

TODAY

昨今の日本のものづくり ～中小企業の視点より～



株式会社モールドテック

取締役営業部長

中村 修

当社は樹脂部品作成用の金型にエッチング工法で模様を付ける社員 120 名の会社です。その模様はしば柄と呼ばれており、自動車内外装樹脂部品のほぼ全てに施されています。その他、テレビのリヤカバー、ゲーム機、100 円ショップにあるプラスチック製品までしば加工された製品は多岐に渡っています。

自動車、家電はじめ全ての製品が今では世界規模での競争になっており、特に労務費の安い中国を含むアジア圏で日本は苦戦を強いられています。このコスト低減のため、これら製品に使用される樹脂部品も海外へ流出しており、比較的低い品質でも通用する 100 円ショップに並ぶ雑貨の金型が中国、東南アジアへ最初に拠点を移してから既に 15 年以上が経とうとしています。自動車、家電などの精密金型は日本のお家芸でしたが、日本の金型不況で退職した金型職人さんが海外の会社に就職し技術を教え今では日本と同レベルの金型が他アジア諸国でも出来る様になりました。

インドや中国等多くのアジア圏で日系、欧米の自動車、家電メーカーの樹脂部品、金型が作製されています。日本での樹脂部品、金型の市場はどんどん小さくなり、平成 18 年から見ると年 30% まで減少し今後更に 30% 減少すると予想されています。日本国内の市場の縮小を国内のシェアアップで補えない状況まできており、当社も東南アジアのタイとインドネシアに市場を求めようになりました。一方、日本国内では”ものづくり”を継続し社会に貢献したいとの思いがあります。

この厳しい経済状況のもとで中小企業が研究開発に資金を充てるのは容易なことではありません。当社は金属系材料研究開発センター様のお力をお

借りして平成 21 年度から 24 年度までサポインによる研究開発でものづくりを行わせて頂いています。研究開発の内容はエッチングしば加工に使用するフィルムを作成するためのプリンターの開発、3 次元スキャナーの開発、更にはエッチングを使用せず、しば柄をレーザーで作る加工機の開発です。

レーザー加工機は現在開発中ですが、プリンターと 3 次元スキャナーの開発は 90% 以上最終目標に近いところまできており、既に実用化の段階に入っています。このプリンター、3 次元スキャナーを使用することでこれまでユーザーが求めても出来なかったしば加工が可能となり、川下メーカー様より多大な評価を頂けるまでになりました。

最近北米では、北米企業の中国工場をもう一度北米に戻すというリシェリングが、一部で出てきたと報道がありました。これは中国の人件費が高くなり、北米の人件費が下がったことに起因するようですが、日本企業もこれに追随するか判りません。

過去我々の業種は個々の技術で職人芸に頼って仕事をして来ました。納期対応で夜遅くまで残業をして品質的にもバラつきがありました。又薬品を使用する為はその公害処理に膨大な資金が必要でエコとは逆の会社でした。それがレーザー加工機でまったく公害を出さないそして職人芸に頼らない高品質な絵柄の加工が可能となります。この高度な加工機を完成させる事に依って金型の仕事が日本に帰って来るのではと期待しています。

日本からものづくりを取ると何が残るのでしょうか。ものづくりが出来なくなると企業の発展はなく、夢のない企業になってしまうと思います。現状では国内の中小企業はその存続の為に、他のアジア諸国で収益を確保する必要があります。しかし国内の雇用を守る観点から、現在開発中のレーザー加工技術を完成させて他国との差別化を図り、元気なものづくり中小企業の復活に少しでも役立てればと願っています。

「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」プロジェクトの研究成果概要
制御鍛造サブグループ (SG)

鉄鋼材料研究部 主席研究員 吉田 周平

1. はじめに

NEDO「鉄鋼材料の革新的高強度・高機能化基盤研究開発」プロジェクトは、多大なる成果を残し平成24年2月で終了した。本報では、前月度に引き続き制御鍛造SGについて、その成果の概要を報告する。

(JRCM NEWS 305,306号参照)

2. 研究目標および成果概要

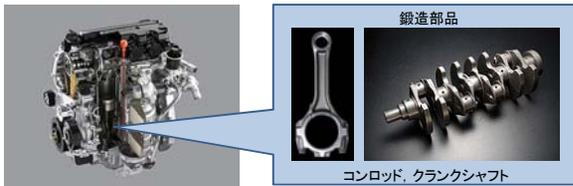
【目標】

同一部材内で、高強度部 1000MPa 以上、軟質部 900MPa 以下の傾斜機能を発現できる鍛造技術の開発として、① VC 析出制御および結晶粒径微細化技術による高強度化の達成、②組織・特性分布を予測する鍛造プロセスのバーチャルラボシステムの基盤構築および③プロトタイプ鍛造技術を生かした試作(コンロッド模擬部品等)を行う。

