

# 技術開発センター

## － 研究開発紹介 －



素材から製品まで一貫したモノづくりで  
お客様に付加価値を提供する

# 紹介内容

## ■ 技術開発センターのご紹介

▶ 概要／重要課題／研究開発アイテム . . . 3～6

## ■ 技術マップ

▶ CN／鋼材／ばね／粉末／精密鑄造 . . . 7～13

## ■ 研究開発内容のご紹介

▶ 製品化開発 . . . 14～32

▶ 基礎研究 . . . 33～49

▶ 将来技術 . . . 50～55

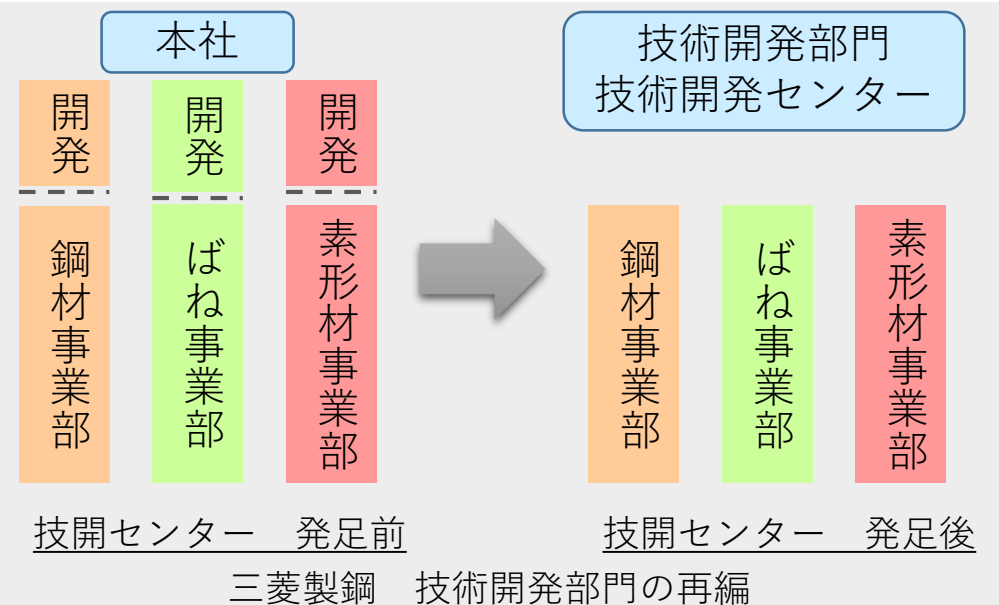
# 技術開発センターの概要

設立時期	2016年4月
設立目的	各事業部に分散していた研究開発機能を集約し、技術開発を促進させる
活動拠点	市原（千葉）、室蘭分室（北海道）
人員	70名 千葉66名 室蘭4名

研究開発コンセプト 『材料から製品まで一貫した開発を行い、三菱製鋼グループの未来を創る』  
①戦略的な研究開発の推進（シナジー効果） ②産学連携活動



技術開発センター（千葉）



# 技術開発センターの開発の方向性

環境にやさしい新製品



お客様のニーズ  
を捉えた新製品

高い信頼性の  
新製品

=開発目標・方向性=

◆持続可能な社会の実現に向けて  
新製品の開発を推進していく

3つのテーマにより研究開発を推進

□ 新規開発（省エネ）

環境にやさしいカーボンニュートラル関連製品の開発

□ 製品力向上（高付加価値・高機能）

お客様のニーズを把握・反映した製品の開発

□ 基礎研究力向上（高品質）

高いパフォーマンスを支える基盤技術の蓄積

★産学官共創によりイノベーションを創出！

# 技術開発センターの研究開発における重要課題

当社ではサステナビリティ経営をより効果的に推進する為、「SDGsにて掲げられた17の目標」、「社内における重要度」、「社外から当社グループへの期待度」を軸として6つの重要課題を挙げております。その中でも研究開発においては以下2つの課題に対して取組みを実施しております。

重要課題	対応する17の課題	主な取組み
新事業の創出	 9 産業と技術革新の基盤をつくろう  12 つくる責任 つかう責任  13 気候変動に具体的な対策を	<ul style="list-style-type: none"><li>・EV化・CASEへの対応</li><li>・環境負荷低減に貢献する新製品の開発</li><li>・洋上風力発電関連製品分野への参入</li></ul>
環境にやさしい製品	 6 安全な水とトイレを世界中に  12 つくる責任 つかう責任  13 気候変動に具体的な対策を	<ul style="list-style-type: none"><li>・自動車の燃費向上に貢献するばねの軽量化への対応</li><li>・お客様の工場のCO<sub>2</sub>削減に貢献する素材の開発</li><li>・資源循環型社会（サーキュラーエコノミー）への取組み</li></ul>

