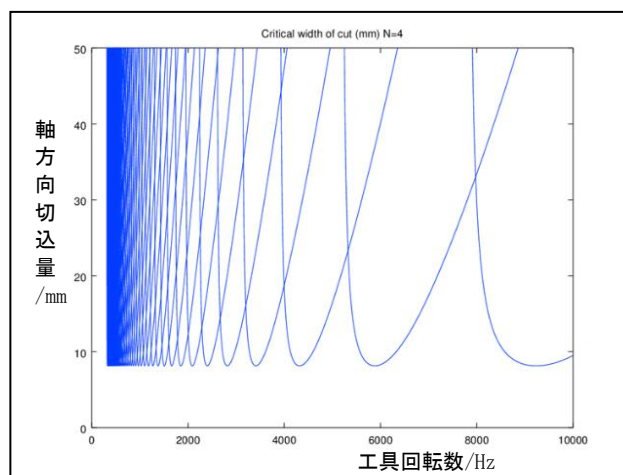


図 2-36 ツールセット No4 の安定限界線図

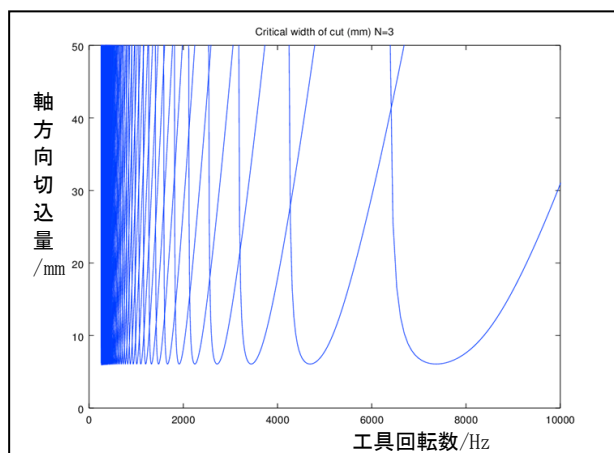


図 2-37 ツールセット No5 の安定限界線図

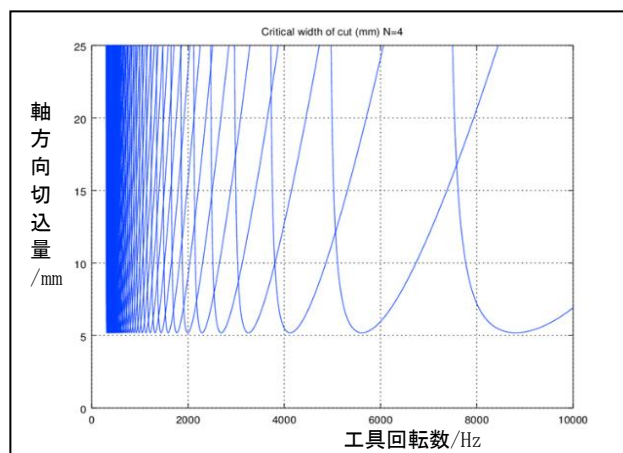


図 2-38 ツールセット No6 の安定限界線図

(3-3) 安定限界線図の検証

算出された安定限界線図が、ビビリ振動抑制に有効かどうか確かめるため、株式会社今橋製作所の実機で実際のアルミ合金ブロックを切削しビビリ状態の有無を確認する加工実験を実施した。

まず、傾向の確認として、算出された安定限界線図が示す加工条件と振動状況の関係と実際の加工状況に大きく違いがないか確認するため、各ツールセットについて大まかにその傾向を確認した。なお、ツールセット No.5 のエンドミルについては、特殊用途で実験での加工が不可のため、対象から除外した。