緒言

現状

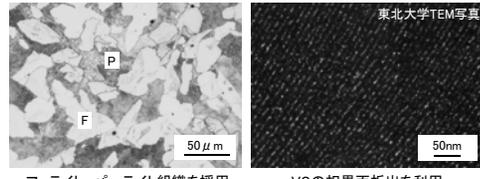
製造コストがネックとなり高強度化による軽量化が未達成



エンジン内部の駆動部品の軽量化はCO₂排出量低減に効果的

鍛造部品のプロセス設計において相変態挙動と力学特性の理解が重要

バナジウム添加非調質鋼



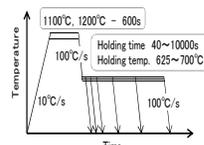
フェライト、パーライト組織を採用

VCの相界面析出を利用

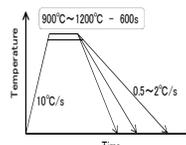
実験方法

Steels	C	V	Si	Mn	P	S	Al	N
S10C+0.3%V	0.10	0.328	0.24	0.81	0.014	0.013	0.024	0.0060
S45C	0.44	0.001	0.26	0.86	0.016	0.013	0.029	0.0038
S45C+0.3%V	0.44	0.29	0.25	0.86	0.015	0.015	0.03	0.0045
S45C+0.5%V	0.45	0.48	0.25	0.87	0.013	0.013	0.03	0.0049
S75C	0.76	0.002	0.26	0.84	0.015	0.015	0.034	0.0031
S75C+0.3%V	0.76	0.294	0.25	0.86	0.015	0.015	0.035	0.0031

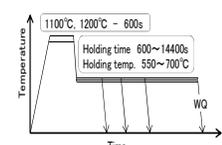
● 熱処理条件(成長速度測定用)



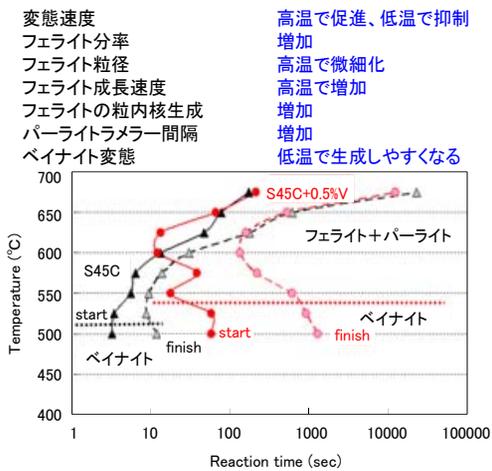
● 熱処理条件(連続冷却用)



● 熱処理条件(引張試験用)



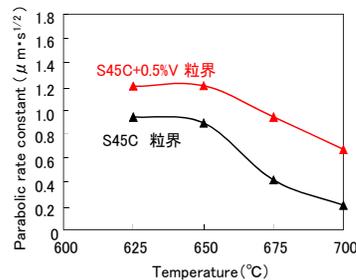
中炭素鋼の相変態におけるV添加の影響



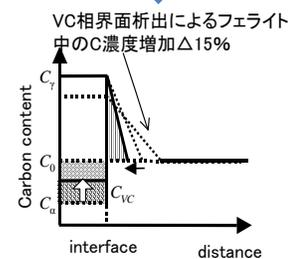
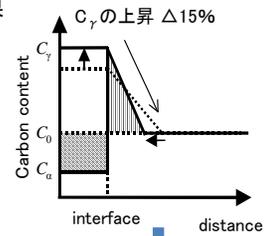
変態速度
フェライト分率
フェライト粒径
フェライト成長速度
フェライトの粒内核生成
パーライトラメラ間隔
ベイナイト変態

高温で促進、低温で抑制
増加
高温で微細化
高温で増加
増加
増加
低温で生成しやすくなる

● V添加によるフェライトの成長速度促進効果



$$\alpha' = \frac{D_f}{(C_0 - C_e - \frac{C_{VC}}{V_{VC}}) \left(C_0 - C_e - \frac{C_{VC}}{V_{VC}} \right)}$$



● ラメラ間隔と組織別強度に対するV添加の影響

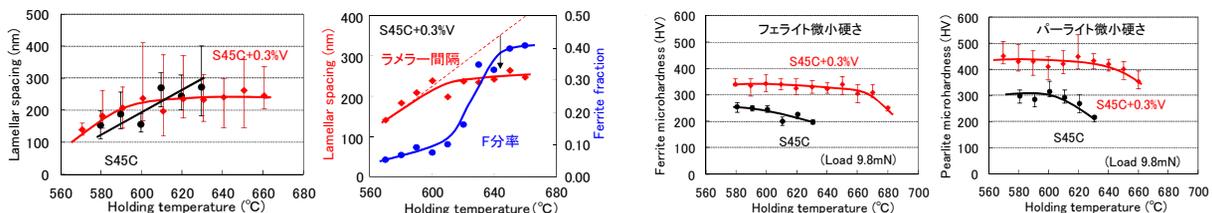


図1 VC析出の相変態速度、組織および力学特性に対する影響(1)*

[成果]

(1) 傾斜機能付与技術の研究では、降伏強度 1000MPa を達成するための成分、プロセスを検討し、実験により実証した。(図 1 ~ 3)

