

# 静岡県 新成長戦略研究 成果集

令和2年度 完了課題

## INDEX

- ・エリートツリー種子の早期生産技術の開発  
(農林技術研究所) 1 ~ 2 P
- ・家畜ふん尿の乾燥及びエネルギー転換技術の開発  
(畜産技術研究所) 3 ~ 4 P
- ・車載光学機器産業を支援する設計・評価・生産支援技術の開発  
(工業技術研究所) 5 ~ 6 P
- ・次世代インプラントの型鍛造成形を可能にする設計支援技術の開発  
(工業技術研究所) 7 ~ 8 P



## エリートツリー種子の早期生産技術の開発

【担当研究員】 山田晋也・福田拓実・山本茂弘・猿田けい・野末尚希・加藤徹

### 背景・目的

本県では、国の基準を満たし、農林水産大臣の指定を受けたスギ・ヒノキの母樹をエリートツリーと呼んでいます。エリートツリーは早い成長が期待できる一方、まだ、選抜されたばかりで、種子を取るための母樹の準備が出来ていません。そこで本課題では、果樹分野で実用化されているビニールハウス内における根圏制御栽培法を応用し、種子の早期生産技術を開発しました。また、これらの技術を種子生産現場へ導入・普及するための管理マニュアルを作成しました。

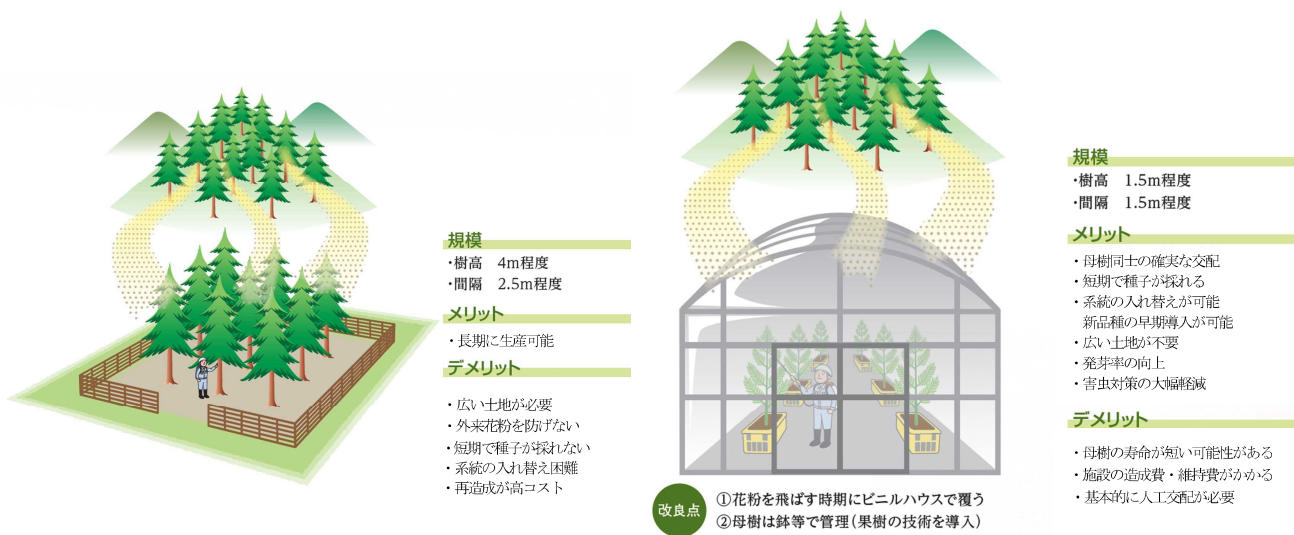


図1 従来方式の採種園

自然まかせの生産のため豊凶がある

図2 開発した採種園

管理された環境のため高品質な種子生産が期待できる

### 研究成果

#### 1 種子増産技術の確立

ビニールハウス内における根圏制御栽培法（図2）により、スギの採種量は定植1年目の若齢木でも17.2g/本と従来採種園（図1）10年生母樹の20g/本と遜色のない生産量でした。また、定植2年目の母樹で31.2g/本、3年目で45.8g/本となりました。従来採種園は3年に1度の収穫であるのに対し、前年に続き連続して収穫できたことから、単位面積当たりの生産量は3倍以上になることが明らかになりました。