重要課題に対し以下3つのテーマにて研究開発を推進しております。

**「省エネ」** ・ **「高品質」** ・ **「高機能、高付加価値」**

# 研究開発アイテム





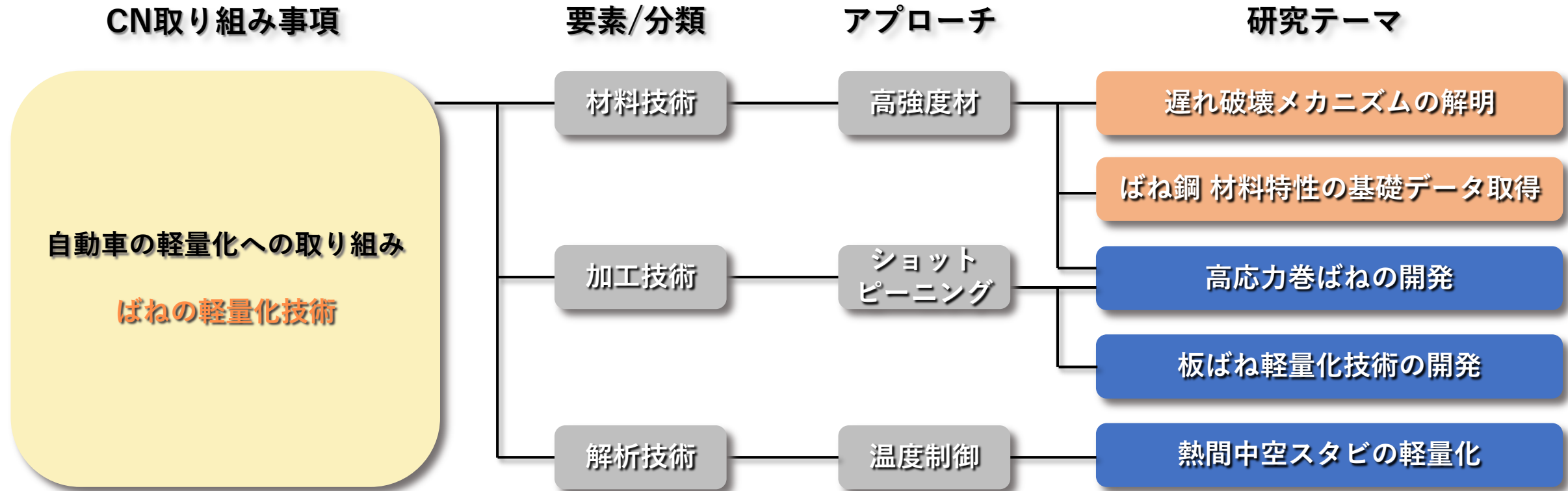
# 技術マッパ

— 事業別のニーズ・要素技術・研究テーマ紹介 —

# 技術マップ ～カーボンニュートラル（CN）の取り組み～

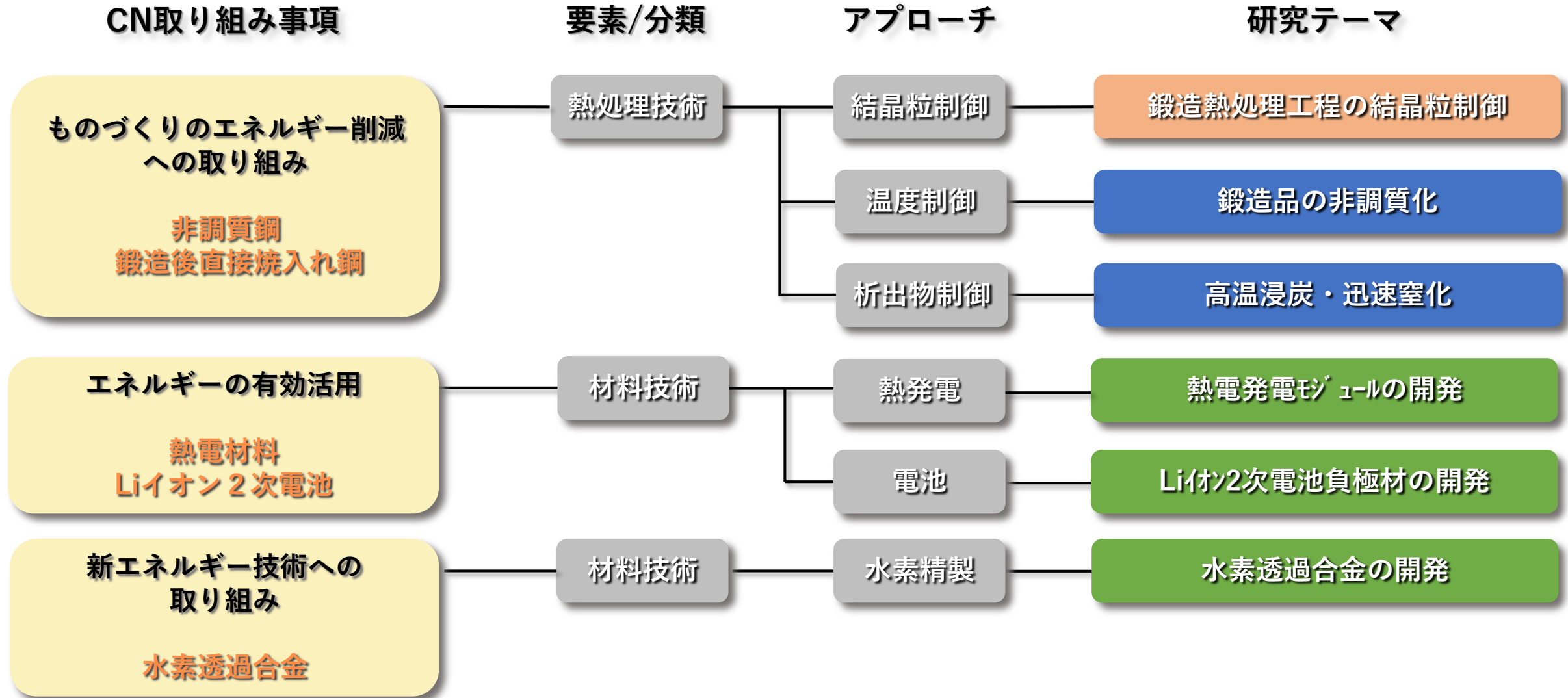
## 特徴を活かしたCNの取り組み

「特殊鋼をつくり加工する」素材から製品までをつくる一貫メーカーとして特徴を活かしたCNの取り組みを進めています

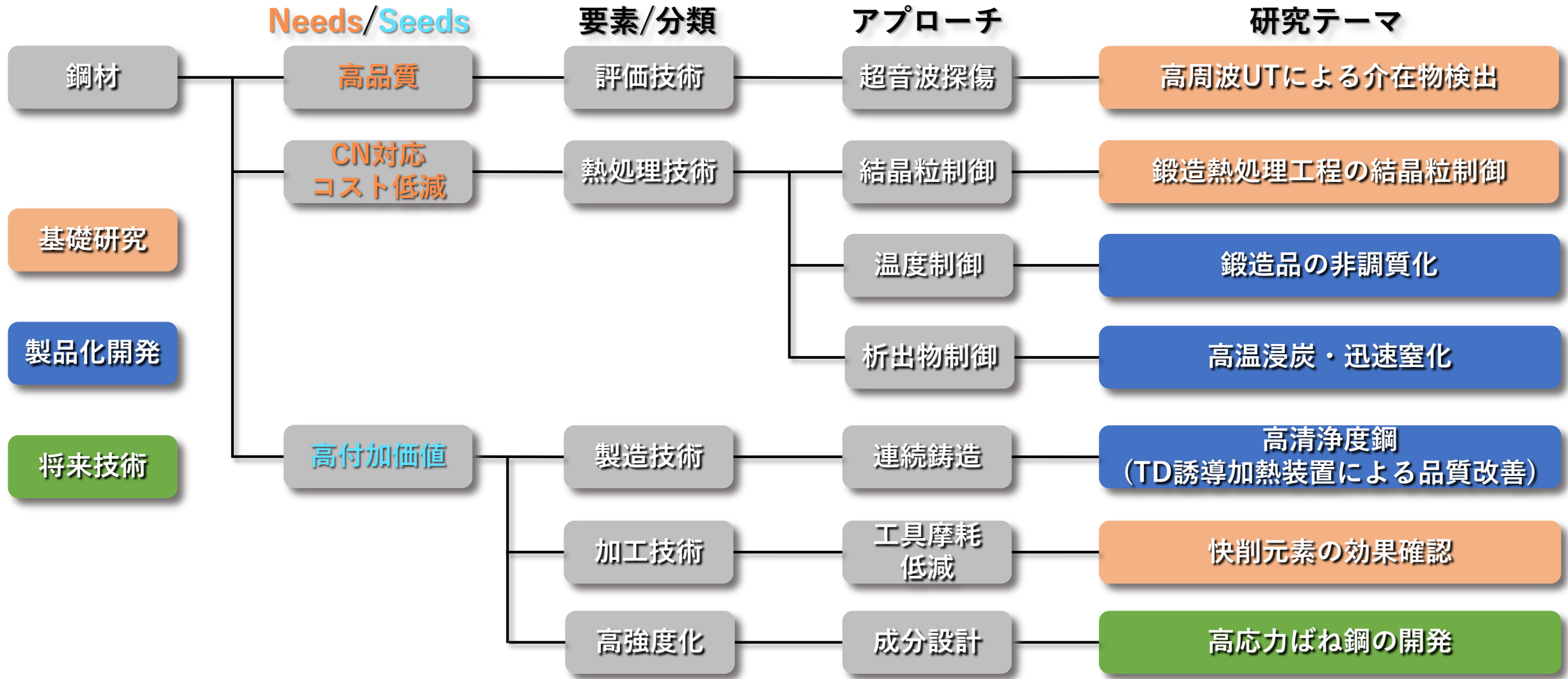




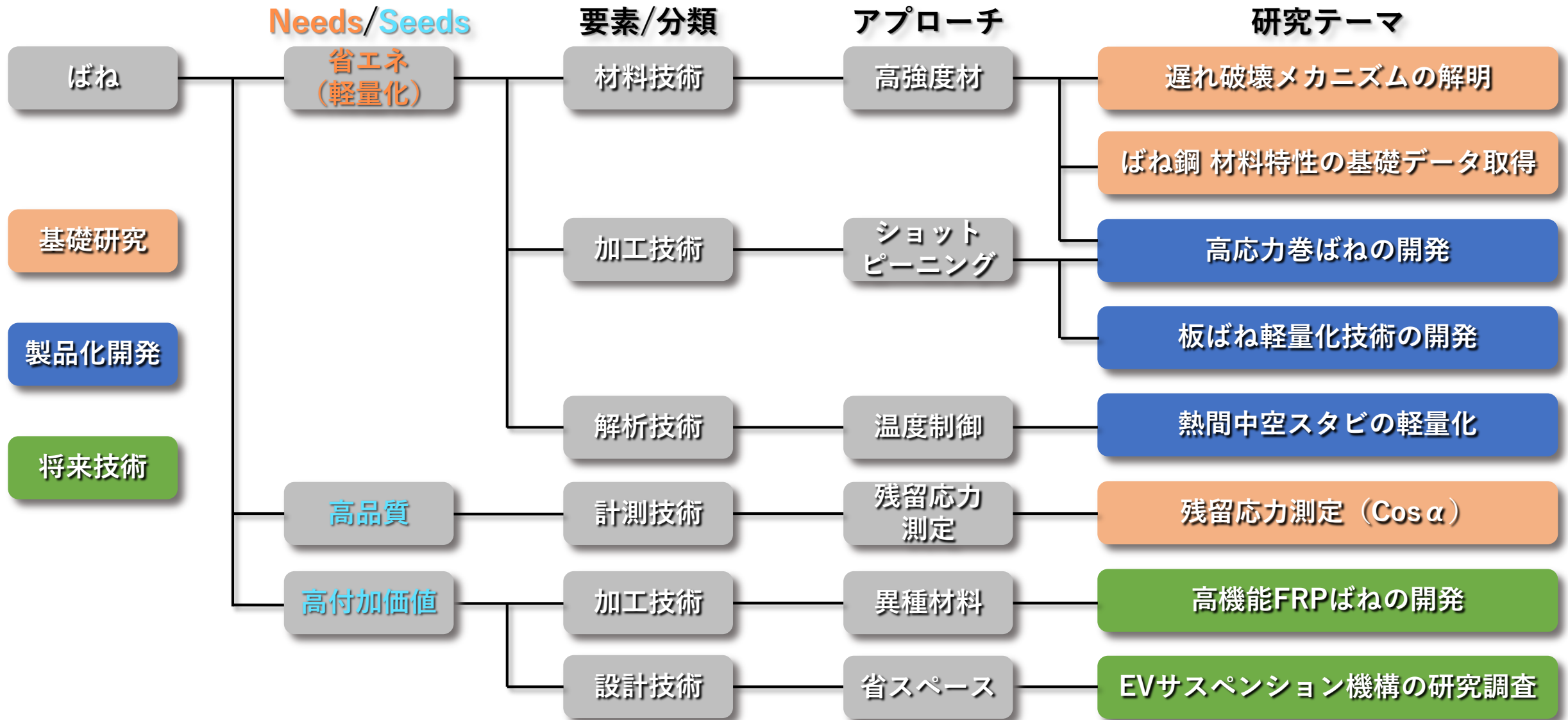
# 技術マップ ～カーボンニュートラル（CN）の取り組み～



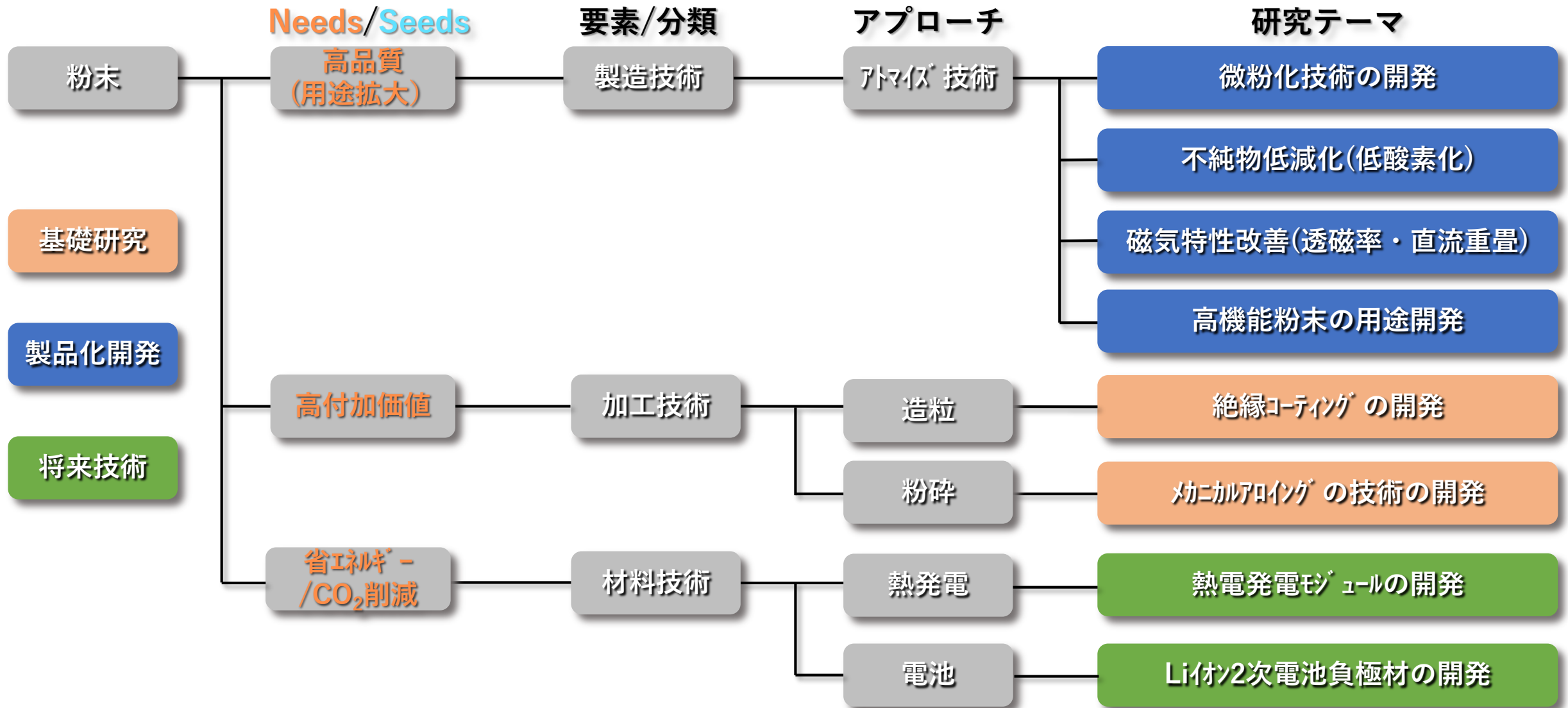
# 技術マップ（鋼材）



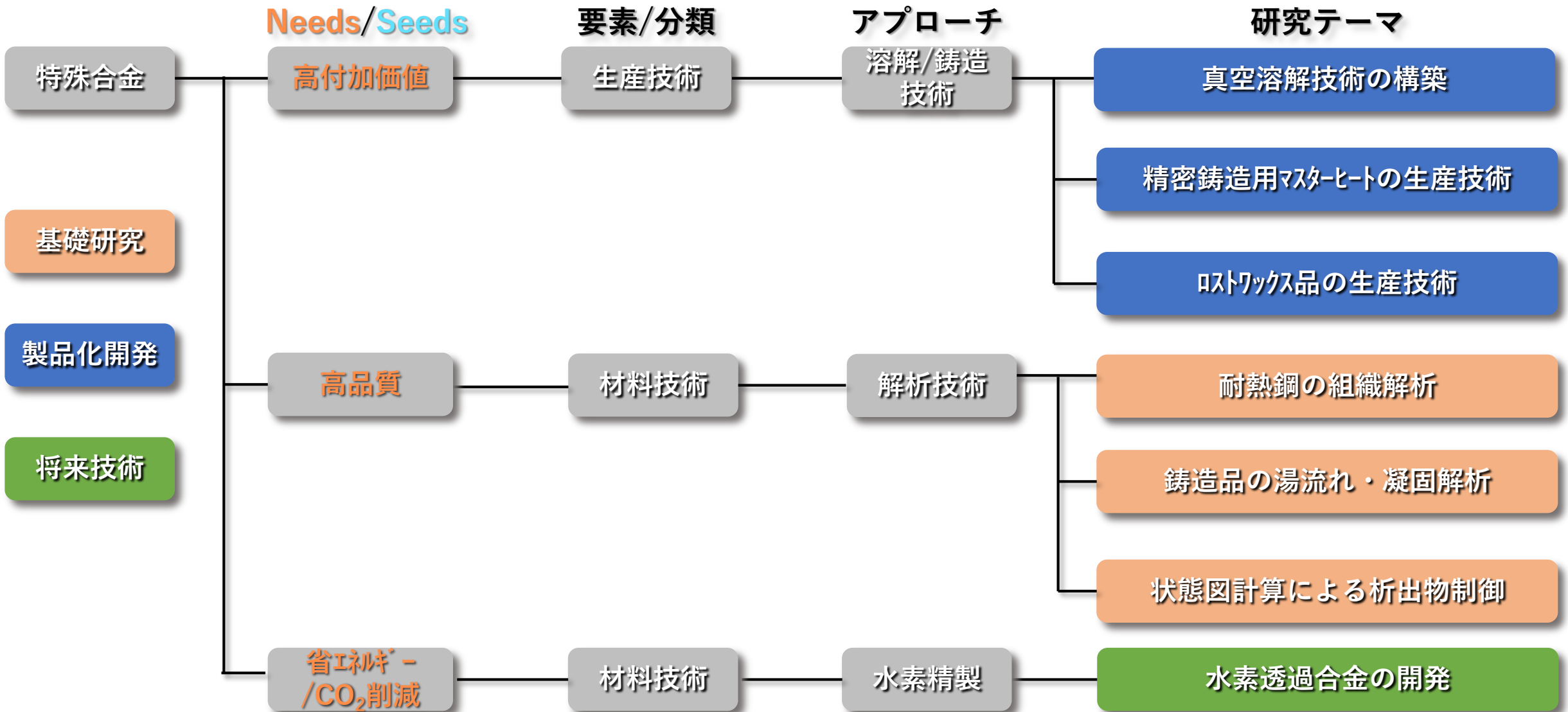
# 技術マップ (ばね)



# 技術マップ（金属粉末）



# 技術マップ（特殊合金）





# 製品化開発

— 当社事業の顧客ニーズに応える製品化開発事例のご紹介 —

## <鋼材>

- 高纯净度鋼
- 窒化鋼
- 高温浸炭用鋼

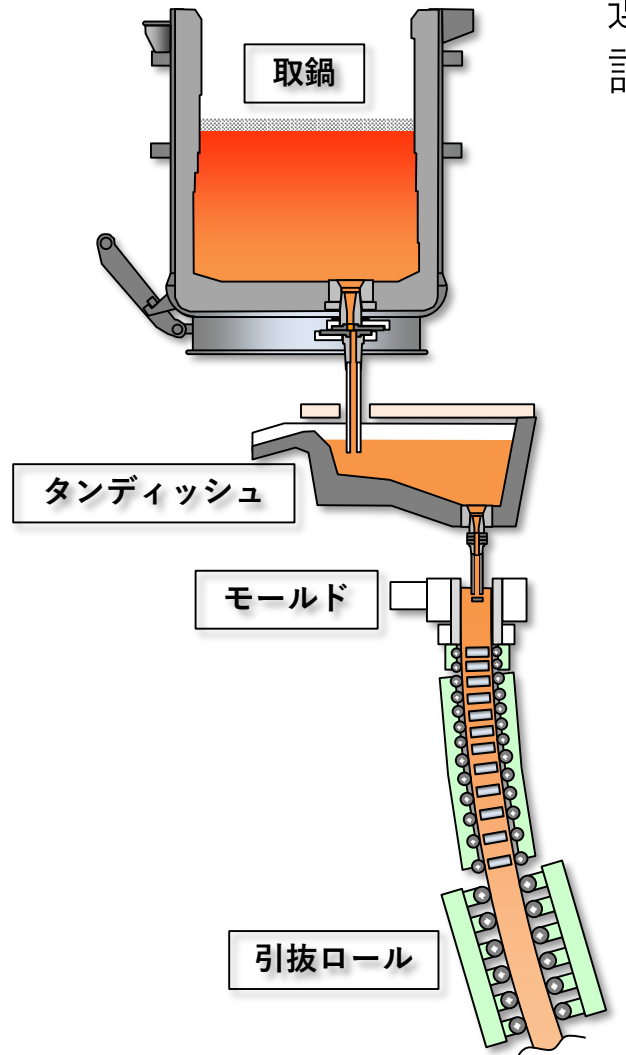
## <ばね>

- 板ばね軽量化技術
- 高応力巻ばねの開発
- 熱間高応力中空スタビ
- 現調化（太巻、自巻、STB）

## <素形材>

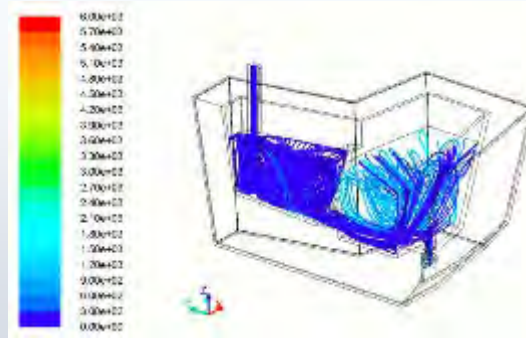
- 水アトマイズ粉末
- ガスアトマイズ粉末  
HIP用、溶射用、3D積層造型用
- 真空溶解
- 精密鑄造