フェライト/パーライト組織における VC 析出の相変態速度、組織および力学特性に対する影響を定量化した。(図 1 ~ 2)

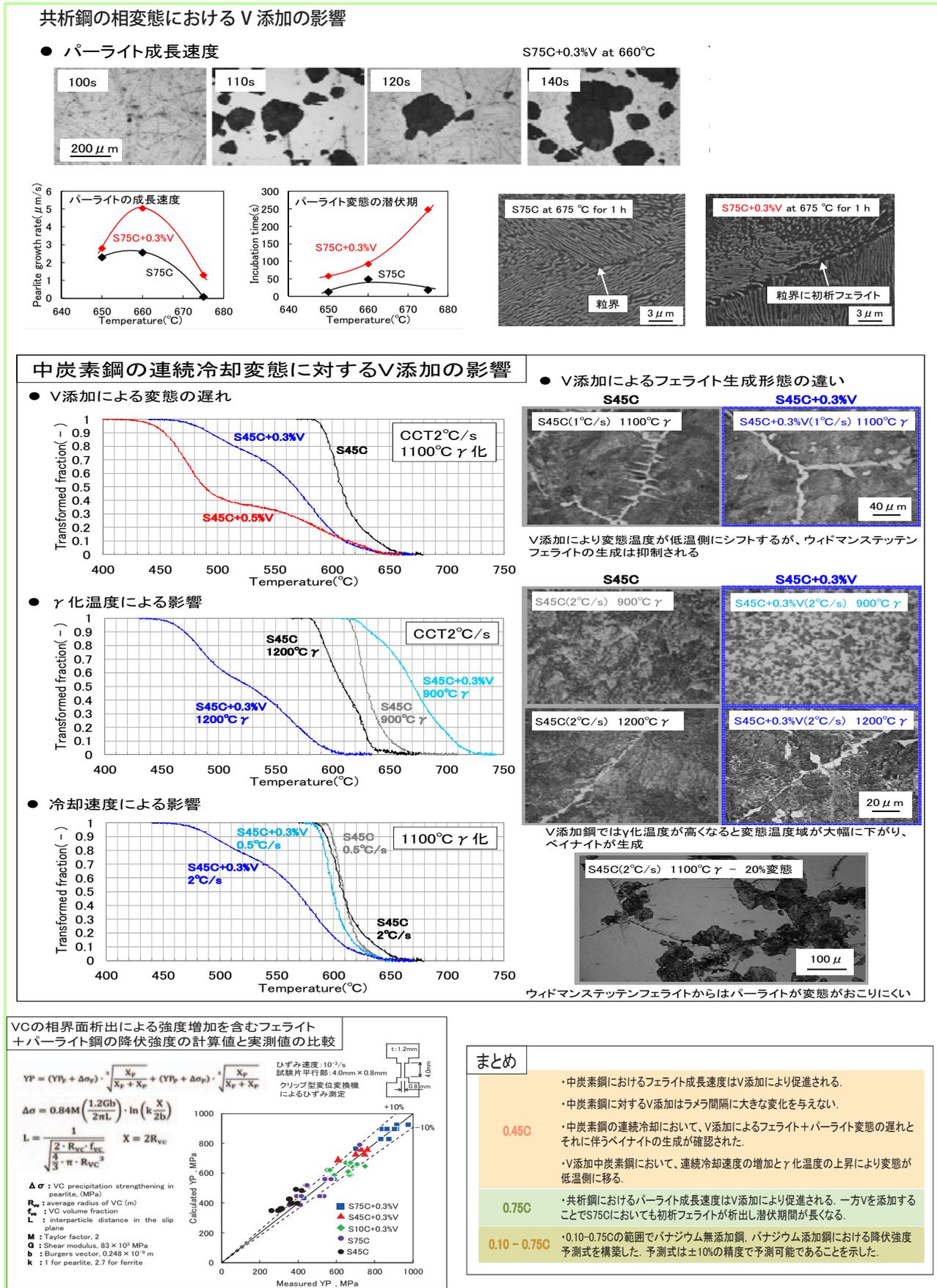


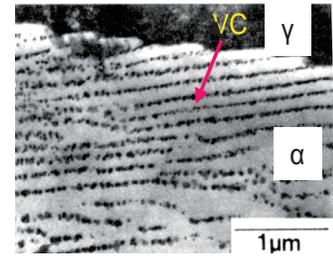
図 2 VC 析出の相変態速度、組織および力学特性に対する影響 (2) *

また、相界面析出 VC の定量化技術の確立と高強度化のための指導原理の提示、および強化機構を解明するとともにその強化量を定量化した。(図 3)