ヒノキは、種子採取まで通常10年程度かかるところ、定植2年目の母樹で2.2g/本、定植3年目の母樹で5.5g/本と種子の早期生産に成功しました。しかし、着花した雌花の約1割程度しか結実しなかったことから、人工交配に原因が考えられ課題が残りました。

## 2 受粉効率を高める技術の開発

平成30年度はスギで13回の交配作業の結果、従来方式で生産した種子の平均発芽率が20%であるのに対して、平均発芽率46.1%の種子を生産することができました。令和元年度は15回の人工交配を行った結果、平均発芽率は36.0%になりました。令和2年度は精製後に発芽能を確認した花粉を用いて、10回の人工交配を実施したところ、発芽率は40.1%で、発芽率を高めるためには発芽能の高い花粉が必要であることが判明しました。

ヒノキでは令和元年度は15回の人工交配の結果54.0%、令和2年度は10回の人工交配の結果45.4%の発芽率であり、2年とも目標の40%を達成することができました。

これらの成果は閉鎖型採種園の管理マニュアルとしてまとめ、西部農林事務所育種場に技術移転しました。



図3 スギ閉鎖型採種園

- ・ビニールハウスによって外部からの害虫を防ぎ、母樹同士の確実な交配が可能になります。
- ・果樹分野で確立されている根圏制御栽培法によって種子の早期生産が可能です。
- ・人工交配を約10回/本実施することで発芽率を40%以上にすることができます。



①収穫コンテナへスギ母樹を定植



②定植2年目まで夏はドリッパーによる約2L/日・本の点滴灌水



③1月下旬にビニールハウスを閉鎖し2月上旬人工交配を10回以上実施する



④6月に翌年の着花のためにジベレリン処理を実施

- ・毎年収穫ができますが、大量（定植3年目母樹で約1000個/本）の球果をつけさせると翌年の収穫量が極端に減ってしまうことがあります。雌花着花量に注意してください。
- ・使用する花粉の発芽能を確かめてから、交配回数を決定してください。

図4 閉鎖型採種園におけるスギ種子生産方法

## 3 今後の展開

ビニールハウス内における根圏制御栽培法の種子生産技術は、令和3年4月から西部農林事務所育種場において、スギ・ヒノキエリートツリーの種子生産方法として本格的に導入されました。閉鎖型採種園の作業効率化と、ヒノキ種子生産量の向上については、継続して研究を行い速やかな実用化を目指します。

(プロジェクトチーム) 農林技術研究所森林・林業研究センター森林育成科、森林整備課、西部農林事務所  
静岡大学農学部、岐阜大学応用生物科学部、日本製紙(株)、日本製紙木材(株)

問合せ先：農林技術研究所森林・林業研究センター (TEL:053-583-3121)

## 家畜ふん尿の乾燥及びエネルギー転換技術の開発

[担当研究員] 佐藤克昭・高野 浩・二俣 翔・川井理仁・杉山 典・岡本哲志・中村明弘

### 背景・目的

本県の農業粗生産額のおよそ3割を占める畜産は、近年大規模化が進んでおり、畜産経営の現場では他の農業分野に先駆けて機械化・効率化に取り組んでいます。しかし、牛や豚などの家畜が排せつするふん尿の処理は既存技術である『堆肥化』が中心で、畜産集中地帯では需要を越えた堆肥の供給や牧草地への過剰施用による環境汚染が懸念されています。

本研究では、畜産経営の規模拡大に伴い増加する家畜ふんを、堆肥化ではなくエネルギー利用することを目的とし、そのために必要な家畜ふんの乾燥技術と、バイオマスボイラーの燃料として利用するための燃料品質の向上につながる技術の開発に取り組みました。

### 研究成果

#### 1 家畜ふんを乾燥させる技術の開発

家畜ふんのうち水分が高く1頭あたりの排出量が多い乳牛ふんについて、化石燃料をなるべく使用せずに乾燥させる手法を検討しました。その結果、アクリル系水性エマルジョンを主成分とする乾燥促進剤の添加と、太陽熱温水パネルを利用した加熱乾燥施設(図1)を併用することで、従来技術である天日乾燥のおよそ1/3の期間で、燃料として利用可能な水分含有率30%以下まで乾燥させることができました(図2)。