連続鋳造時の介在物低減を図る為、製造部門と連携し、評価結果をフィードバックする事で鋼材の高 cleanliness 化を目指す

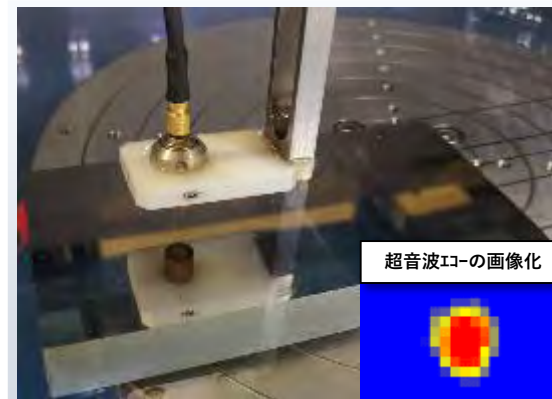


連続鋳造の概略図

熱流体解析によるTD形状最適化・介在物低減 (品質向上)



超音波による介在物検出 (品質評価)



超音波エコーの画像化

介在物組成分析 (改善プロセスの特定)



当社では、窒化処理鋼として使用されますJIS鋼の代替鋼としまして、下記の開発鋼があります。

## 《JIS鋼》

## 《当社開発鋼》

SCM435Hの代替鋼 ⇒	● <b>SCR430VS1</b>	<input type="checkbox"/> Mn、Cr、Vを添加・増量することにより、窒化特性を向上 <input type="checkbox"/> 窒化処理時間の短縮
SACM645の代替鋼 ⇒	● <b>MAC24</b>	<input type="checkbox"/> C、Alの添加量を大幅に低減しているため、加工性が良好 <input type="checkbox"/> Cr、Moを増量し、窒化特性を確保

	鋼種	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Al
JIS鋼	SACM645	0.40/0.50	0.15/0.50	≦0.60	≦0.25	1.30/1.70	0.15/0.30	0.70/1.20
	SCM435H	0.32/0.39	0.15/0.35	0.55/0.95	≦0.25	0.85/1.25	0.15/0.35	-



当社開発材  
**SCR430VS1、MAC24**

- ・ 窒化時間短縮
- ・ 加工性の向上
- ・ 窒化特性向上



## 【窒化特性】

- 表層に20  $\mu\text{m}$ 以上の化合物層が形成
- SCM435Hと比較し、硬化深さがより深い

(参考)

図中SCR430VS1(非調質品)：  
熱間鍛造後の非調質品への窒化処理  
⇒ より深い硬化深さが得られる

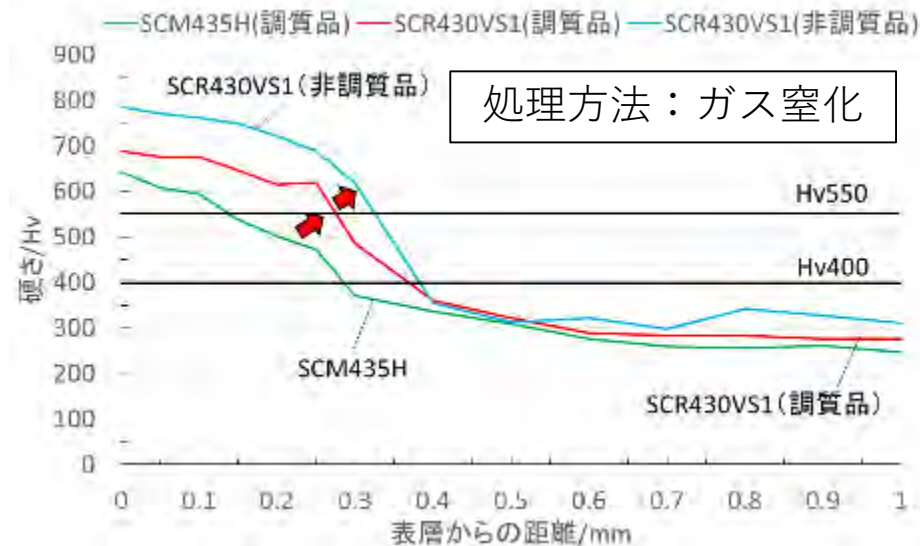


図 表層硬度分布 (窒化特性)

## 【お客様との取り組み事項】

- ・ 対象：建設機械部品
- ・ SCM435H ⇒ SCR430VS1への変更検討
- ・ 窒化時間の短縮

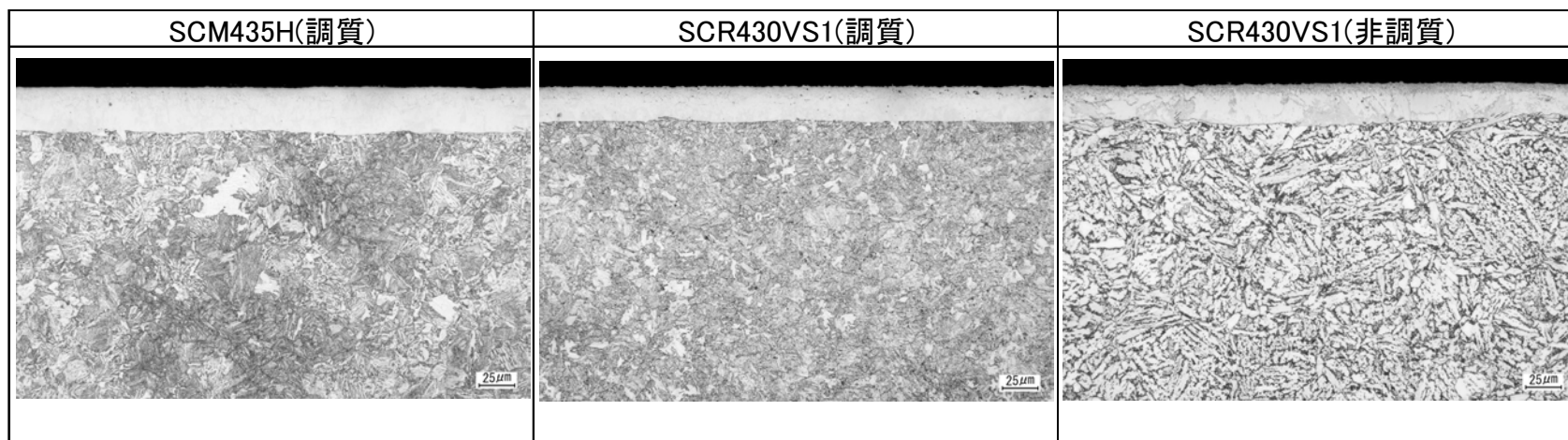


図 表層ミクロ組織

# 【MAC24の特性】

# CN対応／コスト低減

## 【窒化特性】

- 表層に20  $\mu$ m以上の化合物層が形成
- SACM645と比較し、表層硬度は劣るが、硬化深さがより深い

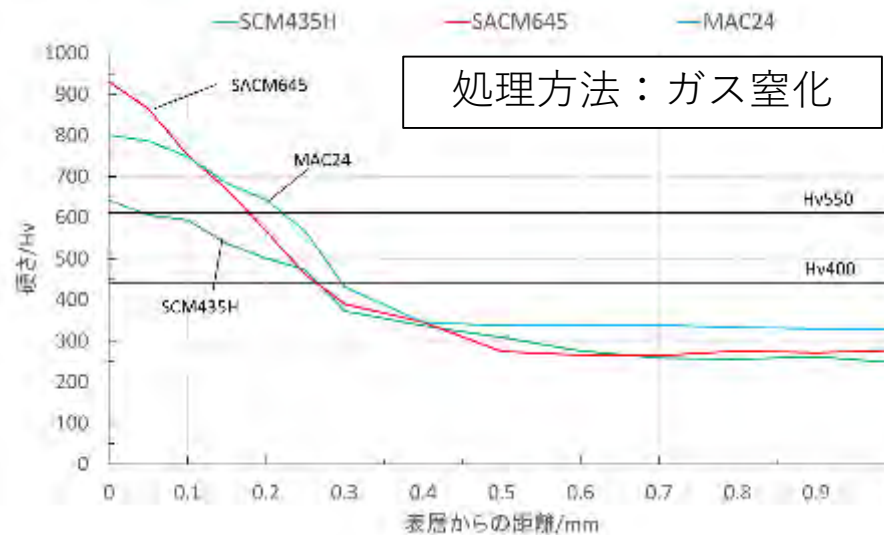


図 表層硬度分布（窒化特性）

## 【お客様との取り組み事項】

- ・ 対象：建設機械部品
- ・ SACM645  $\Rightarrow$  MAC24への変更検討
- ・ 機械加工時の工具寿命延長

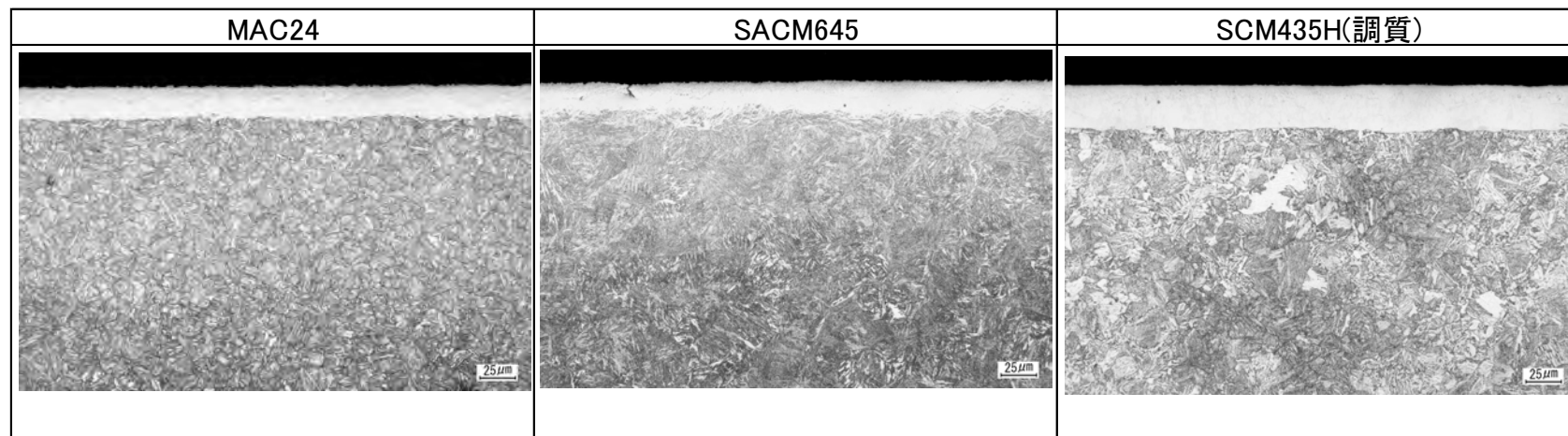


図 表層マイクロ組織

## 高温浸炭用鋼の研究紹介 概要

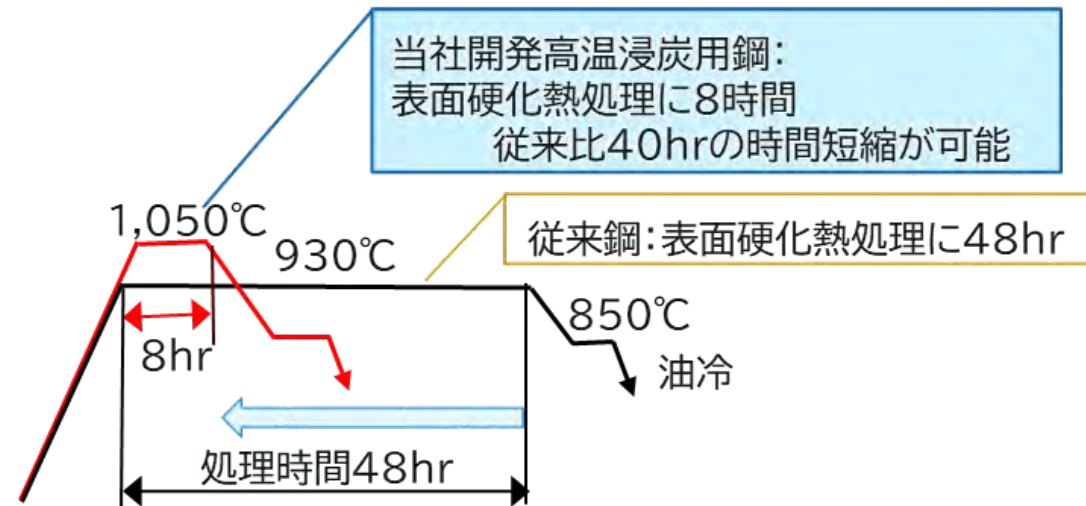
## CN対応／コスト低減

- ✓ 高強度が要求される機械部品(減速機など)は、浸炭処理による表面硬化処理が実施されている。
- ✓ ガス浸炭処理は、処理時間が長いことやCO<sub>2</sub>を多く排出してしまう工程である。
  - ⇒ 浸炭処理温度を高温化することで処理時間の短縮を図ることが可能

**(メリット) 製造リードタイム/コスト削減、CO<sub>2</sub>排出量の低減など**



建設機械向け歯車



浸炭焼入れ条件の例

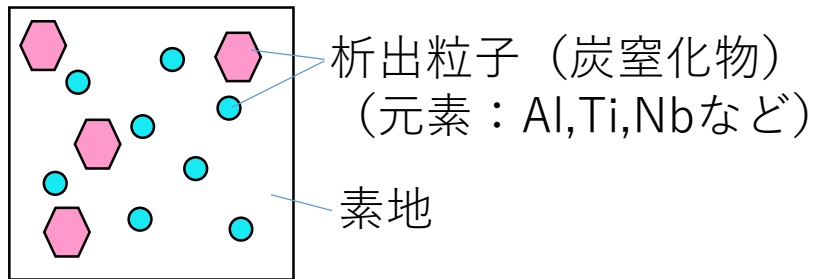
## ✓ 浸炭温度高温化による懸念点 ⇒ 浸炭処理時の結晶粒粗大化

要因①：高温化により、結晶粒の成長が生じやすい

要因②：高温化により、結晶粒の成長をピン止めする析出粒子数が少なくなりやすい

## (アプローチ)

## 析出粒子による結晶粒成長のピン止め



◇ 浸炭温度において、析出する炭窒化物

◇ 添加元素の添加量バランス

## 化学成分/wt%

鋼種	C	Si	Mn	Cr	Mo
SCM420H	0.21	0.25	0.86	1.00	0.15
SCM420H-KS(ハース鋼)	SCM420H + Al,N量増 + Nb添加				
開発鋼-①	SCM420H-KS(ハース鋼)+Nb添加量増				
開発鋼-②	SCM420H-KS(ハース鋼)+Ti添加量増				