背景

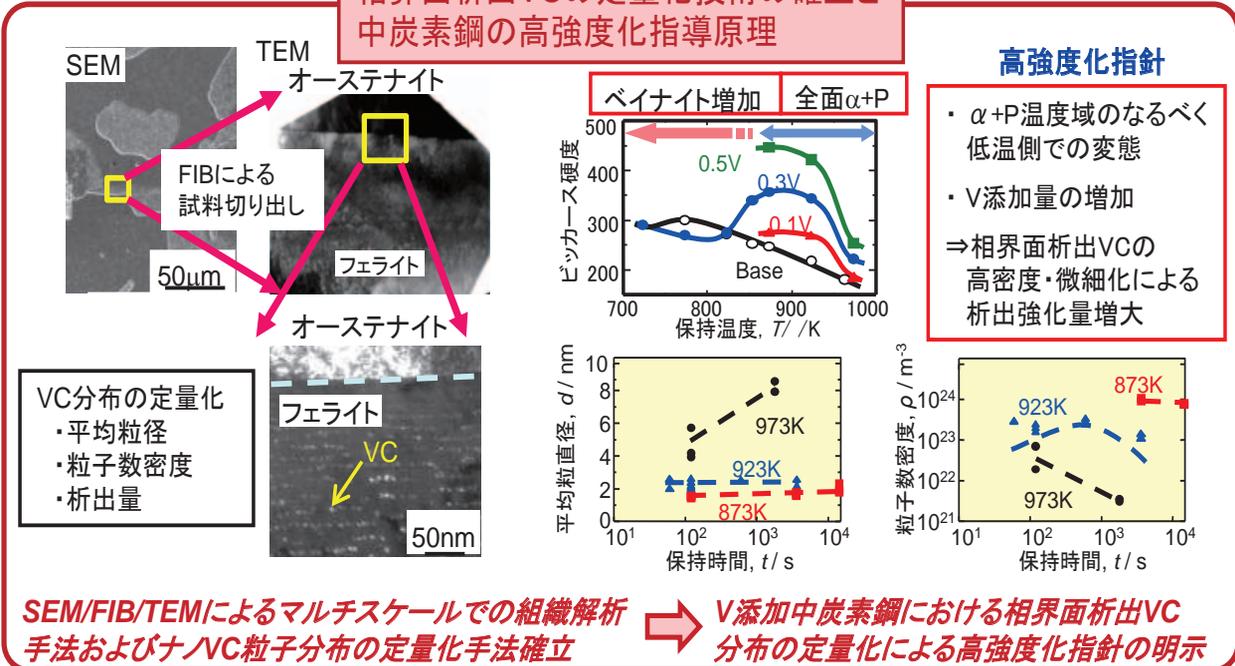
近年、自動車の燃費を向上させるために駆動部分に使用されている中炭素鍛造用鋼の高強度化が求められ、その手法としてナノ炭化物による析出強化が注目されています。中炭素鋼に炭化物生成元素を添加すると、冷却時のフェライト/パーライト変態に伴って微細な合金炭化物が析出する“相界面析出”(右図)が起こり、強度が大きく上昇することが知られています。一般的には、析出強化の機構がオロワン機構であれば析出物の微細化が、カッティング機構であれば析出物を大きくすることが強度上昇の指針となりますが、相界面析出によって生じたナノ炭化物がどのように強化に寄与するのかは良く分かっていません。そこで、我々の研究グループでは①ナノ析出組織の定量化法の確立及びV添加中炭素鋼における高強度化指針の明示、②V添加低炭素フェライト鋼における相界面析出VCの強化機構の解明、に取り組んできました。

合金炭化物の相界面析出

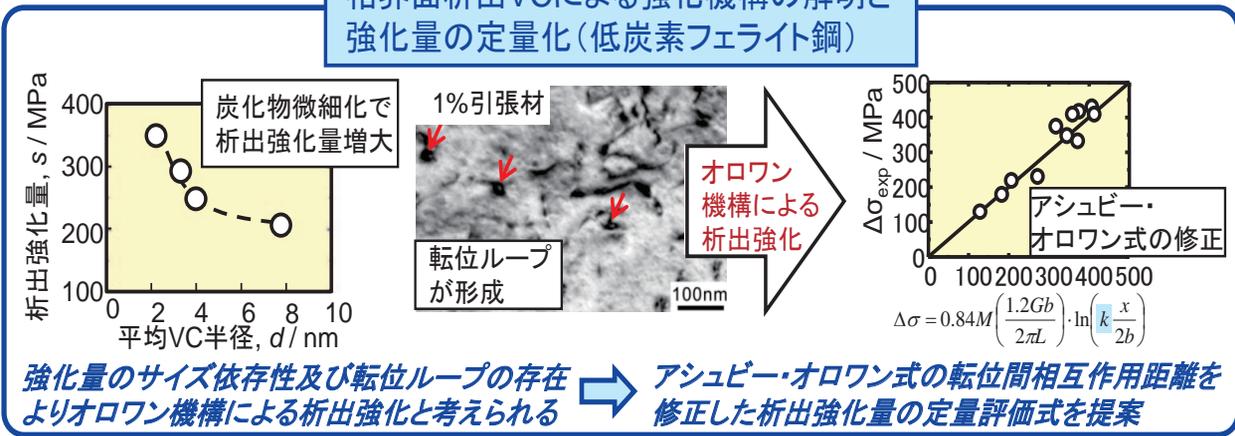


変態(初析α、パーライト変態)時に母相/生成相界面に炭化物が核生成することで、点列状の炭化物組織が形成される析出反応。

相界面析出VCの定量化技術の確立と中炭素鋼の高強度化指導原理



相界面析出VCによる強化機構の解明と強化量の定量化(低炭素フェライト鋼)