図1 太陽熱温水パネルを利用した加熱乾燥施設

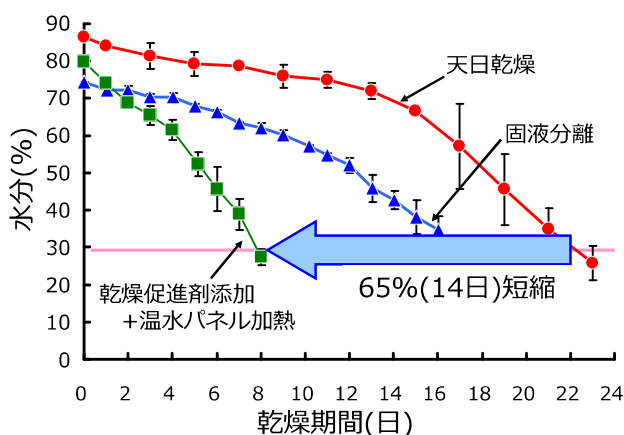


図2 乾燥促進剤や加熱による乾燥期間の短縮効果

#### 2 乾燥家畜ふんの燃料としてのポテンシャル

乾燥促進剤と太陽熱を利用した加熱装置を用いて短期間で乾燥させた乳牛ふんの熱量は約16.2MJ/kg(約3,800kcal/kg)となり、バイオマスボイラーで使う木質ペレット(熱量16.5MJ/kg)と同等の熱エネルギーが得られました(図3)。

また、乾燥させる前に固液分離(ふんの水分を搾ること)をすることで、塩素や窒素、ミネラルなどを除去することが可能となり、燃焼時の排気ガスに含まれる大気汚染物質を低減し、燃焼後のボイラーに残る灰を減らすことができました(表1)。

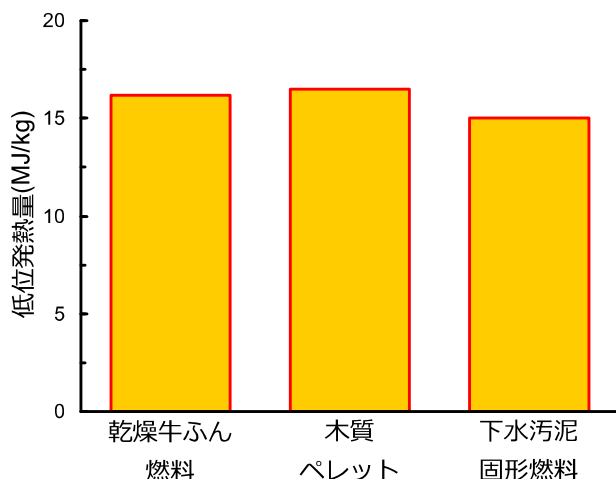


図3 乾燥乳牛ふん燃料とバイオマス燃料の熱量比較

表1 固液分離による灰分、塩素の低減効果

	灰分 (%DM)	塩素 (%DM)
無処理	14.85	0.56
固液分離	6.44	0.21
加水 → 固液分離	4.92	0.04

### 3 乾燥家畜ふん燃料の利用方法

乾燥乳牛ふんはそのままでも燃焼させることが可能ですが、ペレットに成型することによって粉塵の発生が抑えられ、体積が減ることで輸送も容易になります(図4)。また、ペレット成型時に乾燥乳牛ふん以外のバイオマス燃料と混合させることも可能です。

ペレット成型した乾燥乳牛ふん燃料を試作し、既存のバイオマスボイラーで燃焼させて温水を回収することができました(図5)。今後はさらに大規模なバイオマス発電やセメント製造施設での利用を進める予定です。



図4 乾燥乳牛ふんのペレット燃料



図5 バイオマスボイラーによる乾燥乳牛ふん燃料の燃焼の様子

(プロジェクトチーム) 畜産技術研究所飼料環境科、資源循環科、工業技術研究所 環境エネルギー科、農林技術研究所 栄養・機能性科、畜産振興課、エネルギー政策課、(株)アクト、エステイエス(株)、(株)三富工業

問合せ先：畜産技術研究所 (TEL:0544-52-0146)

## 車載光学機器産業を支援する設計・評価・生産支援技術の開発

【担当研究員】 豊田敏裕・志智 亘・柳原 亘・木野直樹・鬼久保郁雄・鈴木敬明

### 背景・目的

運転中の視界に文字や図形を浮かび上がらせるヘッドアップディスプレイは、運転支援のためのキーデバイスとして国内でも幅広い車種で搭載が急速に進んでいます。ヘッドアップディスプレイは、映像の品質に加えて、運転を妨げないことも重要な性能であるため、複雑な形状のレンズや反射板などの光学部品を組み合わせられて作られています。