**特許第7142306号** SCM420H-KS:自動車用高温浸炭用鋼

- 当社材である自動車用高温浸炭用鋼をベースとし、添加元素を調整し、さらに長時間結晶粒粗大化を抑制
- Nb炭化物やTi窒化物等の微細析出を行い結晶粒粗大化を抑制(ピン止め効果)



# 製品化開発

— 当社事業の顧客ニーズに応える製品化開発事例のご紹介 —

## < 鋼材 >

- 高纯净度鋼
- 窒化鋼
- 高温浸炭用鋼

## < ばね >

- 板ばね軽量化技術
- 高応力巻ばねの開発
- 熱間高応力中空スタビ
- 現調化（太巻、自巻、STB）

## < 素形材 >

- 水アトマイズ粉末
- ガスアトマイズ粉末  
HIP用、溶射用、3D積層造型用
- 真空溶解
- 精密鑄造

## 目標

商用車電動化に伴う燃費改善

⇒板ばね製品の軽量化

## アプローチ

製品の工法改善による性能向上

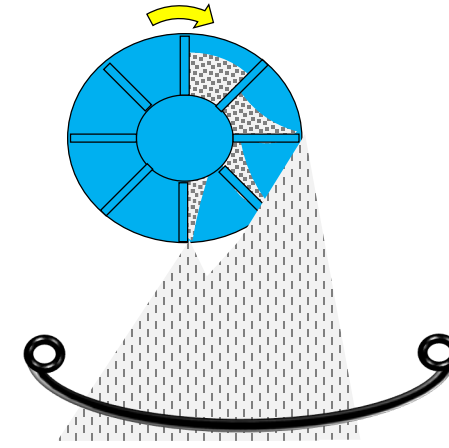
⇒必要な構成枚数および板厚の低減

⇒製品重量の低減（軽量化）

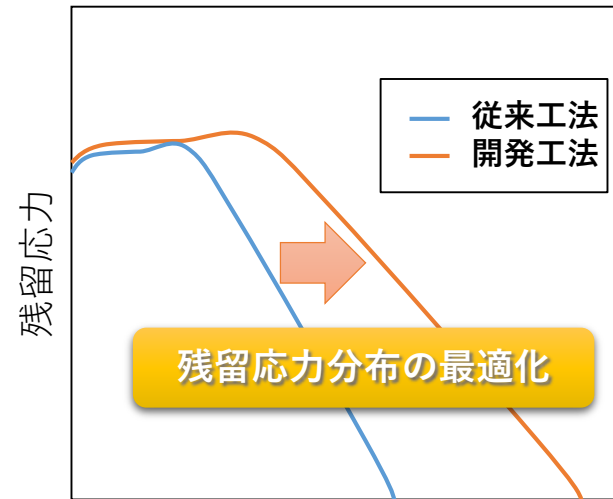
## 概要

ショットピーニング工法改善による耐久性向上

⇒残留応力分布の最適化による腐食耐久性の向上

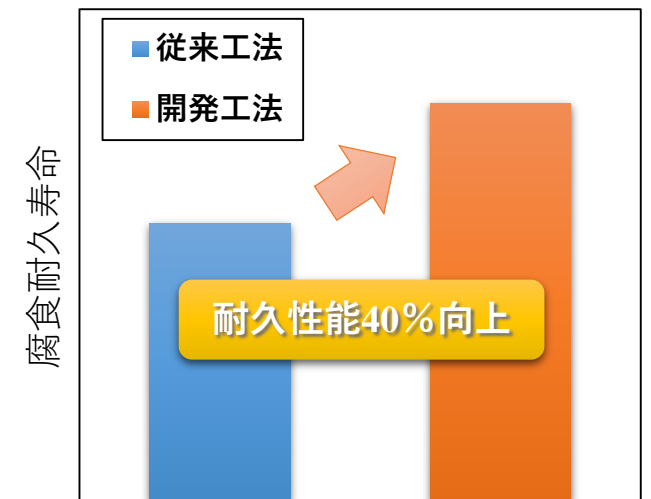


図：板ばねのショットピーニング



表面からの深さ

図：残留応力分布比較



図：腐食耐久寿命比較

# 高応力巻ばねの開発

# 省エネ（軽量化）

## 目標：ばねの軽量化

CO<sub>2</sub>排出量削減、EV化バッテリー重量増による部品軽量化

## アプローチ

材料開発と工法開発の組み合わせによる高応力化

材料開発：添加成分調整

工法開発：ショットピーニング 工法改善

## 概要

### ばね要求項目

耐疲労性、耐へたり性、耐腐食性、耐遅れ破壊性

■耐疲労性、耐へたり性：硬度UPによる性能向上

■耐腐食性、耐遅れ破壊性：成分改良、ショットピーニング改良



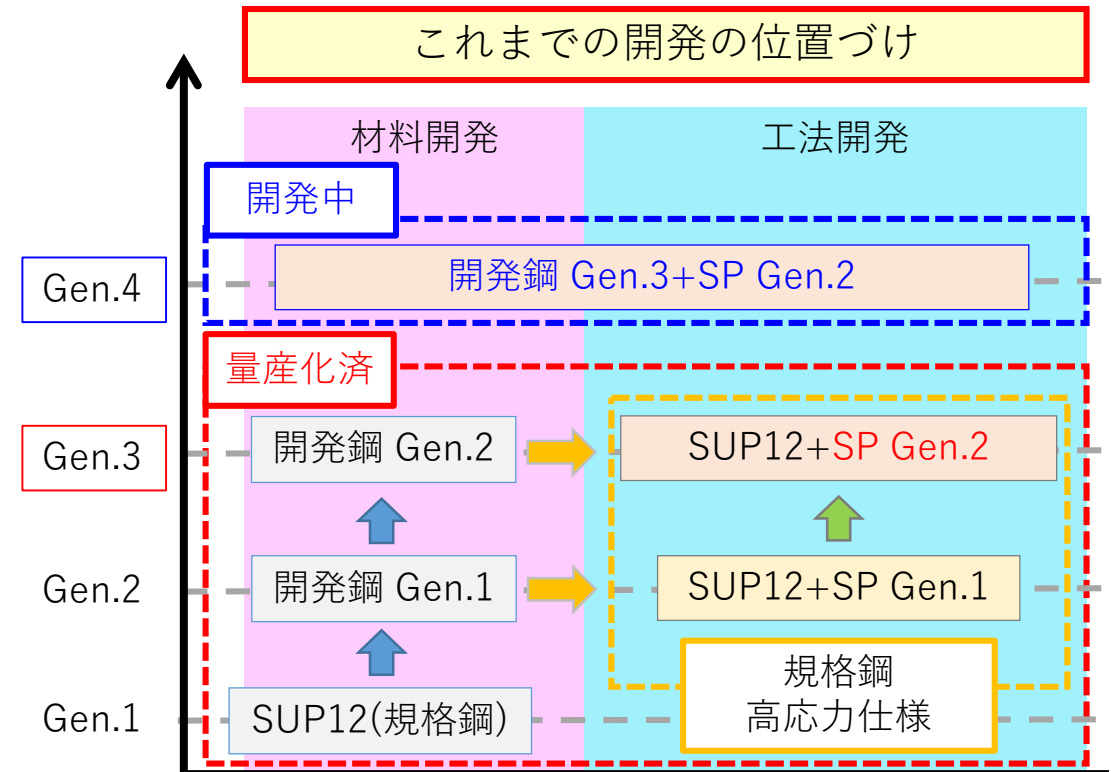
Gen.3



約10%軽量化



Gen.4



## ニーズ

スタビライザーでは軽量化する為中空化ニーズ有り  
太径・複雑形状品では中実で熱間成形されている（中実⇒中空化）

## アプローチ

生産タクト良・太径複雑形状対応可である熱間成形にて軽量化を図る  
⇒熱間での中空化では加熱⇒成形⇒焼入れまでの温度コントロールが重要

## 概要

### ①温度シミュレーション（熱伝導解析）

加熱⇒成型⇒焼き入れ工程での温度を  
CAE活用した温度シミュレーションに取組中

### ②成形時の型接触による温度低下抑制

加熱から焼入れ工程までの温度低下抑制技術を開発中

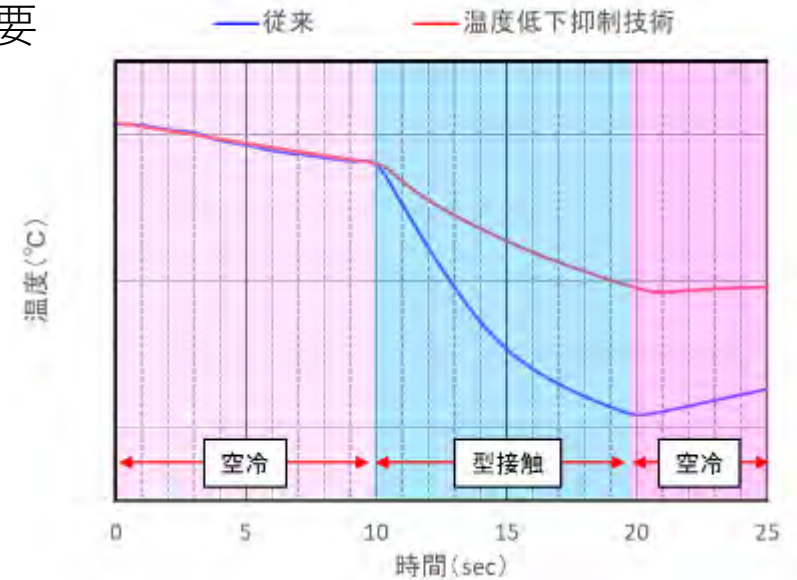
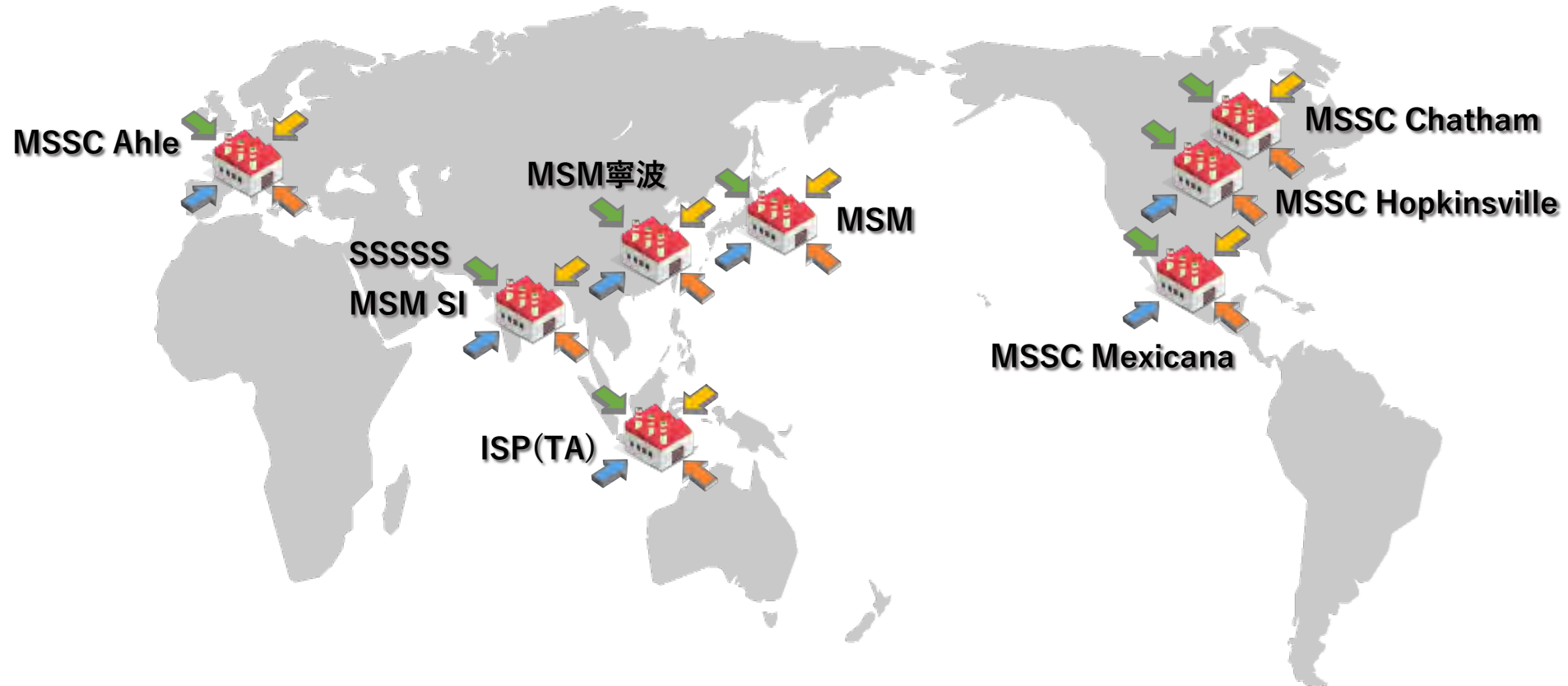