確認実験の加工条件を表 2-2 に、結果を図 2-39～43 に示す。

表 2-2 加工条件（確認実験）

ツ ー ル No	ホルダ	コレット	刃物	工具 径 (mm)	刃 数	加工条件			
						半 径 方 向 切 込 量 (mm)	被削材	軸方向 切込量 (mm)	主軸回 転数 (rpm)
1	MST BT40-SLK12-75	MST CR12-10-80	ミスミ XAL-BEM2S5-10-100	10	2	0.1 又は 0.3	アルミ 合金	2	4,500
									5,000
									5,500
2	MST BT40-SLK12-75	MST CR12-6-80	ミスミ MRC-HBEM2S3	6	2			0.75	7,000
									7,500
									8,000
3	BIG BT40-NBS13-120	BIG NBC13-10AA	ミスミ XAL-EM4S10	10	4			17.5	6,000
									7,500
									9,000
4	BIG BT40-NBS13-135	BIG NBC13-6AA	ミスミ XAL-EM4S6	6	4			10	6,000
									7,000
									8,500
6	BIG BBT40-HDC12S-150	-	ミスミ XAL-EM4S12	12	4			15	6,500
									7,500
									8,500

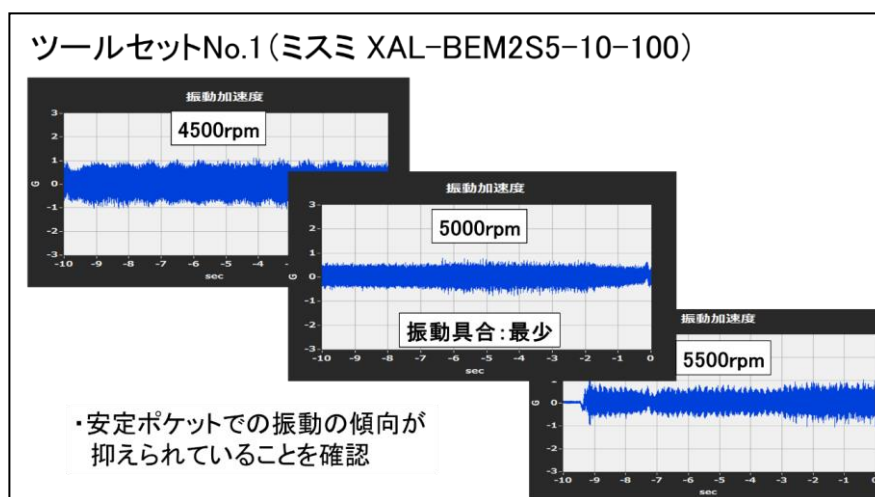


図 2-39 ツールセット No1 の振動状況

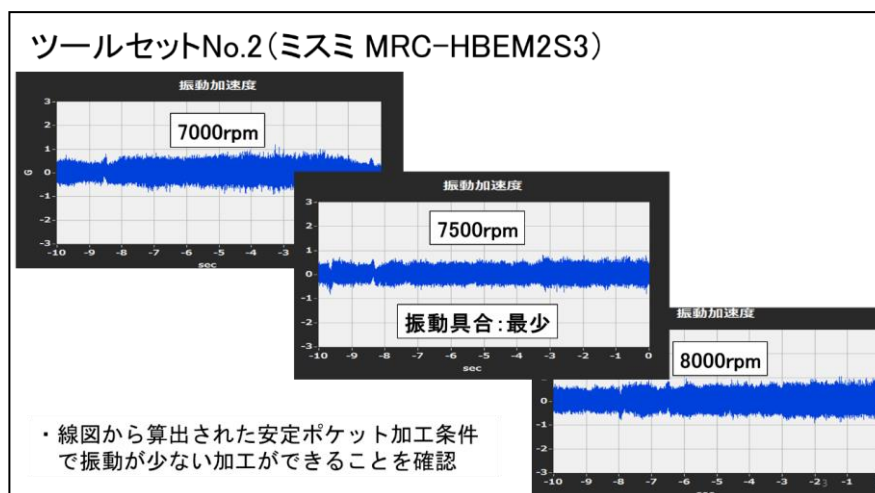


図 2-40 ツールセット No2 の振動状況

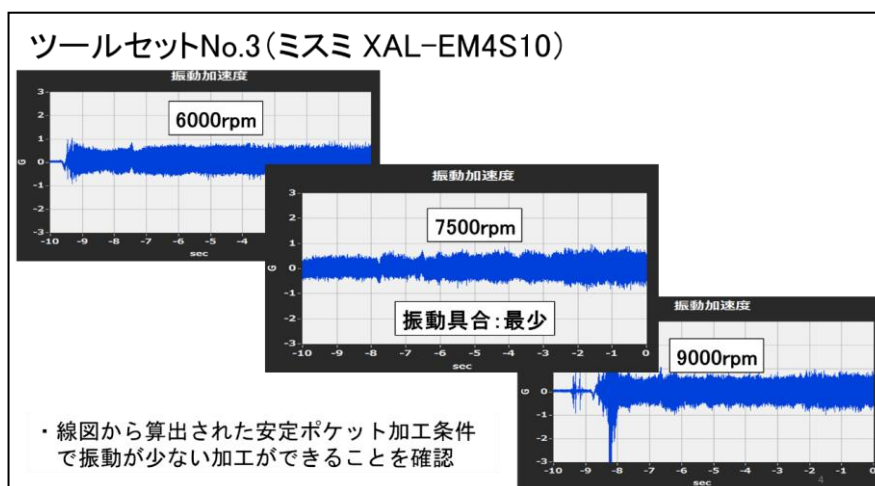


図 2-41 ツールセット No3 の振動状況

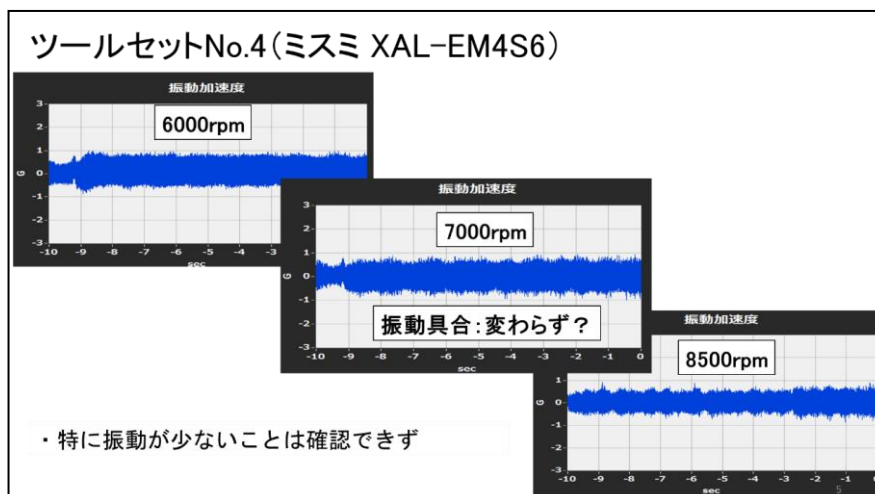


図 2-42 ツールセット No4 の振動状況

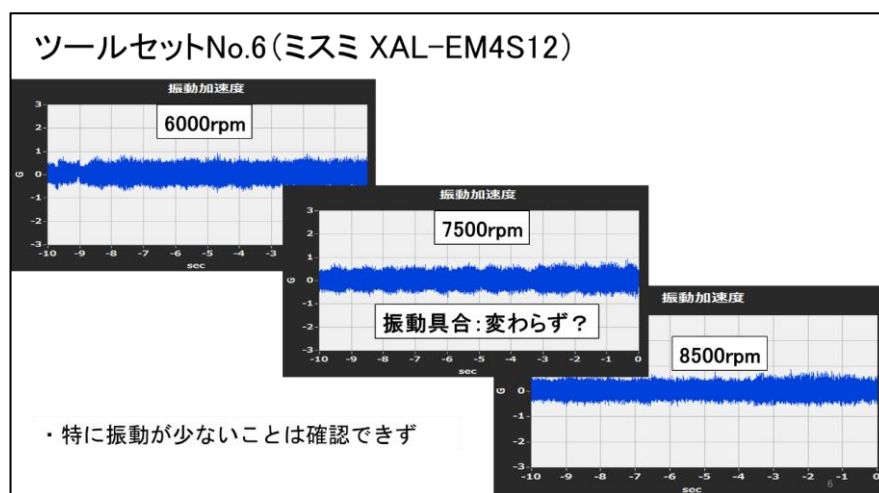


図 2-43 ツールセット No6 の振動状況

上記により，安定限界線図法による振動抑制に最適な加工条件の選定は概ね有効であることが確認できたが，前記確認試験の加工条件では明確に差が出なかったツールセットもあり，また，安定限界線図の縦軸である軸方向切込量を変化させた場合の影響までは同実験で確認できていないことから，詳細な検証実験を実施することとした。