光学部品の形状を決める金型は、先端が1mm以下の非常に細かい切削工具で金属を削る微細加工で作られています。光学部品には金型表面の状態が転写されるため、部品開発の現場では、金型表面の凹凸の状態を数値化した表面粗さパラメーターで品質を管理しています。しかしながら、複雑な形状を実現するための金型加工の微細化が進み、表面粗さパラメーターは予測できない虹目と呼ばれる光散乱による光学性能の低下（図1）が現場の課題となっています。

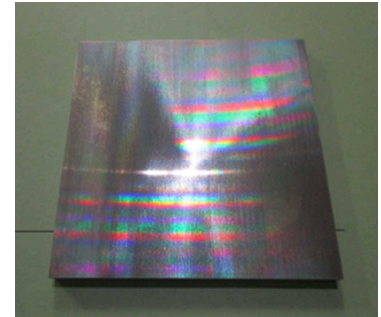


図1 微細な凹凸による虹色の光散乱（実際の写真）

そこで、金型表面の微細な凹凸を正確に測定する技術と、その微細な凹凸によって光がどのように散乱するかを予測する技術を開発しました。

### 研究成果

光散乱の状態は、実際の金型と同じ方法で加工した平面の試験片（十数 cm 角）を用いて、光学評価専用の試験機器で評価します。しかしながら、同じ加工方法でも、加工する面が曲面（金型）と平面（試験片）と異なれば、光散乱に関する表面の微細な凹凸の状態も異なります。そこで、形状測定技術と光学シミュレーション技術を融合し、金型表面の微細凹凸（数 mm 角）から光散乱の状態を予測し、その光散乱特性から金型や光学部品の光学性能を予測する技術を開発しました（図2）。

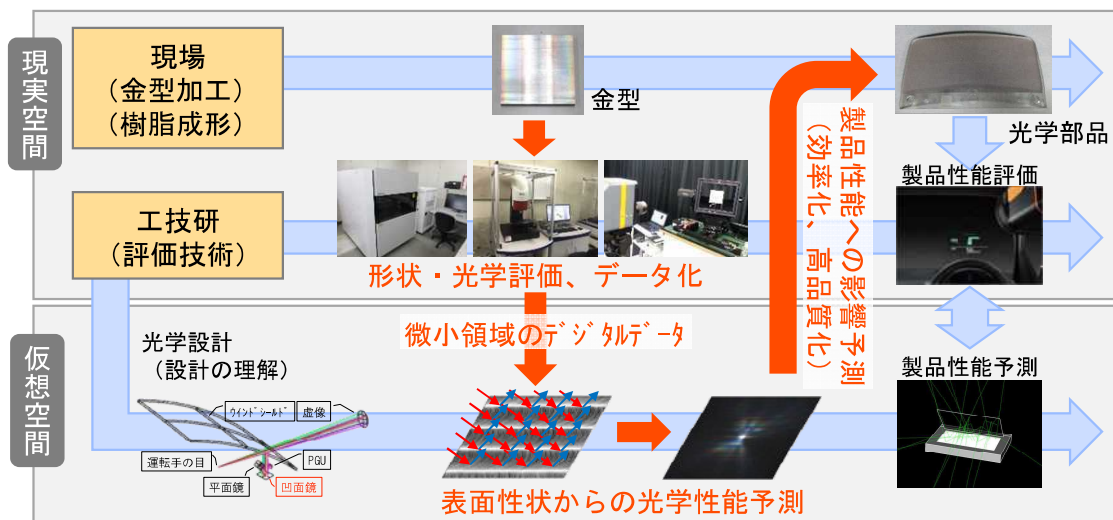


図2 測定技術とシミュレーション技術を融合したものづくりのデジタル化（赤色の部分が本プロジェクトで特に重点的に取り組んだ成果）

## 1 微細凹凸の測定技術

表面の凹凸を測定できる測定器を用いて、測定ノウハウやデータの処理方法を独自に蓄積することで、表面の微細な凹凸を、最小160nm間隔で高精度（高さ変化の分解能10Å）かつ高密度（1回の測定で2048点×2048点）にデジタル化できるようになりました（図3）。