図. 温度低下抑制技術有無での温度プロファイル



グローバル展開において安定した材料の供給を行うべく現地材料調達を支援  
現地材料メーカーとのやり取り、各種品質評価にてBCP対応を推進



材料メーカーとしての知見をもって各製造拠点に適した材料を選定しております

# 製品化開発

— 当社事業の顧客ニーズに応える製品化開発事例のご紹介 —

## < 鋼材 >

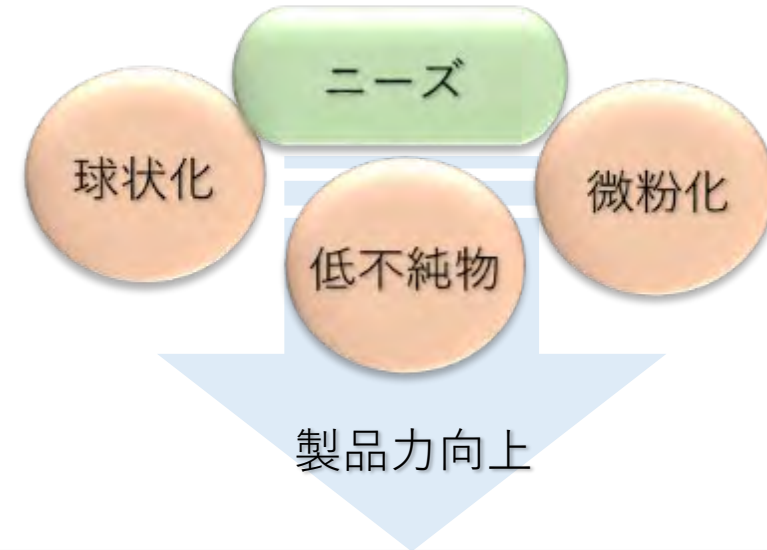
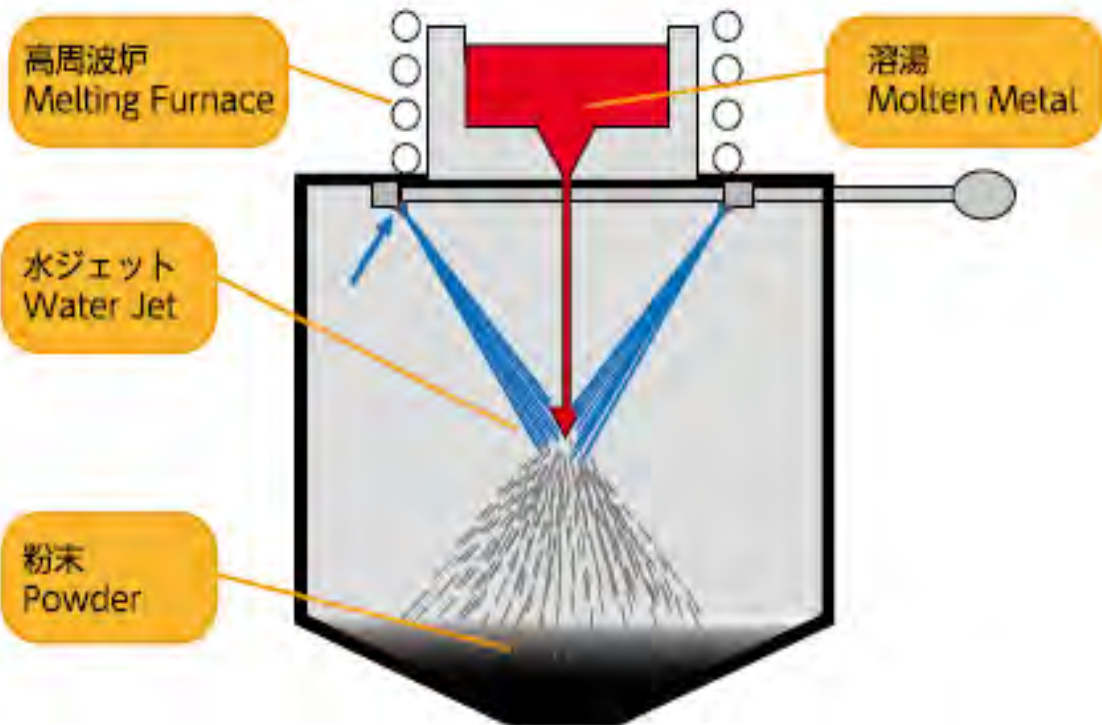
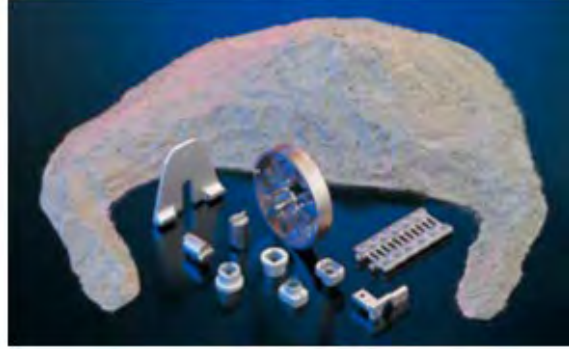
- 高纯净度鋼
- 窒化鋼
- 高温浸炭用鋼

## < ばね >

- 板ばね軽量化技術
- FEM1500MPa級巻ばね
- 熱間高応力中空スタビ
- 現調化（太巻、自巻、STB）

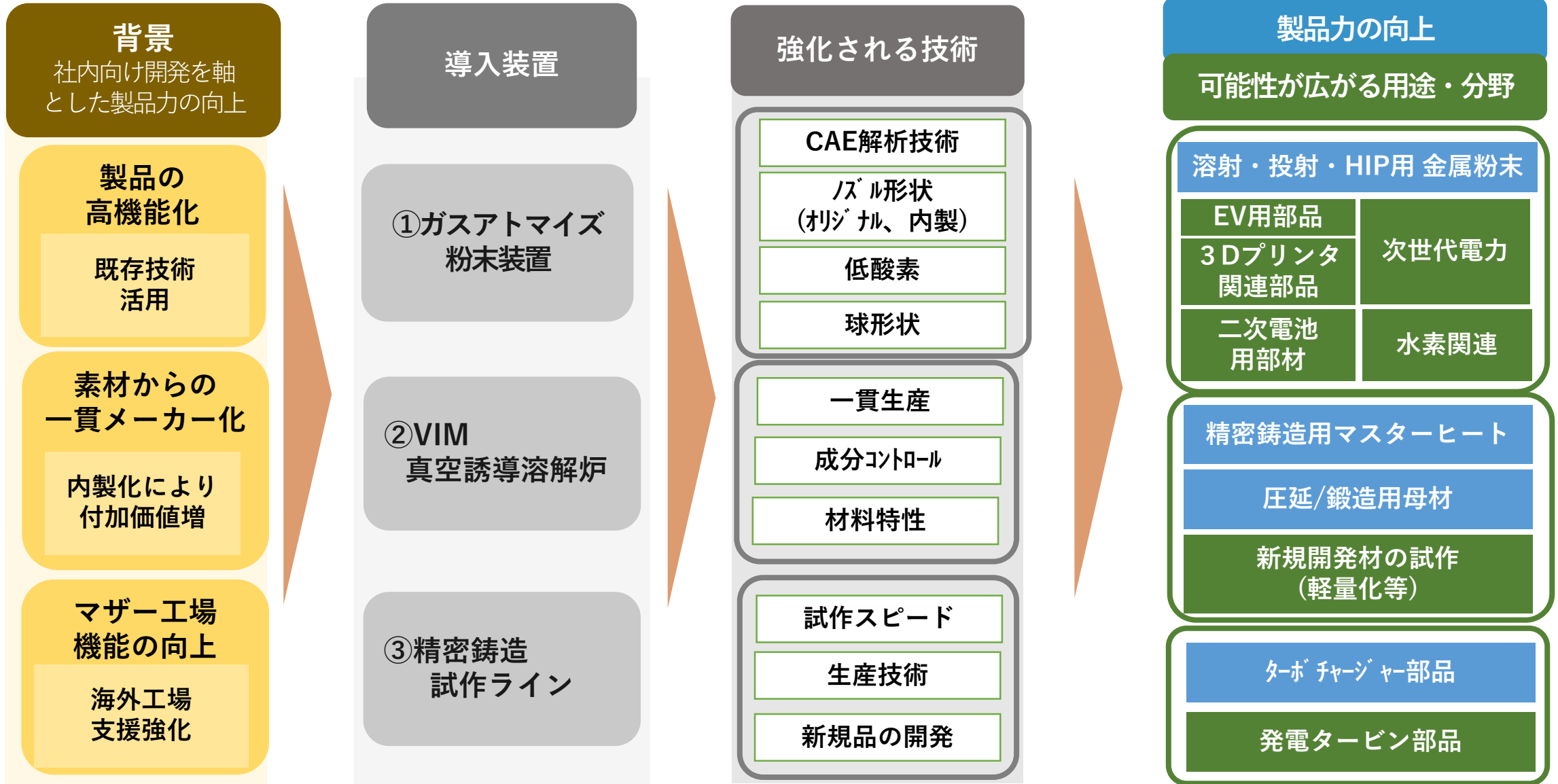
## < 素形材 >

- 水アトマイズ粉末
- ガスアトマイズ粉末  
HIP用、溶射用、3D積層造型用
- 真空溶解
- 精密鑄造



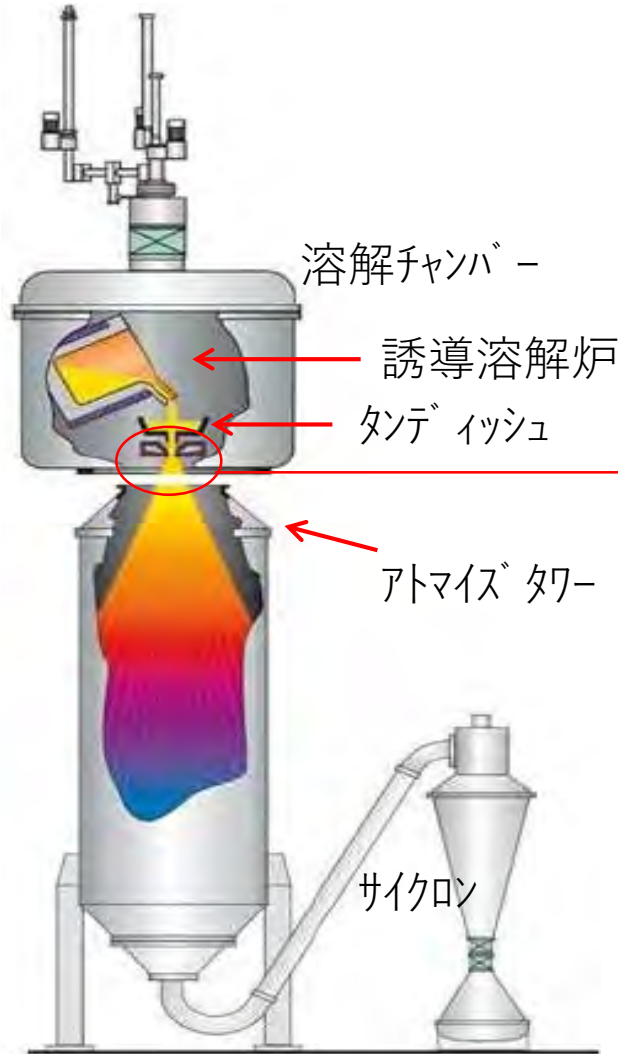
## 水アトマイズ 試作ラインの活用

- **溶解技術**…各鋼種成分調整・配合技術
- **アトマイズジェット**…高圧水ジェット噴射方法
- **脱水・乾燥**…低酸素・高歩留り化
- **分級**…高歩留り化
- **評価**…粉末特性・形状解析・磁気特性評価など



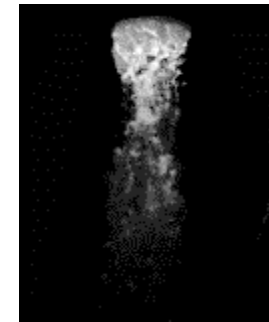
## 【設備概要】

- 250kg/100kg
- ガス：アルゴンガス

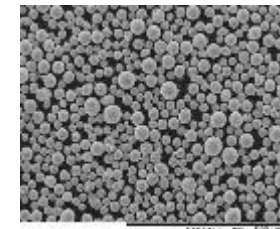


流体解析によるアトマイズ条件の適正化…微粉化・球形状・高歩留り

その場観察による条件の適正化



各種粉末特性評価

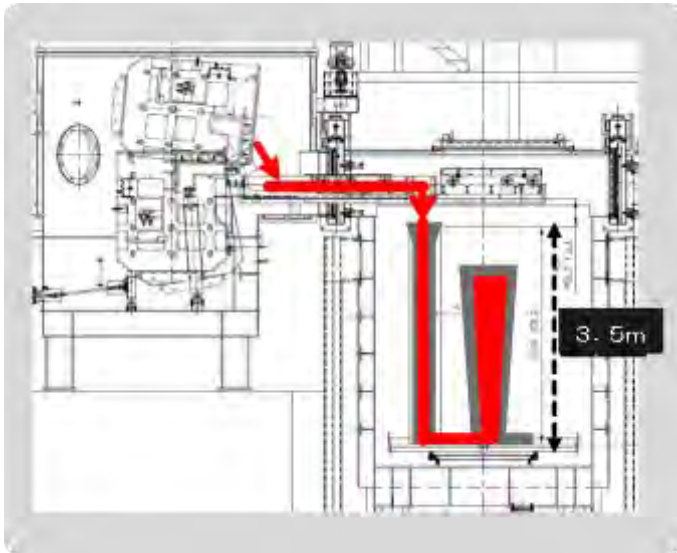


	～50 μm	～100 μm	～250 μm
3D-プリンター	低酸素	低コスト	
軟磁性粉末	球状化		
HIP		高流動性	
溶射		コンタミス	低コスト

製造技術

材料開発

## 3TonVIM

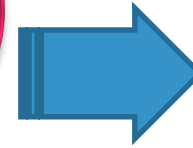


VIM  
溶解材

マスターヒート



鋼塊



精密铸造メーカー

精铸品



開発中

圧延メーカー

鍛造メーカー

MSR圧延ライン (室蘭)

鋼塊供給  
(2.4Ton/ch)