検証実験は，6 ツールセットのうち，詳細な検証という意味もあることから前記確認実験で明確な差が出なく，かつ，現場において汎用性の高い No6 ツールセット($\phi 12$ のスクエアエンドミル)を対象とし，株式会社今橋製作所において実際にアルミ合金ブロックを様々な加工条件で切削し，ビビリの有無を切削面の目視，加工機に実装されている振動検知システムのデータ及び加工音等で確認した。

本検証実験の具体的な加工条件を表 2-3 に示す。

表 2-3 検証実験の加工条件

ツールセット No	ホルダ	コレット	刃物	工具径 (mm)	刃数	加工条件			
						半径方向切込量 (mm)	被削材	軸方向切込量 (mm)	主軸回転数 (rpm)
6	BIG BBT40-HDC12S-150	—	ミスミ XAL-EM4S12	12	4	5	アルミ合金	3 10 15 20	7,000 7,500 7,800 8,000 8,500

検証実験の結果を図 2-46 に示す。図中の○×点が検証実験における各加工点でありその加工点でのビビリ状態（○：ビビリなし，×：ビビリ状態）を表している。

図を見て分かるように、各加工点における振動の有無と今回算出された安定限界線図が示す振動状況は良く一致することが確認できた。

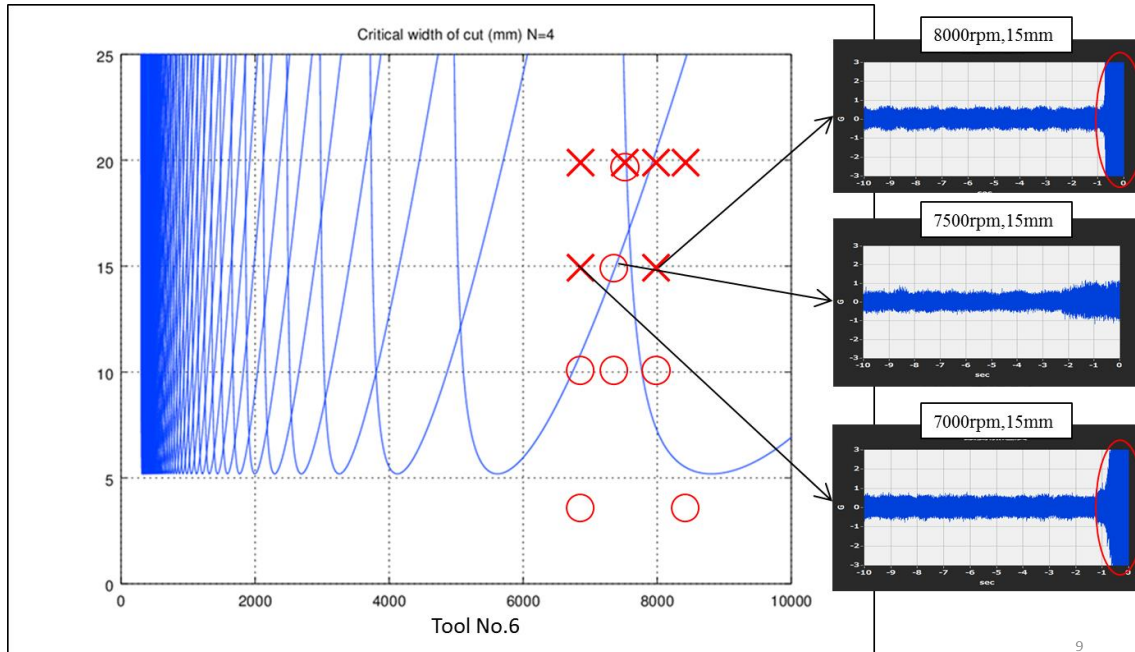


図 2-44 ツールセット No6 の検証実験結果

(3-4) まとめ

ハンマリング試験を実施し適正なツールセット振動特性を取得できたことで、検証可能な安定限界線図の算出が可能となり、実際の加工機での検証実験によりその有効性を確認できた。