たとえば、0.33mm四方の範囲では、400万か所以上のわずかな凹凸の変化を一度に測定し、評価できます。図1のような光散乱が生じる面には規則的な凹凸があり、その深さやピッチも数値評価できます（図3（ア））。

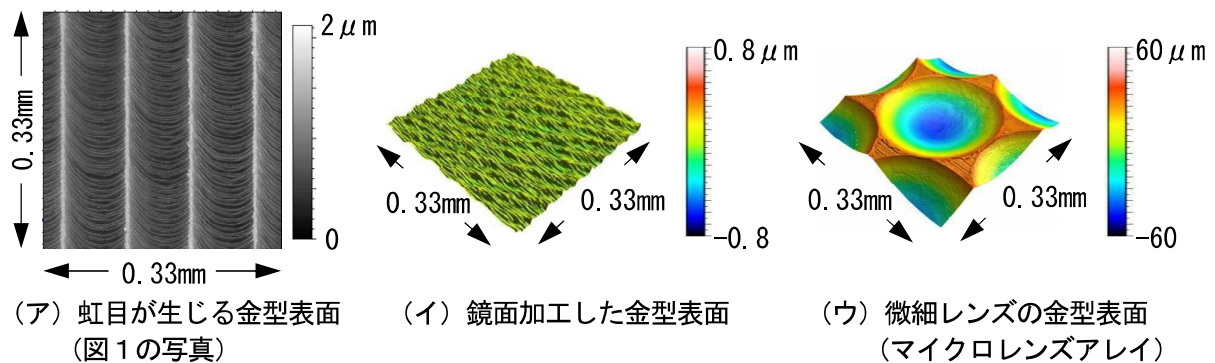


図3 微細凹凸の測定例

## 2 微細凹凸での光散乱の予測技術

金型表面の微細な凹凸に当たった光がどのように散乱するかを理論的に解析する過程で、金型表面の微細凹凸を測定したデジタルデータを活用し、光学評価専用の試験機器を用いなくても光散乱を予測できるようになりました。図4は、虹目が生じる金型表面（図1）を測定したデジタルデータ（図3（ア））を用いて光散乱特性を予測した結果で、図1と同じような虹色の光散乱を忠実に予測できています。デジタルデータを拡大や縮小して金型表面の微細凹凸を模擬することで、金型表面がどのように加工されていれば目的とする光散乱となるか、予期しない光散乱が生じないかを事前に予測することもできます。

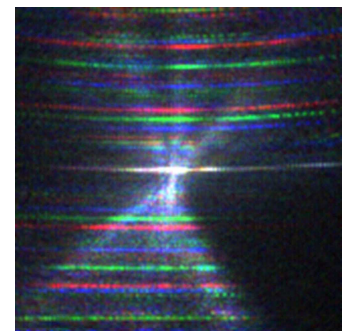


図4 光散乱をCGとして予測した結果

## 3 光学シミュレーション技術の向上

微細な凹凸から光散乱特性を予測した結果は、光学シミュレーションに利用することもできます。数mm角程度の小さな金型加工試験片を用意するだけで、その加工方法を実際の金型に適用して樹脂光学部品を製作した際の光学性能を予測できます。

金型の加工条件（切削工具、加工機の設定）、金型表面の状態（微細凹凸）、光散乱特性の関係を対応付けて管理していくことは、光学部品の種類や形状、必要な光学性能に合わせて最適な金型の加工条件を選ぶ手掛かりとなり、高品質な製品を短期間で効率的に開発することに役立ちます。

（プロジェクトチーム）工業技術研究所 照明音響科、新産業集積課、県内中小企業（業種：樹脂部品用金型の加工、樹脂部品の射出成形）

問合せ先：工業技術研究所（TEL:054-278-3027）

# 次世代型インプラントの型鍛造成形を可能にする設計支援技術の開発

【担当研究員】 本多正計・是永宗祐・松下五樹・船井 孝

## 背景・目的

整形外科用インプラント市場における本県企業のシェア拡大と異業種ものづくり中小企業からの新規参入促進は、医療産業分野への構造転換を図るための重要な政策課題の一つです。現在、国内のインプラント市場は海外製品に席巻されており県内企業は苦しい戦いを強いられています。しかし付加価値の高い製品（カスタムメイドインプラント等）を低価格かつ短期間に開発できれば、シェアの拡大はもとより急成長が見込まれるアジア市場への海外展開も期待できます。