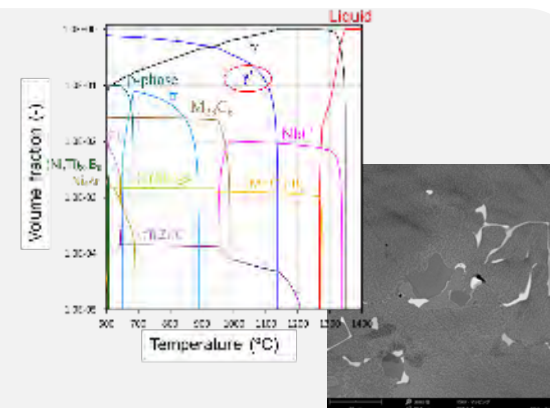
開発材料の試作

## 製造技術・要素技術

### マスターヒートの製品化

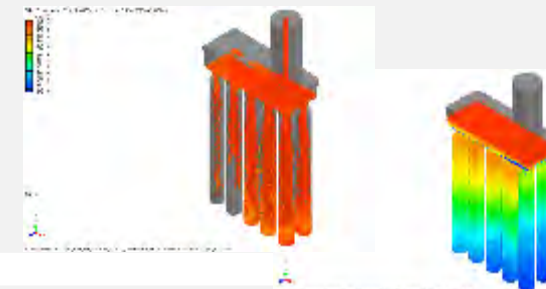
#### 材料物性値の取得

- ✓ 状態図計算・材料評価
- ✓ 狙い成分の適正化
- ✓ シミュレーション用のデータ



#### VIMの鑄型・タンディッシュの設計

- ✓ 湯流れ解析
- ✓ 凝固解析



### 開発材の素材提供

#### 鋼材・ばね製品の材料開発

- ✓ 新規開発品の試作

## 生産技術、新規品の開発

- ・ タイ量産工場と同等設備(コンパ° 外ライン)の保有
- ・ 生産技術改善・開発のスピードアップ
- ・ 量産工場へ技術移転、安定生産、価格競争力

## VIM装置とのシナジー効果

- ・ 素材 (MH:マスターヒート) の内製
- ・ 社内製MHを使用した製品評価
- ・ 社内製MHの成分開発、価格競争力

素材から製品まで一貫したモノづくり体制





# 基礎研究

— 製品化開発を支える基礎研究事例のご紹介 —

## < 基礎研究テーマ >

■ 材料開発シミュレーション

■ 鍛造熱処理 結晶粒制御

■ 介在物検出（高周波UT）

■ 遅れ破壊メカニズムの解明

■ ばね鋼の基礎材料特性

■ X線残留応力測定

■ 耐熱鋼

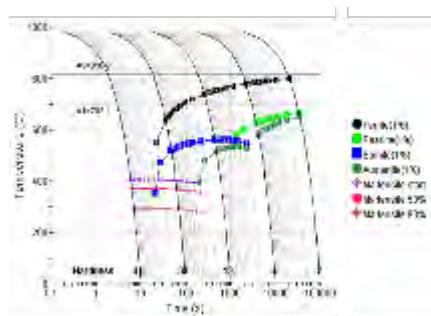
■ 鑄造解析

製品品質の担保・向上するべく各種基礎研究に取り組んでおり、産学連携も実施しております。

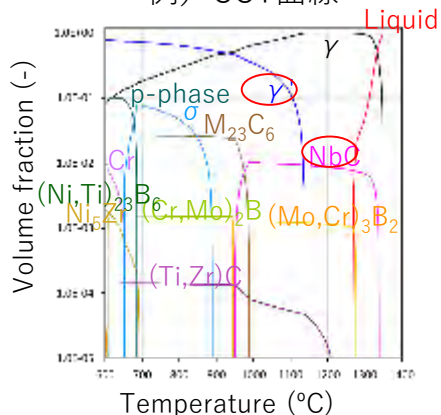
# 材料開発シミュレーション

## 材料技術

ソフトウェア活用による材料物性値、状態図計算及び実験データを用いて材料開発を推進



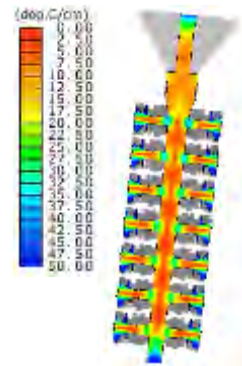
例) CCT曲線



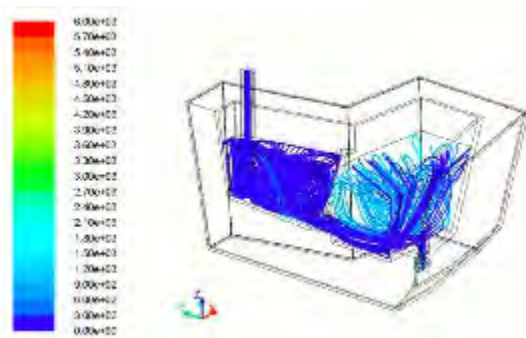
例) 平衡状態図

## 製造プロセス

製造条件の適正化を図る為CAE活用した最適化を検討



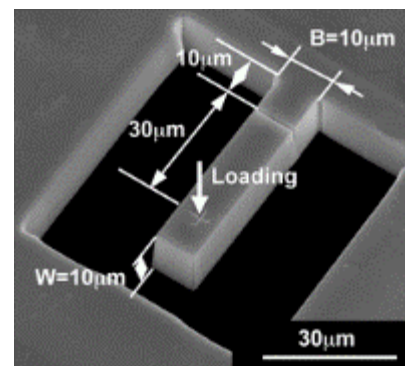
例) 凝固解析



例) 熱流体解析

## 評価技術

目的に適した評価手法,設備を選択して試験を実施



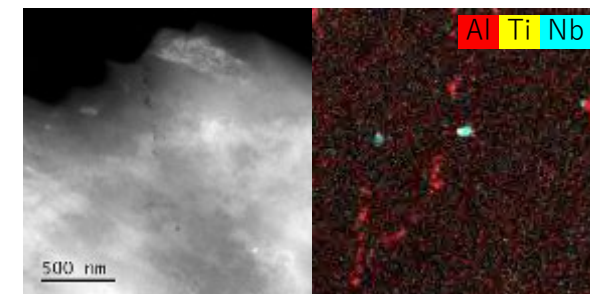
例) マイクロ片持ち試験



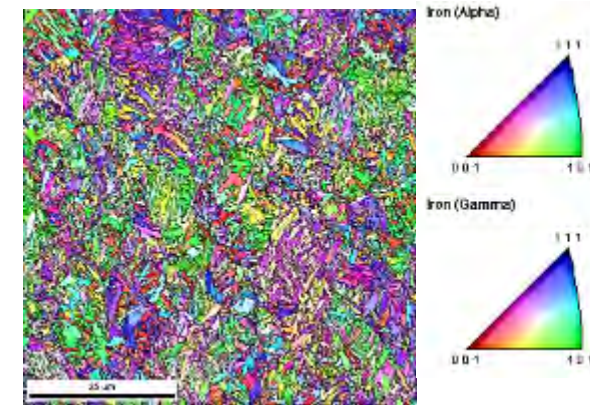
例) ねじり遅れ破壊試験

## 分析解析技術

試験データを様々な観点から分析,解析を実施



例) TEM観察&STEM-EDS分析










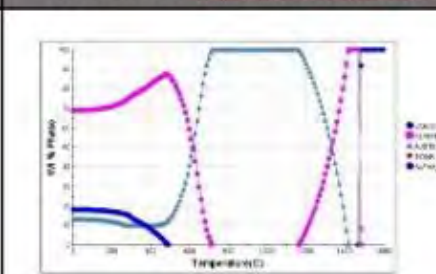




例) EBSD解析

# 研究使用設備（一例）

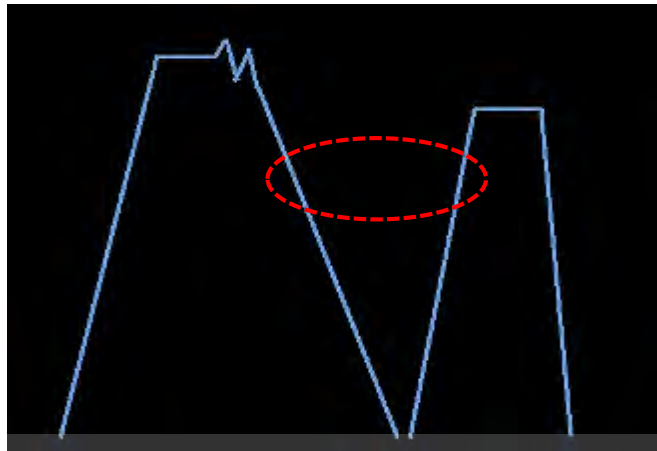
回転曲げ疲労試験機	ねじり疲労試験機	定荷重ねじり試験機	高温ｸﾘｰﾌﾟ試験機	未破断応力試験機
				
ローラーピッチング疲労試験機	鋼中水素測定機	フォーマスタ試験機	X線残留応力測定機	超音波探傷機
				
EPMA	加熱ステージ付きEBSD-SEM	蛍光X線分析装置	ガス分析装置 (C,S)	ガス分析装置 (O,N)
				

# 研究使用設備（一例）

複合サイクル試験機	3D形状測定機	粒度分布測定機	ロータリーキルン	エアージェット分級機
				
インテリク	スパッタ装置	介在物自動解析装置	B-Hアナライザ	デジタル超高抵抗/微小電流計
				
LCRメータ	材料物性値,熱力学計算ソフト (Thermo-Calc, JMatPro)	鑄造解析ソフト (ADSTEFAN)	電磁場解析ソフト (JMAG)	構造解析ソフト (LS-DYNA)
				

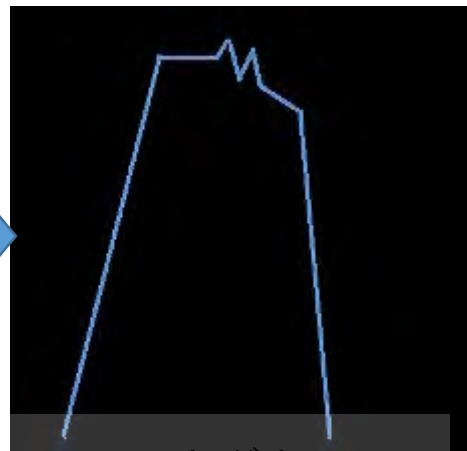
建設機械向けの鍛造品において熱処理省略を目指す上で課題となる、結晶粒の粗大化防止策として鋼材成分を調整、析出物や鍛造工程を制御する事で微細粒を得る為の研究を実施中