このことにより、①実際に稼働させる加工機に取り付けた状態のツールセットのハンマリング試験による振動特性データ取得、②同振動特性からの安定限界線図の算出、算出された安定限界線図に基づくビビリを抑制する最適加工条件選定の検証、による一連のビビリ抑制技術・システムは、実際の加工において有効であることが分かった。

(4) 加工機上のビビリ検知・判定システムの検証

株式会社今橋製作所の実機では、主軸に加工振動を検出できるように加速度センサを内蔵し、機上でビビリ状態を検知・判定可能なシステムが昨年度までに導入されているものの、ノイズ混入により正しいデータを取得できない状態となっていることから、修正を実施するとともに改めてその効果を確認した。

(4-1) ノイズフィルタの設置

昨年度までに開発された検知システムの振動センサにノイズが混入し、振動検知に支障をきたしていることから、ノイズ除去に有効なフィルタを産業技術イノベーションセンターで自作しシステムに組み込むことで、ノイズが除去されて有効なデータを取得できることを確認した。

(4-2) システムの検証

フィルタを通したデータにより，株式会社今橋製作所に導入された実際の加工機上で，振動データの検知・収集やビビリ状況を判定するシステムが正常に稼働することを，加工実験を通じて確認した。ビビリ検知・判定システムの概要を図 2-45 に示す。

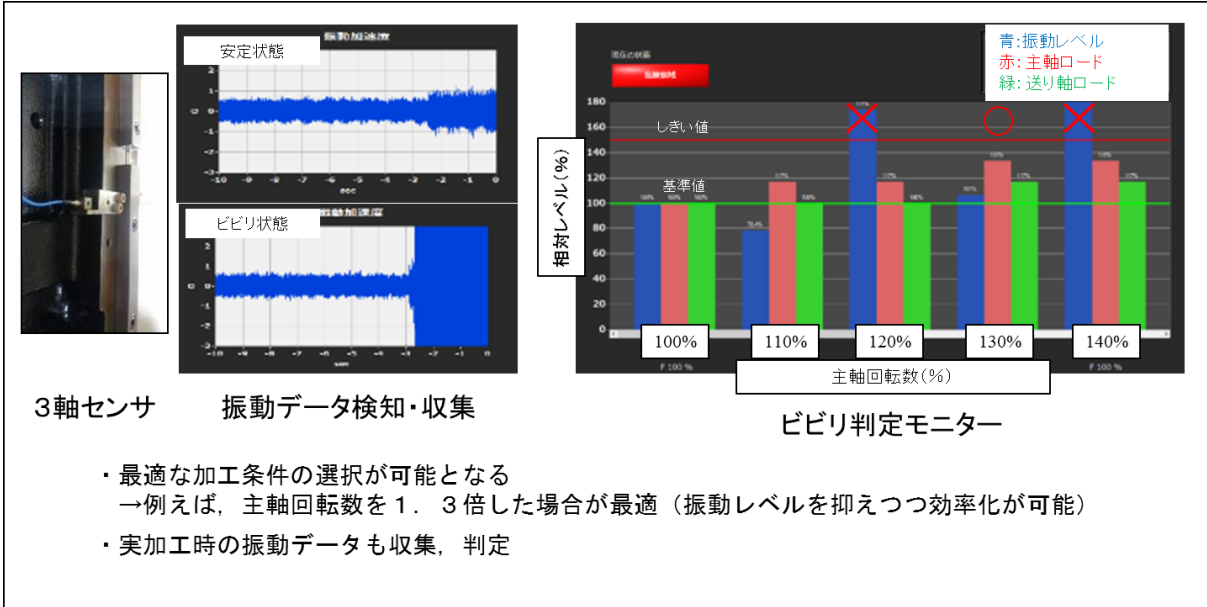


図 2-45 振動検知・収集・判定システムの概要

(4-3) まとめ

ノイズの影響を排除しつつ実際の加工現場におけるデータを検知・収集可能であることを確認した。本システムにより，現場でのその場判定による加工条件最適化だけでなく，蓄積されたデータを活用した加工条件の微調整による最適化も可能となることから，安定限界線図法による事前予測と併せることでビビリ抑制に大きな効果が期待できる。