そのためには、従来の切削加工に加えて、型鍛造成形を取り入れた新たな加工法への転換が必要です。しかし、インプラント製品に用いられる生体適合性材料は、加工が難しい特殊な材料であるため、希望とする製品形状を得るまでに多くの試験成形が必要となり、このような鍛造成形条件等を確立するための生産準備に多くの時間と費用を費やしています。

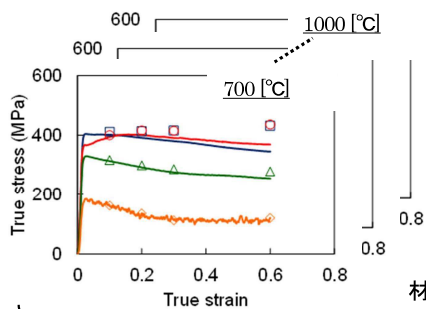
そこで本研究では、難易度の高い次世代型インプラント製品の型鍛造成形を、低コストで実現させるための設計支援技術の開発を行いました。

## 研究成果

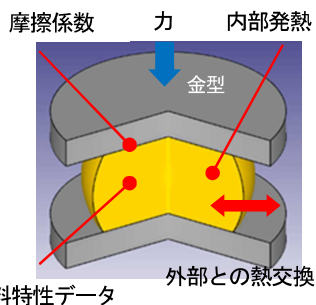
### 1 設計支援技術の開発

最適な成形条件や金型形状等を得るために、繰り返行われている膨大な試験成形を、コンピュータ内のデジタル世界で再現できる、独自のシミュレーション環境（設計支援技術）を開発しました。

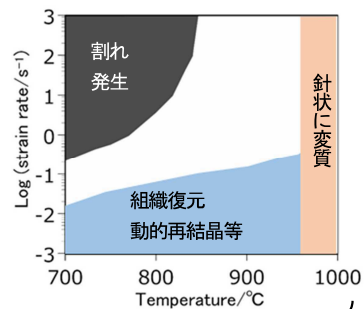
#### 1. 医療用チタン合金の材料特性データ



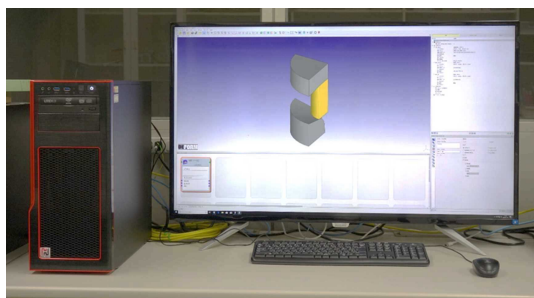
#### 2. シミュレーション定数の決定



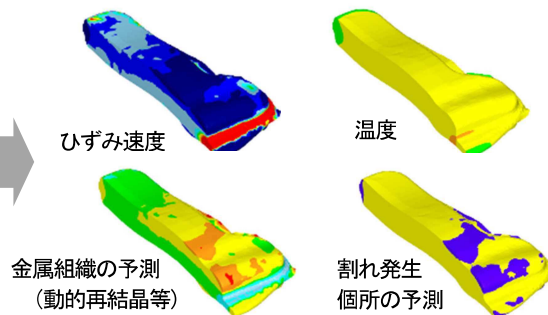
#### 3. 金属組織の予測機能



### 独自の設計支援技術（シミュレーション環境）



鍛造成品の形状を誤差 10%以内の精度で予測



※ 円柱形状の素材をインプラント製品形状に鍛造成形するための、一連の成形工程を設計支援技術により再現

図1 開発した要素技術と設計支援技術（独自のシミュレーションシステム）



本プロジェクトでは、既存のシミュレーション技術をベースに、それらに不足している以下に示す3つの要素技術を新たに開発することで、整形外科用インプラント製品の型鍛造成形にも対応できる独自の設計支援技術を実現しました（図1）。

- ・生体適合性材料（医療用チタン合金）に関する信頼性の高い材料特性データ（材料を変形させるための力と変形量の関係を表す特性）の取得
- ・生体適合性材料の摩擦係数等の各種シミュレーション定数の決定・確認
- ・鍛造成形品内部の金属組織変化を推定するための予測技術（金属組織予想図）の開発