通常工程



鍛造焼入れにより再加熱を省略

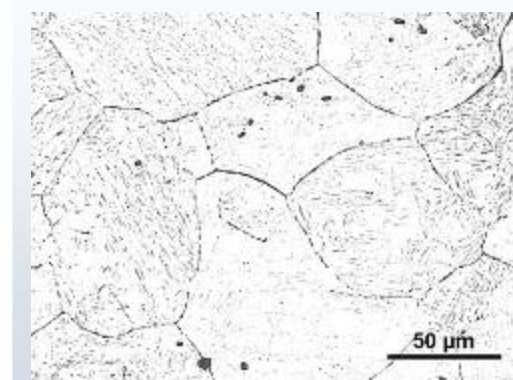
直接鍛造焼入れ



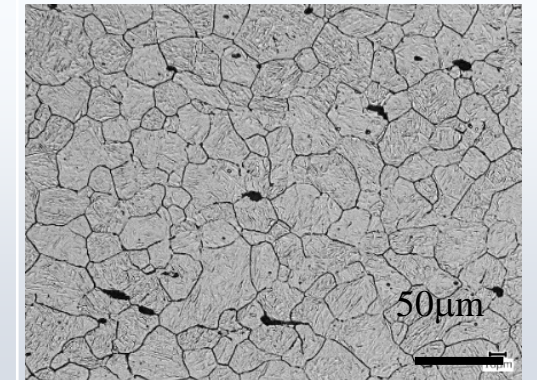
コストダウン  
炭素排出量低減

微量元素の調整と鍛造工程制御による改善効果

従来



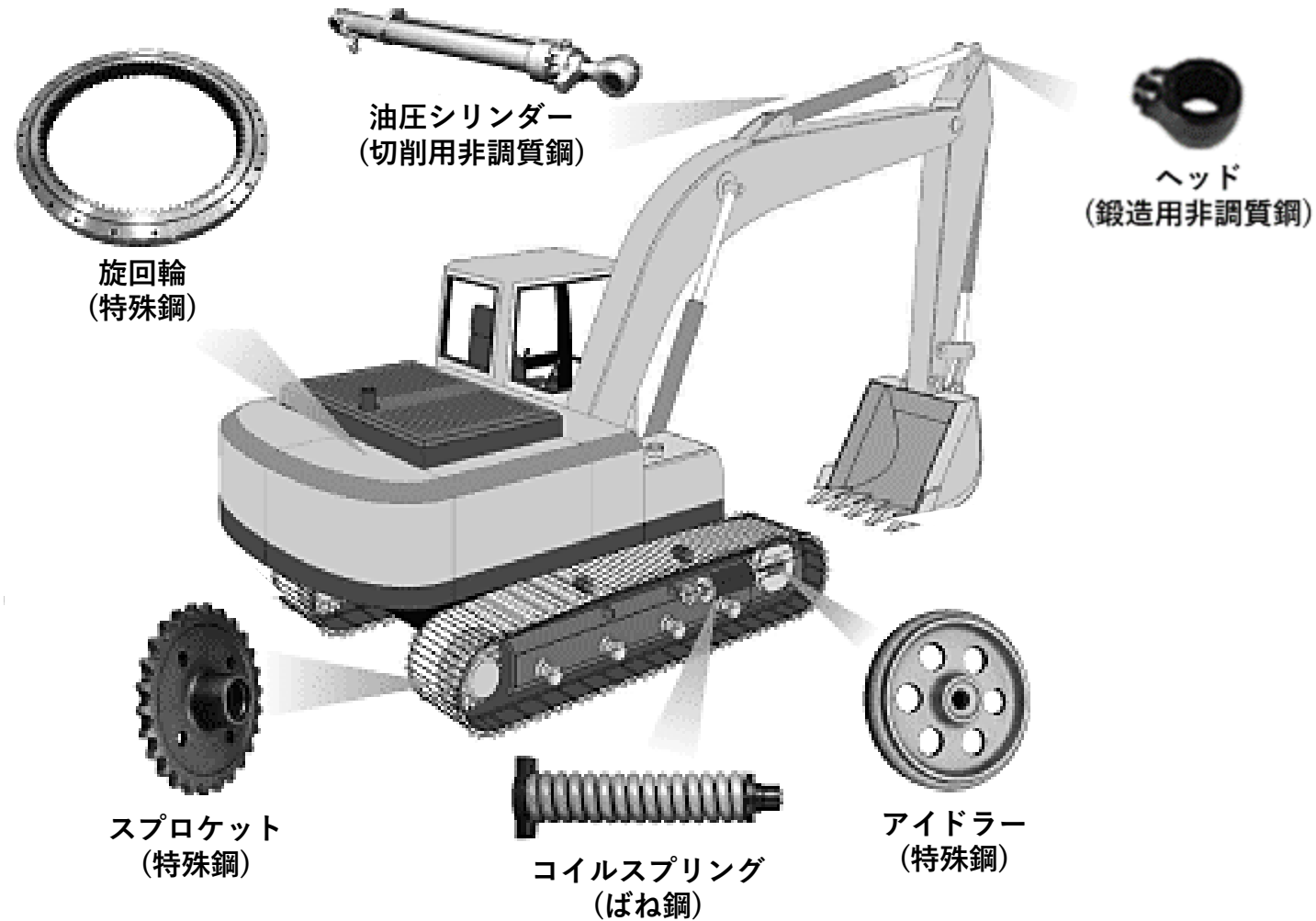
開発材



析出物のピン止め効果を利用して鍛造中の再結晶で発生する微細粒の成長を抑制する事により、熱処理を省略したまま必要な特性を得る事が可能となる

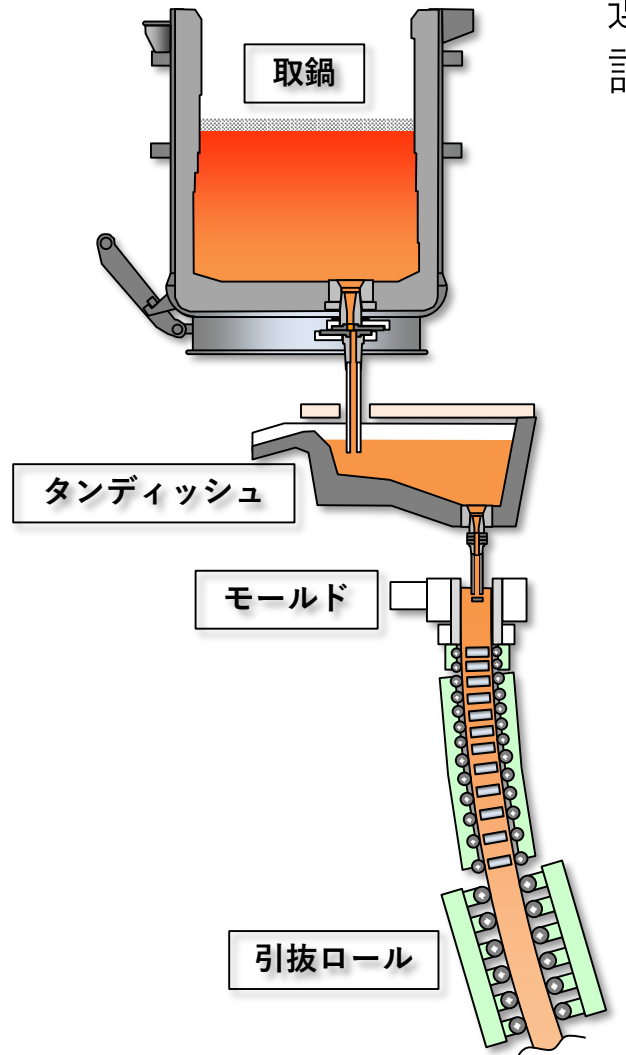
# 鍛造熱処理工程の結晶粒制御(横展開)

## コスト低減 (産学連携)



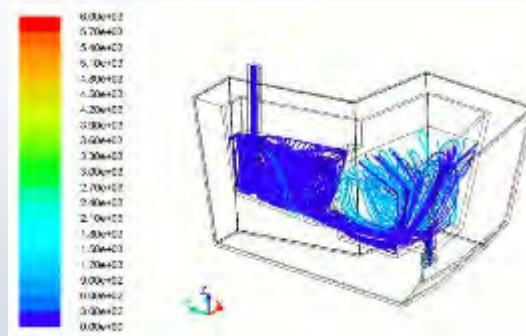
結晶粒成長抑制のメカニズムを把握し、様々な部品に技術展開していく事を目指す

連続製造時の介在物低減を図る為、製造部門と連携し、評価結果をフィードバックする事で鋼材の高 cleanliness 化を目指す

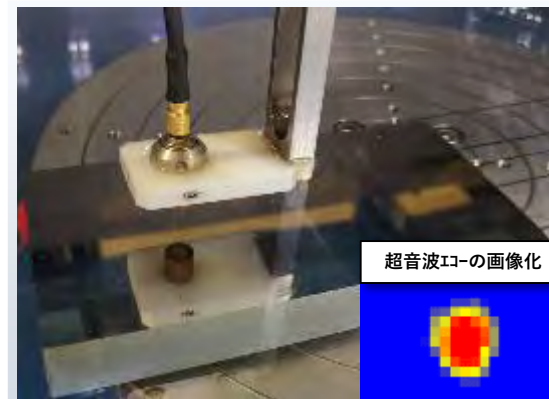


連続製造の概略図

熱流体解析によるTD形状最適化・介在物低減 (品質向上)



超音波による介在物検出 (品質評価)



超音波エコーの画像化

介在物組成分析 (改善プロセスの特定)



## 超音波を利用した非破壊検査

- ・ 鋼材の疲労強度に大きな影響を及ぼす、粗大な非金属介在物を大体積で評価可能
- ・ 極値統計法の数百倍の面積を評価した事に相当し、より広い範囲で統計を取る事が可能となる。



高周波超音波探傷機

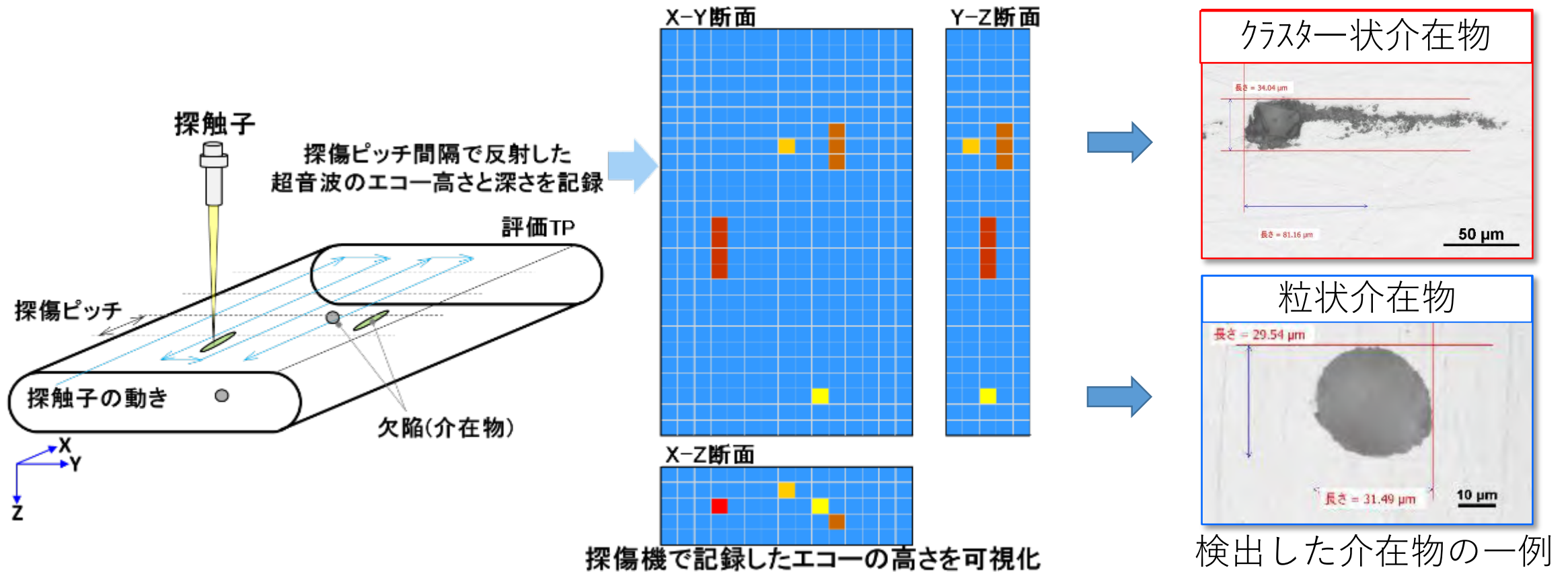


## 超音波探傷法の活用

- ・ 製鋼プロセスの改善
- ・ 高 cleanliness 材の選別、不良品判定
- ・ 検鏡法の代替えによる工数削減
- ・ 介在物以外の内部欠陥検出



超音波を利用した非破壊検査



当社では50MHzの探触子を用いて、30 μm以上の非金属介在物を検出可能

# 基礎評価プロセス (P41~P44)

製品としての評価だけでなく、ミクロからマクロな視点までを含めた基礎評価を実施

試験品サイズ：微小

試験品サイズ：大

試験片での評価

製品での評価

組織影響評価

マイクロレベルのサイズで評価することで加工や形状の影響を受けにくく、組織や粒界・粒内のミクロ視点での評価が可能

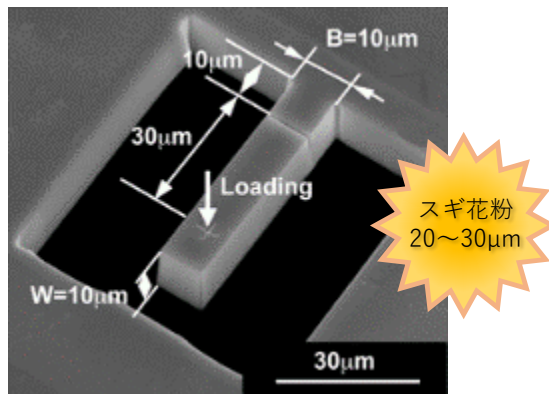


図. マイクロ試験片サイズ (一例)

加工影響評価

製品サイズではなく試験片サイズで評価することで加工の要素一つ一つにフォーカスして試験ができ、加工影響の評価が可能



図. 試験片サイズ (一例)

複合影響評価

製品での試験によって、複合要素での評価が可能  
⇒ 試験片での評価結果と合わせることで各パラメータの製品への影響度など調査することが可能

# 遅れ破壊メカニズムの解明

高強度鋼の遅れ破壊※の対策

燃費向上  
コスト削減  
カーボンニュートラル

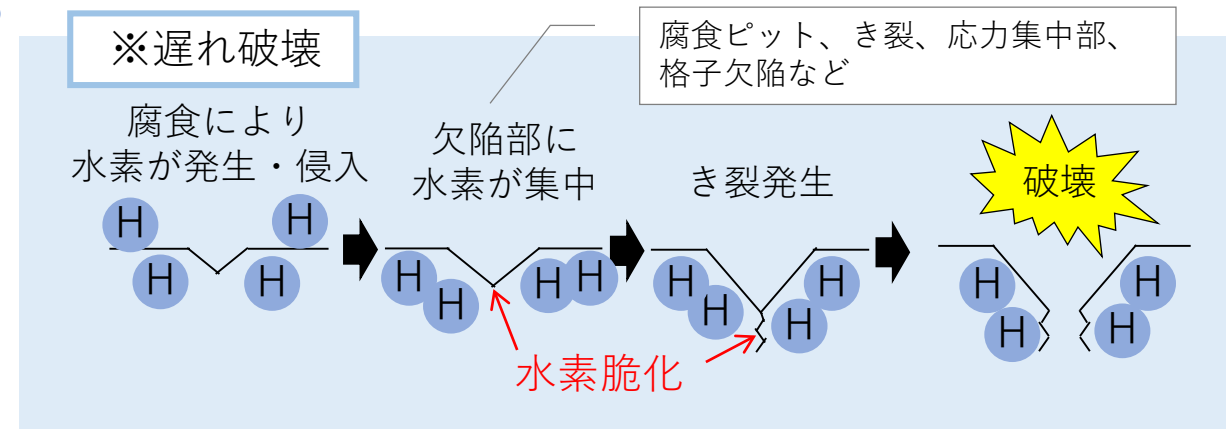
などの観点から、製品や部品の軽量化が求められる  
↳方法の1つとして「高応力化」

しかし製品の高応力化により、材料の使用硬度が上がる

- 切り欠き感受性が高まる
- 耐遅れ破壊性が低下する 【問題】



**遅れ破壊(=水素脆化)**はメカニズムの全容が未だに解明されておらず、現在も多くの研究がなされている



従来方法だと、遅れ破壊因子の詳細な特定は難しいとされていたが、マイクロレベルの評価は、水素脆化による破壊を現象として捉えることで、より精緻な評価ができ、遅れ破壊の因子の特定に利用できると考え、共同研究を行っている

遅れ破壊因子を特定し、その影響度について調査を進め、これを考慮した**材料開発**を目指す

# 遅れ破壊メカニズムの解明

## 【従来】



↑ 未破断応力試験用TP

(全体： $\phi 10 \times 145L$  評価部： $\phi 4 \times 20L$   
[mm])

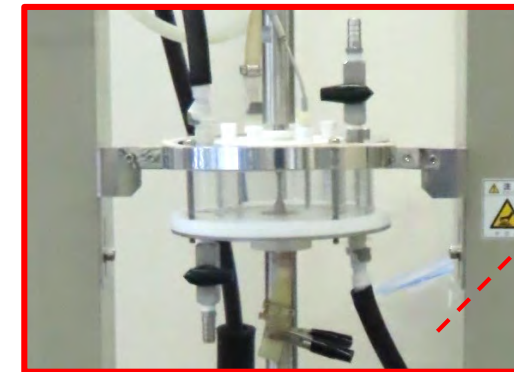
試験片をチオシアン酸アンモニウムに浸漬  
→水素をチャージした状態で荷重を負荷