2-5 自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発

開発計画の内容及び手順、担当部門を以下に示す。

2-5-1 開発事項【3】(1)の開発計画

産技セ: 茨城県産業技術イノベーションセンター

【3】自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発												
実施内容	平成28年度				平成29年度				平成30年度			
	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3	4 ～ 6	7 ～ 9	10 ～ 12	1 ～ 3
(1) 受注～出荷までIT化による一気通貫で短納期を実現する革新的な生産システムの検証・評価を行う (今橋SS,産技セ)											100%	

図 2-46 自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発計画

〈導入した機器設備〉

H30 年度:名称「立型3軸マシニングセンター」



図 2-47 立型 3 軸マシニングセンター全体写真

〈本機の導入理由〉

- ①平成 28 年度に導入した 5 軸マシニングセンターだけでは、川下企業からのニーズをこなすことが難しかったため、3 軸マシニングセンターを導入することで、「5 軸マシニングセンターの前工程を受け持つ」ことにより更なる短納期化を図る。(下図イメージ参照)

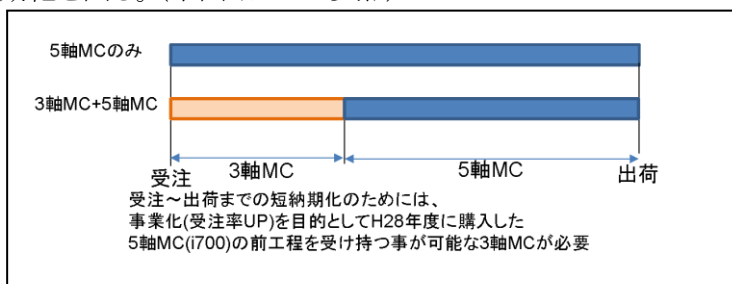


図 2-48 前工程処理による短納期化

- ②5 軸マシニングセンターで加工中にビビリ現象が発生したが生産は止められない場合、ビビリ対策のために 3 軸マシニングセンターにて原因及び対策を構築するため

H28 年度～H30 年度において、下記 研究開発・機器の導入等実施

- ①「受注～加工～出荷まで IT デジタル化で一貫処理する生産システムの開発」
- ②「ビビリ振動抑制技術の開発」
- ③ 量産品の製品を 12 パターンに分類 (H30 x 6 パターン+H29 x 6 パターン)
- ④ 5 軸 MC の前工程処理を担当する 3 軸 MC の導入