これら要素技術を組み込んだ本設計支援技術では、素材を加熱炉から取り出し金型へセットするまでの素材搬送・設置工程を含んだ一連の鍛造工程を再現でき、成形品形状を誤差10%以内の精度で予測することができます。また、鍛造後、素材が変形することで生じる製品内部の金属組織の変化（動的再結晶等の復元現象）や、加工中の割れ等の発生条件を予測することも可能にしています。

## 2 設計支援技術の有効性及び効果

開発した設計支援技術の有効性を、協力企業による整形外科用インプラント製品の試験製造を通して確認しました（図2）。協力企業では、インプラント製品の型鍛造成形に関する経験やノウハウ等を持ち合わせていませんでしたが、開発技術を活用することで数百万円の開発費（金型製作費、インプラント試作費含む）、1年以下の検討で最適な成形条件を導き出し、インプラントの試作品を完成させることに成功しました。同様の製品を過去に試作したことのある別の企業では、数千万円以上の開発費を費やし3年以上の期間をかけ検討していたことから、本開発技術の活用により7～8割の開発コスト削減効果が見込めることが確認されました。これにより、製造コストを海外製品と同程度にまで削減させることが可能になりました。現在、開発した設計支援技術は、鍛造品インプラントの鍛造工程設計及び金型設計等を行うために、県内医療機器開発企業で活用されています。また、手術器具等の医療器具製品の鍛造化に向けた製品開発でも活用が進められています。

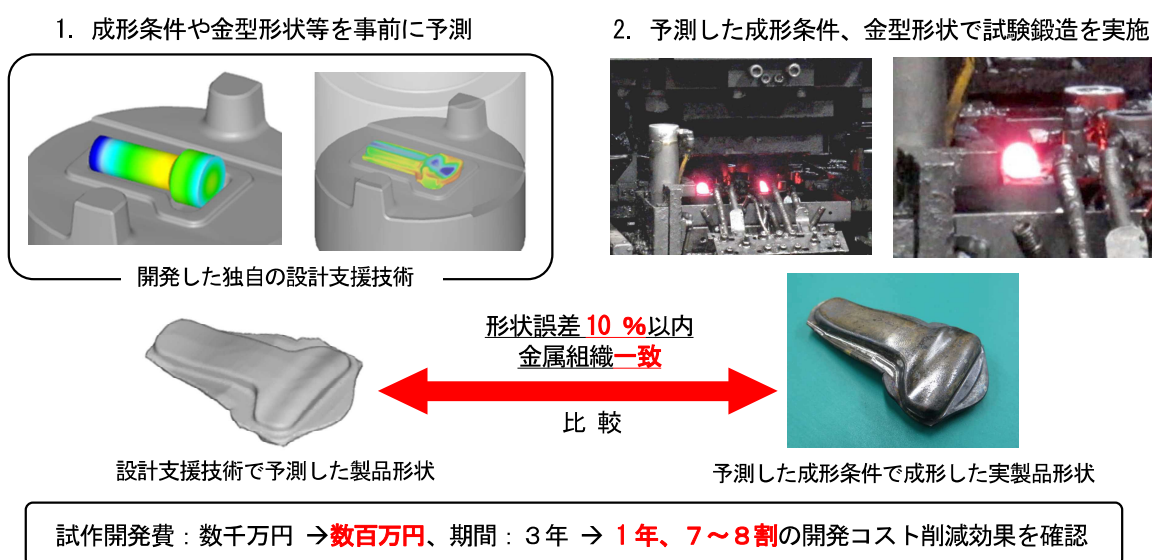


図2 開発した設計支援技術の有効性と活用効果

（プロジェクトチーム）工業技術研究所沼津工業技術支援センター機械電子科、新産業集積課、東北大学金属材料研究所、東海部品工業（株）、フジオーゼックス（株）、静岡県立こども病院、ファルマバレーセンター

問合せ先：工業技術研究所沼津工業技術支援センター（TEL:055-925-1103）

## 静岡県新成長戦略研究成果集

令和3年7月

編集・発行

静岡県経済産業部産業革新局産業イノベーション推進課  
〒420-8601

静岡市葵区追手町9番6号

TEL : 054-221-3519

この情報は下記のホームページからご覧になれます。

[http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130/kenkyuu/\\_notes/sinseityou.html](http://www.pref.shizuoka.jp/sangyou/sa-130/kenkyuu/_notes/sinseityou.html)