助成事業の降伏強度1000MPa達成に貢献

図 3 相界面析出 VC による鉄鋼材料の高強度化*

(2) バーチャルラボシステム基盤技術の研究では、鍛造中の温度、変形抵抗、組織の変化を可視化し、VC相界面析出による強化を含む強度分布を予測するシミュレーションシステム構築した。(図4)

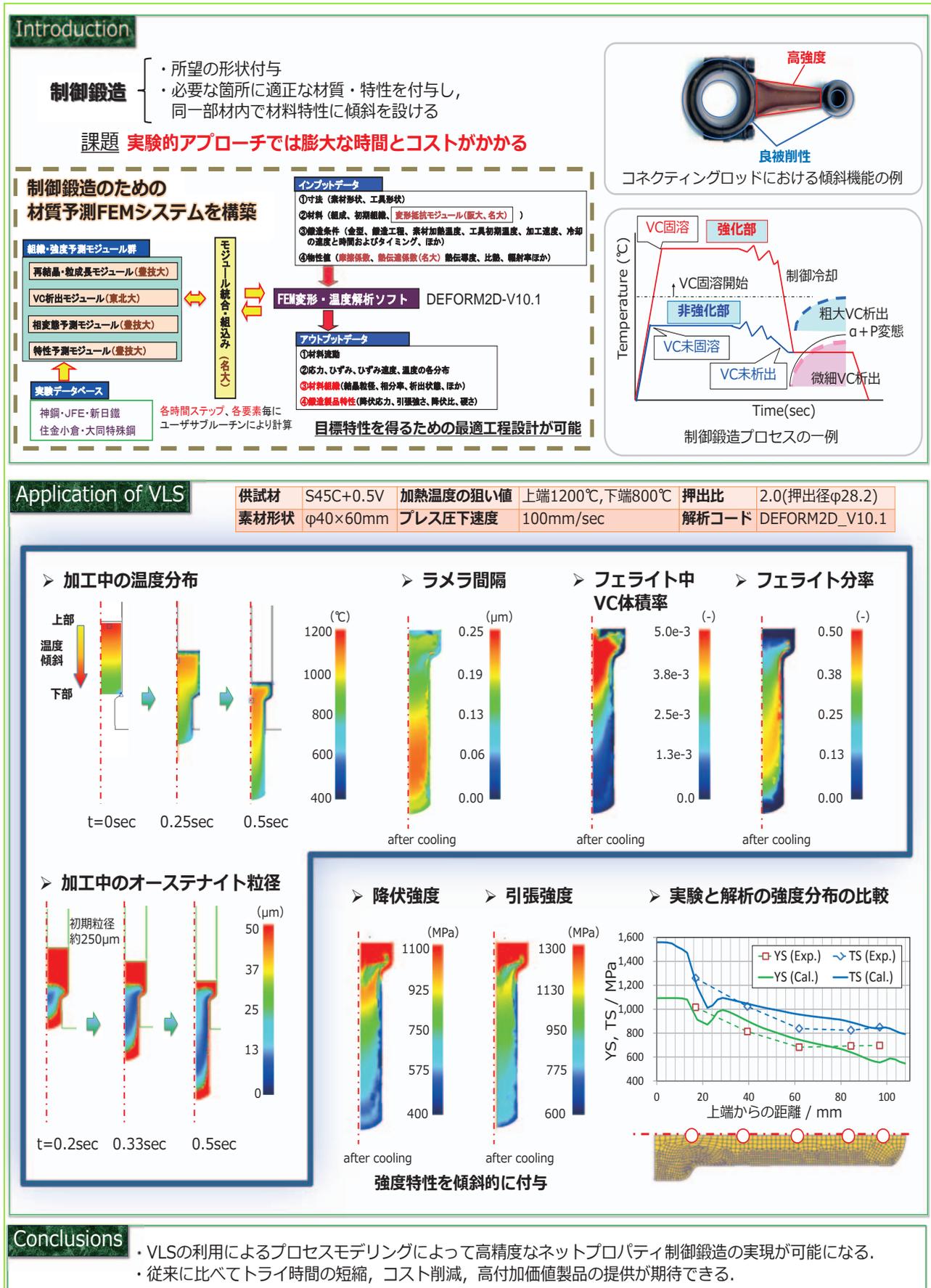


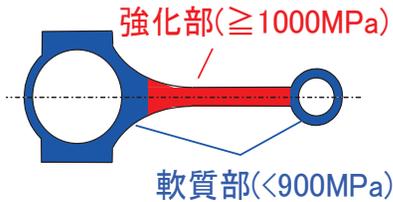
図4 制御鍛造のための材質予測 FEM 鍛造システムの開発 *

(3) 開発鋼を使って、プロトタイプ部品の試作を行い、部品内で目標の強度差を付与できることを確認した。(図5～7)
 図5～7は、ひとつの自動車用部品について、0.2%耐力で強化部1000MPa以上と軟質部900MPa以下となるようにしたもので、高強度かつ傾斜機能を有する部品の製造プロセスを示すものである。
 図5は、大型部品用のもので、バーチャルラボシステムを活用したコンロッド制御鍛造に関するものである。