H30 年度(事業最終年度)において、受注～出荷までの納期実績を検証、評価した。その結果、4W→2W を確認することができ、大幅な納期短縮を図ることが出来た。

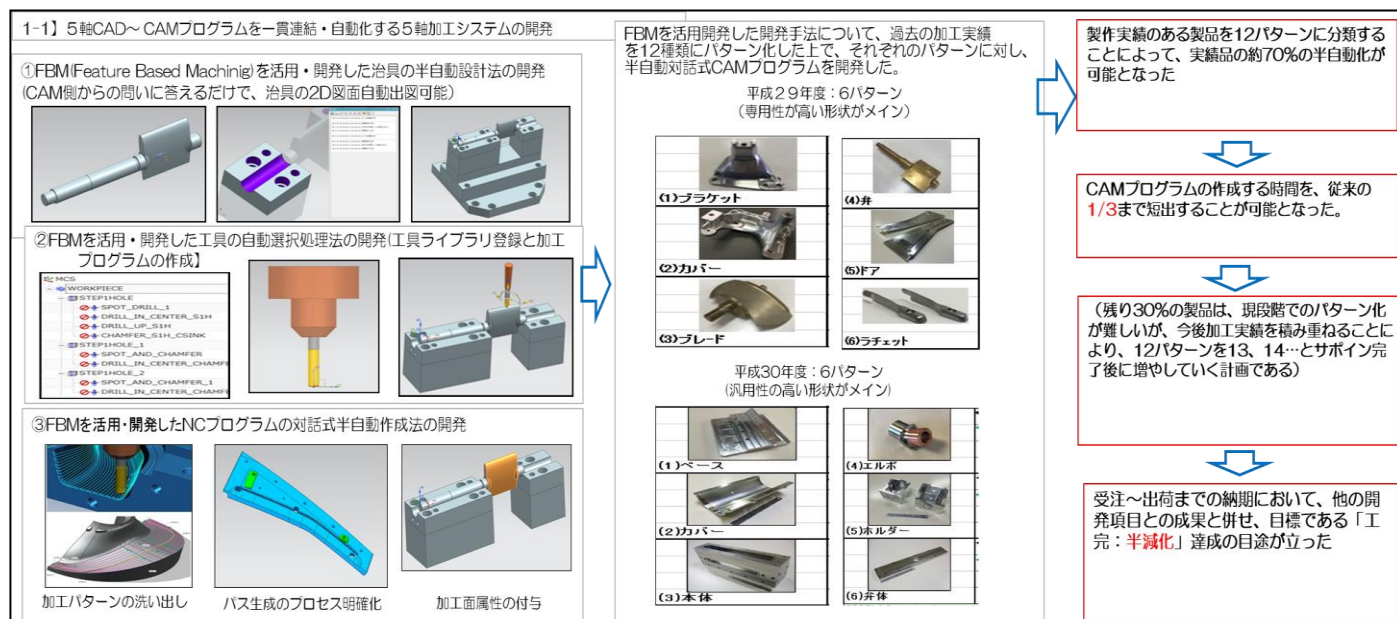


図 2-49 受注～出荷までの納期実績検証・評価

第3章 全体総括

本サポイン事業による研究開発のまとめを以下に示す。

(1) 受注～加工～出荷まで IT デジタル化で一貫処理する生産システムの開発

(1-1) 5 軸 CAD～CAM プログラムまでを一貫連結・自動化する 5 軸加工システムの開発

FBM (Feature Based Machining) を活用し「治具半自動設計法」、「工具の自動選択処理法」、「プログラムの対話式半自動作成法」を開発した。それと併せて製品を量産品を 12 パターン化することにより、CAM プログラム作成時間 24 時間→8 時間 (1/3 化) を達成することが出来た。これらの効果により受注～出荷までの納期 4W→2W (半減化) を達成することが出来た。

(1-2) IT デジタル化による見積り迅速処理システムの開発

NX の形状認識機能を利用した半自動見積システムの開発や使い勝手向上により見積処理時間 1.5 時間→0.5 時間に短縮することが出来た。

(2) ビビリ振動抑制技術の開発

工具のハンマリング試験で測定した伝達関数において、高周波ノイズを除去するカーブフィット法を使ったノイズ除去システムを構築した。これを用いて得られたデータから安定限界線図を算出し、実機での加工検証によりシミュレーション結果と実機が一致し、有効性を確認することができた。これにより安定限界線図のビビリ予測だけでなく、切削時の振動状況記録を活用した加工条件最適化の事後検討も可能となりビビリ抑制システムとして大きな効果が期待できる。本ビビリ発生予知により試し削り時間を半減化することができた。

(3) 自動車向け薄肉・複雑一体難形状品の量産技術の開発

(1) (2) のシステム開発で IT 一貫通貫化とともに、量産品の製品を 12 パターンに分類する技術 (H30 x 6 パターン + H29 x 6 パターン)、5 軸 MC の前工程を処理する 3 軸 MC の導入等により、更なる納期短縮化が図れた。実績を検証した結果 4W→2W を確認することが出来た。

(4) 研究開発後の課題・事業化展開

「自動車分野」の他に、「環境・エネルギー分野」「医療・健康分野」は本開発における川下分野であるが、本開発にて『薄肉、複雑形状一体化難形状品を、しかも超短納期で製作する』技術は、他の産業分野での薄肉、複雑形状の試作開発品でも十分に競争力を発揮できる。

例えば、①航空宇宙分野におけるチタン合金や、高強度アルミニウムなどの切削構造物、②次世代照明 (有機 EL) 筐体への応用、③軽量化、小型化に関する開発、研究を進めている、研究機関、大学などで大いに期待できるため、ホームページなどによる WEB 営業戦略や、狙いを絞った展示会などの出展などを積極的に活用することで、新たな事業展開と企業の発展に貢献できると確信している。

以上