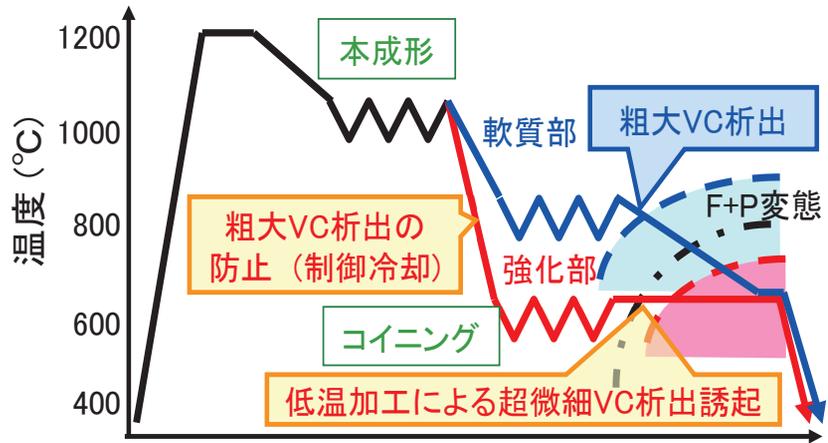
◆高強度・傾斜機能化コンセプトと制御鍛造プロセス

〈狙い〉

0.2%耐力で強化部1000MPa以上、軟質部900MPa以下となる高強度かつ傾斜機能を有するコンロッド模擬のプロトタイプ部品の創り込む。



傾斜機能化のイメージ(コンロッド)



制御鍛造プロセス

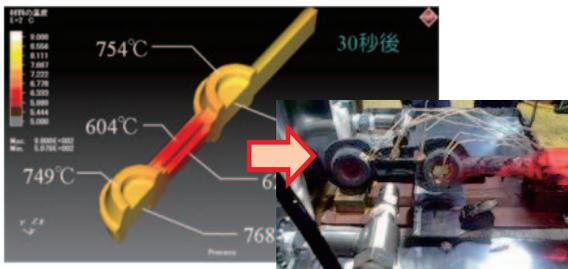
◆プロトタイプ部品作製のための制御鍛造・基盤技術

◇VC析出制御鍛造による強度差付与技術:

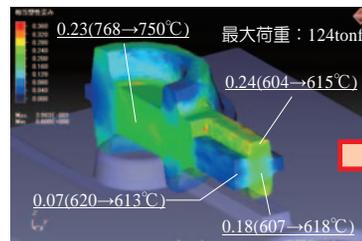
[強化部] 580°C・低温加工付与による超微細VCの加工誘起析出

[軟質部] 高温(>750°C)での加工付与による粗大VC析出

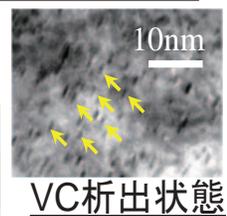
◇VLシステムを活用した制御鍛造工程設計と設計工程実現化のための設備技術



VLシステムを活用した制御冷却工程設計



VLシステムを活用した金型設計



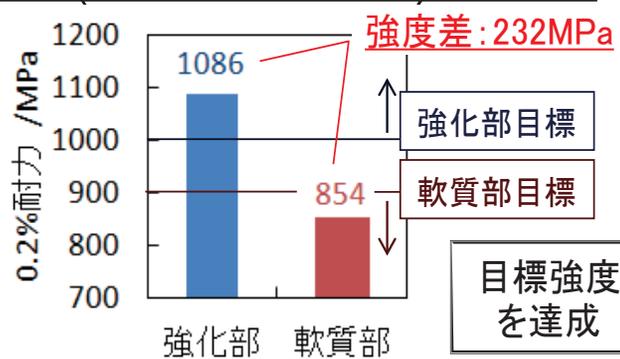
VC析出状態



◆制御鍛造プロトタイプ部品(コンロッド模擬)の特性



プロトタイプ部品の外観



制御鍛造・プロトタイプ部品の0.2%耐力

図5 熱鍛非調質型 傾斜機能プロトタイプ部品 (大型部品、コンロッド模擬) *

図6・7は、傾斜加熱を利用したもので、図6は加熱後に局所的な制御冷却を施して高強度化を図った中型部品（ハブ形状）で、また図7は急冷・等温保持により0.2%体力1300MPaの高強度化と傾斜機能を持たせた小型部品（シャフト形状）である。いずれも傾斜機能を持たせて目標である強化部と軟質部を有する部品の製造技術を確立した。

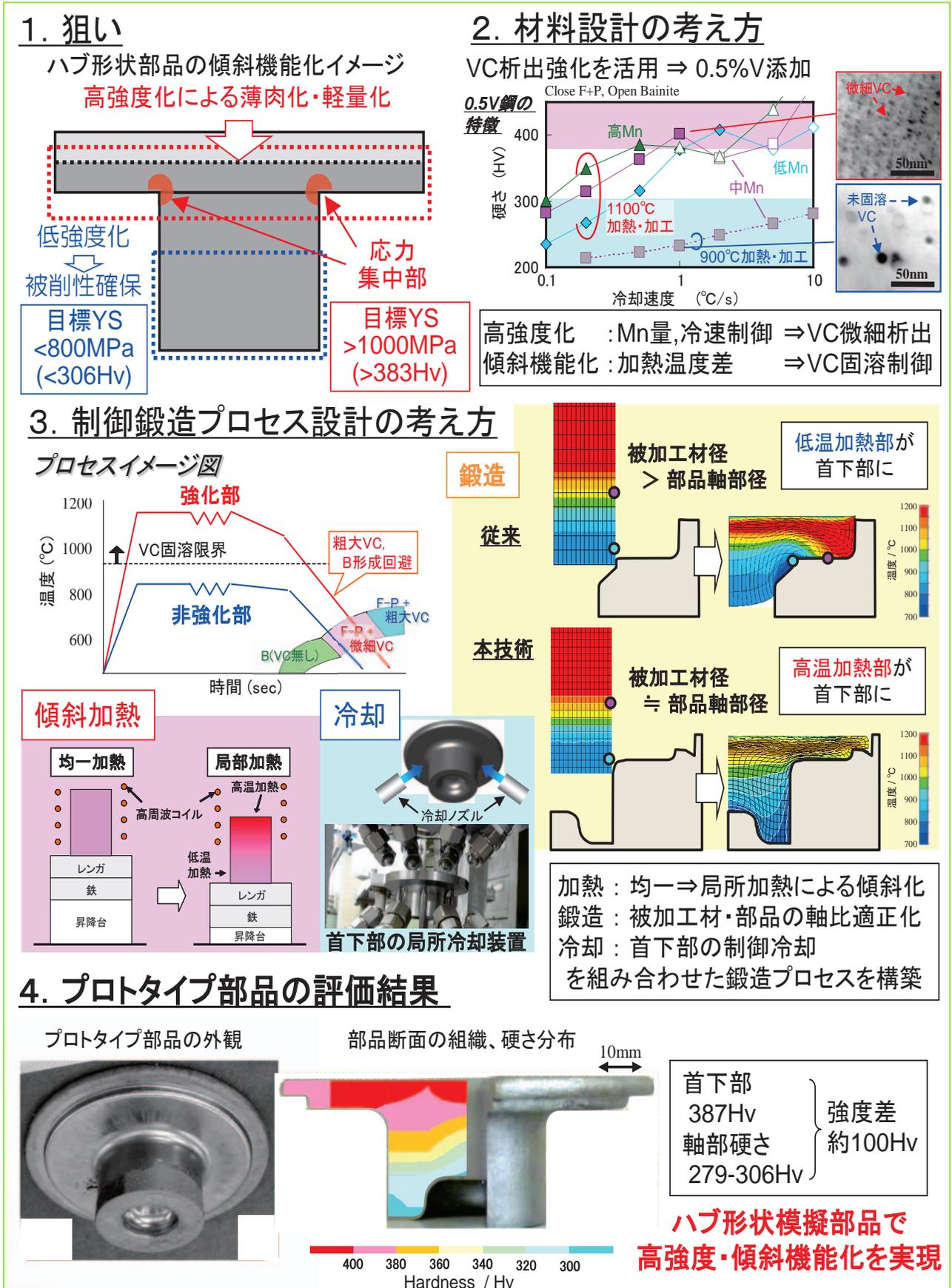


図6 熱鍛非調質型 傾斜機能プロトタイプ部品（中型部品、ハブ形状模擬）*

1.プロトタイプ 鍛造工程

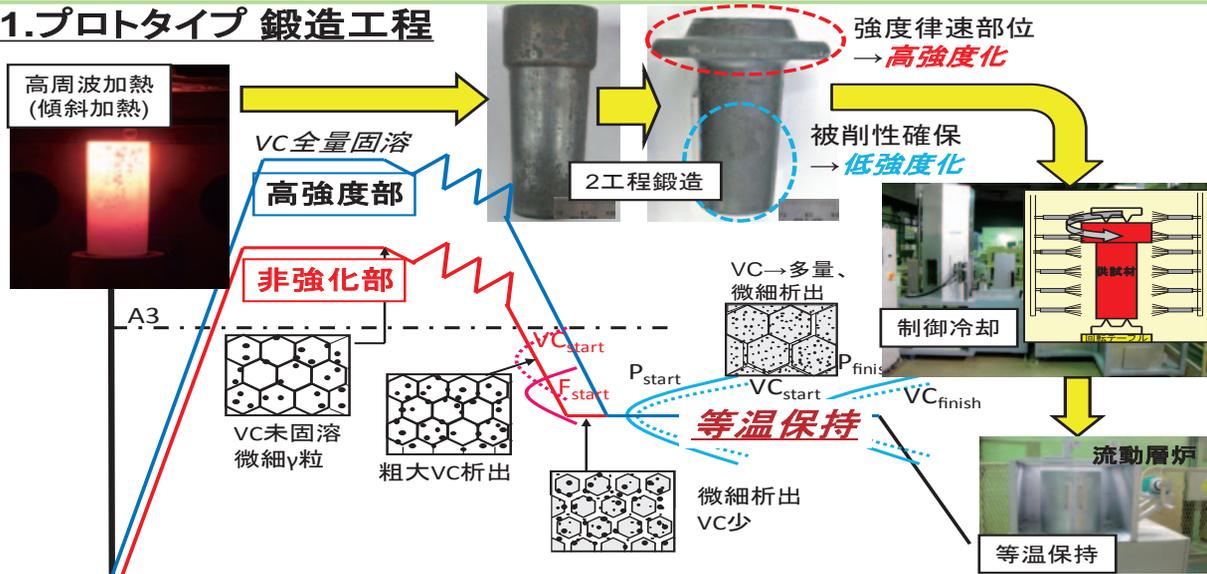


図1 プロトタイプ鍛造のプロセスイメージ

2.プロトタイプ 鍛造品の特性

高強度部YS≒1300MPa } 目標強度を達成
 低強度部YS≒850MPa

表1 化学成分 (mass %)

Mark	C	Si	Mn	Cr	V
65C-4V	0.65	0.65	1.17	0.43	0.41

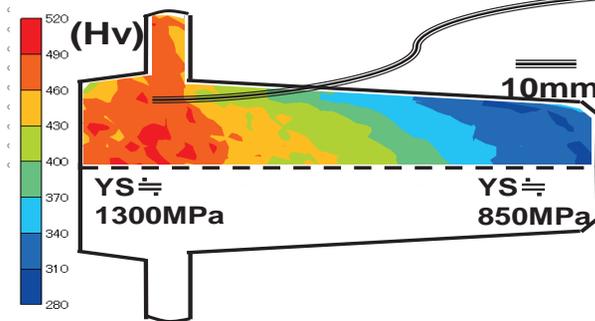


図2 プロトタイプ鍛造材縦断面の硬さ分布

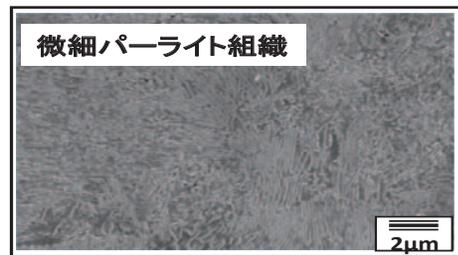


図3 プロトタイプ鍛造材のSEM写真

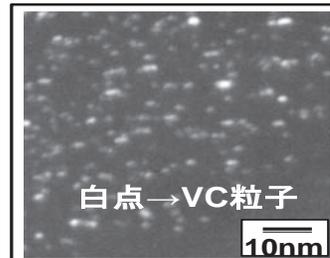


図4 同一成分鋼TPでのTEM暗視野像

図7 熱鍛非調質型 傾斜機能プロトタイプ部品 (小型部品、シャフト形状模擬) *

* 図1~7には第2回成果報告シンポジウム展示ポスターを掲載した。NEDOの提供に謝意を表する。

お知らせ

【人事異動】

○平成24年3月31日付け
 永井 和範
 [旧] 鉄鋼材料研究部 部長
 [新] 新日本製鐵株式会社
 川端 文丸
 [旧] 鉄鋼材料研究部 主席研究員
 [新] JFEスチール株式会社
 ○平成24年4月1日付け
 村木 峰男
 [旧] JFEスチール株式会社
 [新] 鉄鋼材料研究部 主席研究員

【新人紹介】

①出生地 ②生年月日 ③最終学歴 ④職歴
 ⑤仕事に対する期待 ⑥趣味、特技、資格等



村木 峰男

(むらき みねお)

- ① 群馬県前橋市
- ② 1960年12月生れ
- ③ 東京大学工学部金属工学科修士卒
- ④ 1985年川崎製鉄(現JFEスチール)に入社。新素材研究センターにて水素吸蔵合金開発を担当。1989

年ウェールズ大(英)留学(熱電変換材料)。1991年電磁鋼板研究部配属となり20年間方向性電磁鋼板の結晶組織と方位制御の研究開発を担当。2010年研究企画部に移り、大学共研等を担当。
 ⑤ 4月から担当予定の鉄鋼材料研究部/環境・プロセス研究部での技術開発は今まで担当した研究開発と関連が深いので、皆様のお役に立てるよう頑張りたい。
 ⑥ 2002年学位取得(工学博士)。時刻表鑑賞。農業見習中。

The Japan Research and Development Center for Metals

JRCM NEWS / 第307号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM総務企画部までお寄せください。
 本書の内容を無断で複写・複製・転載することを禁じます。

発行 2012年5月1日

発行人 小紫正樹

発行所 一般財団法人 金属系材料研究開発センター

〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11 東洋海事ビル6階

TEL (03)3592-1282 (代) / FAX (03)3592-1285

ホームページ URL <http://www.jrcm.or.jp/>

E-mail jrcm@oak.ocn.ne.jp