## 【問題点】

- ・加工や形状の影響を受ける
- ・試験によるばらつきが大きい



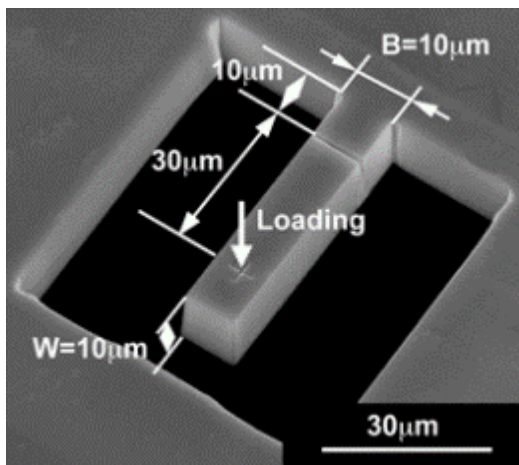
遅れ破壊以外の因子が  
破断に影響を及ぼすと  
詳細な因子の調査が難しい



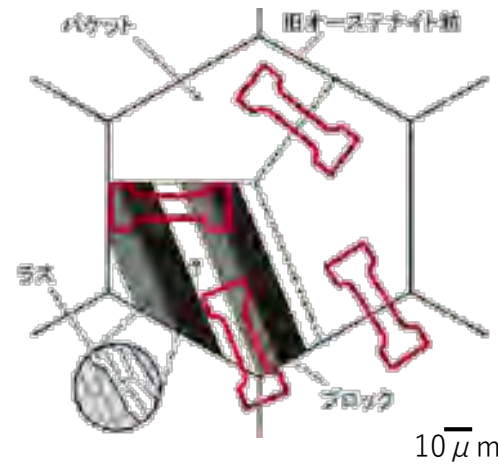
未破断応力試験模式図 →



## 【マイクロ片持ち梁試験】



## 【マイクロ引張試験】



## 【メリット】

非常に小さな領域  
(=組織や粒界・粒内の影響が見られるようなマイクロ  
レベル) で試験片を作製

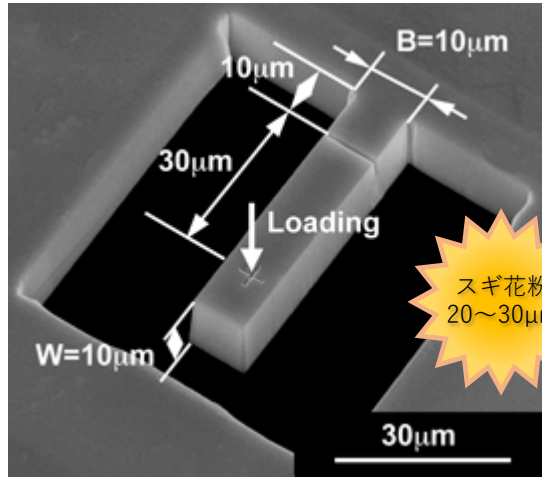


従来試験のような加工や形状の影響を除外して評価できる

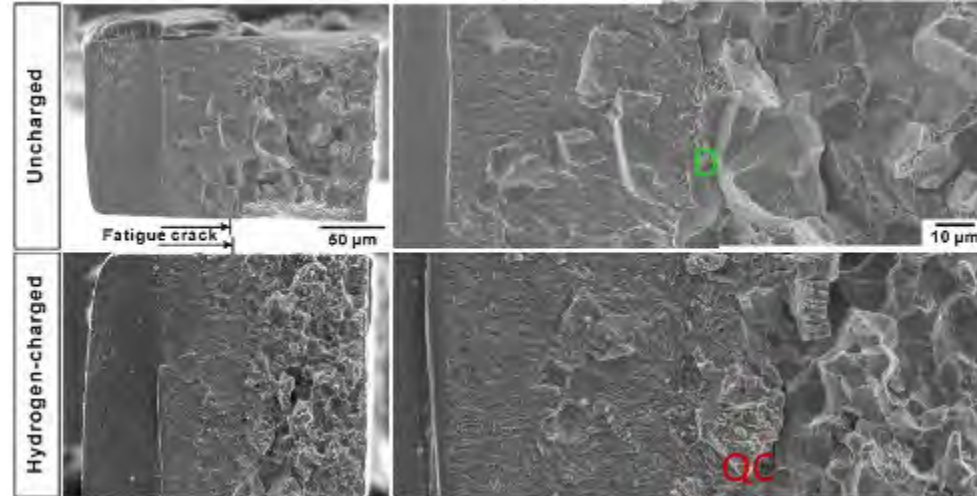
※熊本大学 先端材料学研究室 HPより抜粋（試験片サイズは一例）

# 遅れ破壊メカニズムの解明

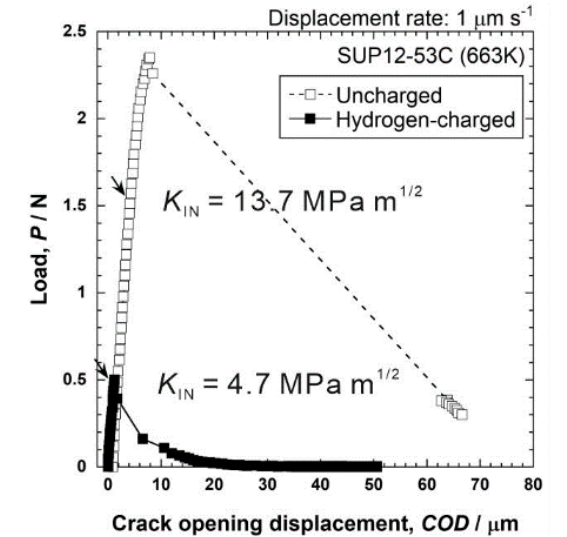
## 【マイクロ片持ち梁試験】



※熊本大学 先端材料学研究室 HPより抜粋  
(試験片サイズは一例)

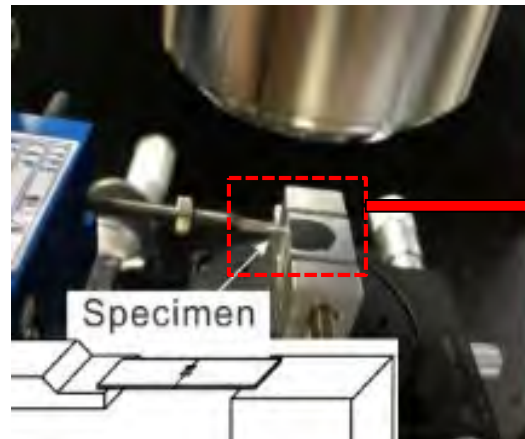
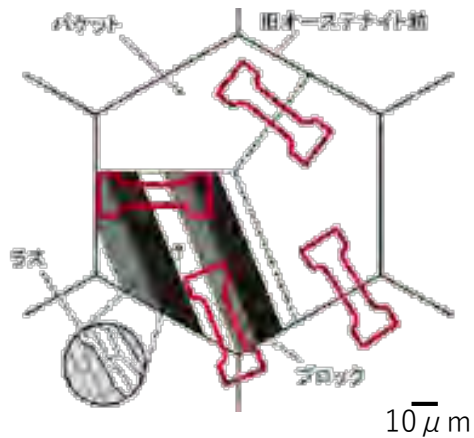


↑ 破面様相（上：水素未チャージ材 下：水素チャージ材）

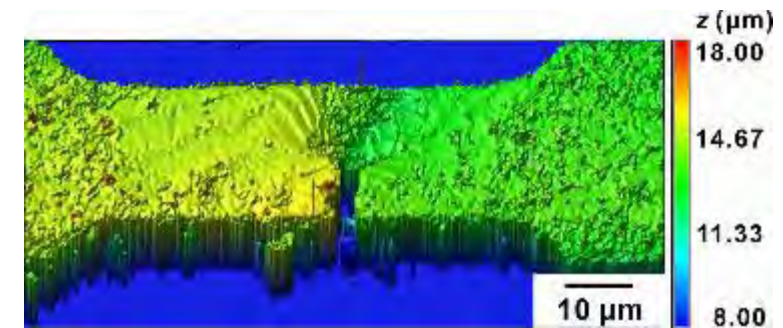
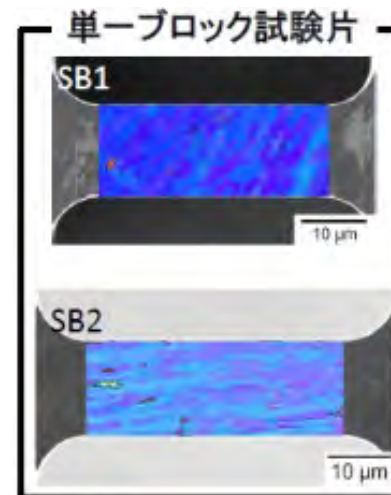


↑ イントリンシック破壊抵抗  
高いほど材料の基底組織の靱性が延性的

## 【マイクロ引張試験】



↑ 実際の試験装置



↑ マイクロレベルで引張試験を実施することで  
組織のどの部分が弱いのか観察できる

目標：ばねの軽量化

CO2排出量削減、EV化によるバッテリー重量増による部品軽量化

アプローチ

巻ばね製品の高応力化に伴う各ばね鋼の製品使用強度、応力域の把握

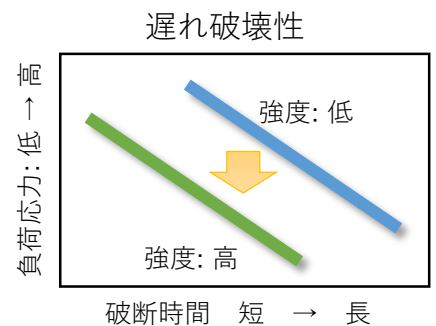
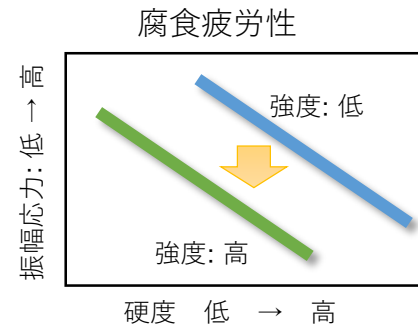
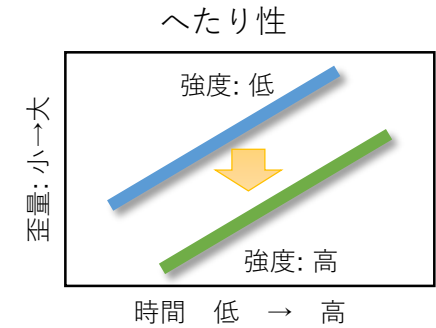
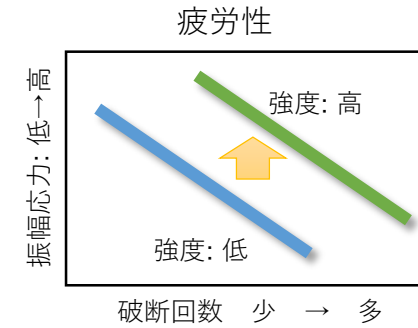
概要

(ばね要求項目)

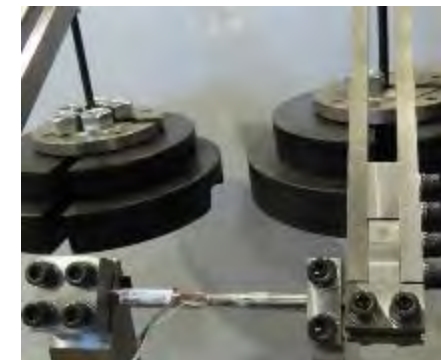
耐疲労性、耐へたり性、耐腐食（疲労）性、耐遅れ破壊性



ばね鋼の強度違いでの材料自体及びショットピーニング施行による  
要求項目に対する変化を取得する。



ねじり遅れ破壊試験



定荷重ねじり試験

# 残留応力測定 (Cos α 法)

# 高品質 (産学連携)

X線回折現象を利用して、残留応力を算出する方法

今回ご紹介：[cos α 法](#) <日本の技術で開発：2012年～市販化 (MSM：2018年導入)>

## 特徴①

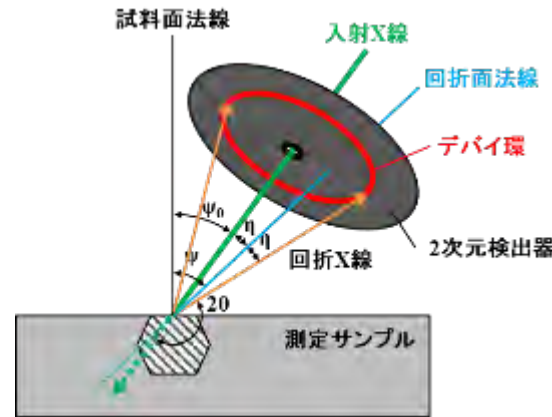
**短時間測定**：約1分/回  
従来装置に比べ1/10

## 特徴②

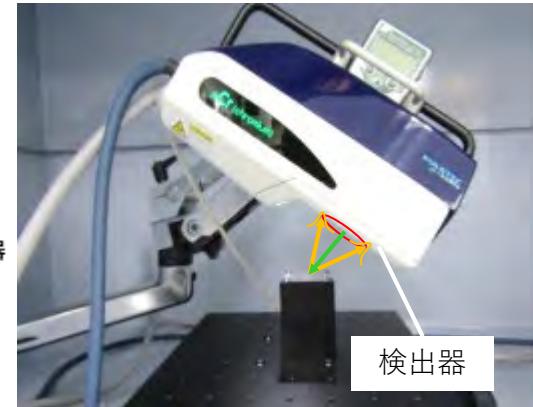
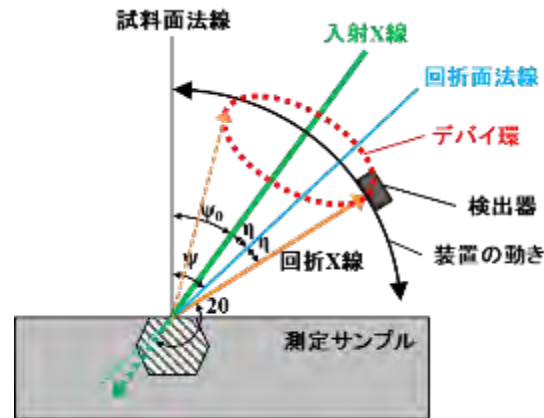
**装置が小型**  
W213 × H107 × D114 mm

## 特徴③

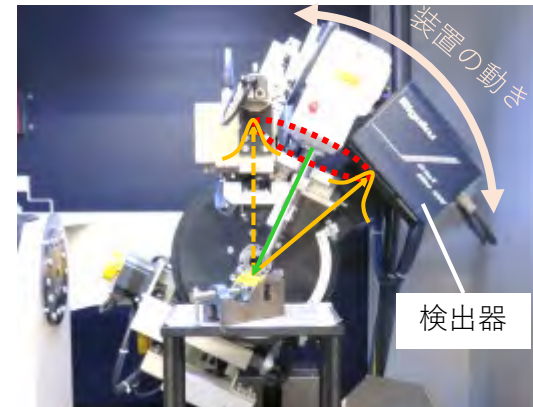
**測定品サイズの制限なし**  
例：板ばね(約1300mm)  
切断なしで測定可能



従来法： $\sin^2 \psi$  法



1回のX線照射で回折環  
360° 全周を取得可能  
⇒ **1回のX線照射で  
応力算出が可能**



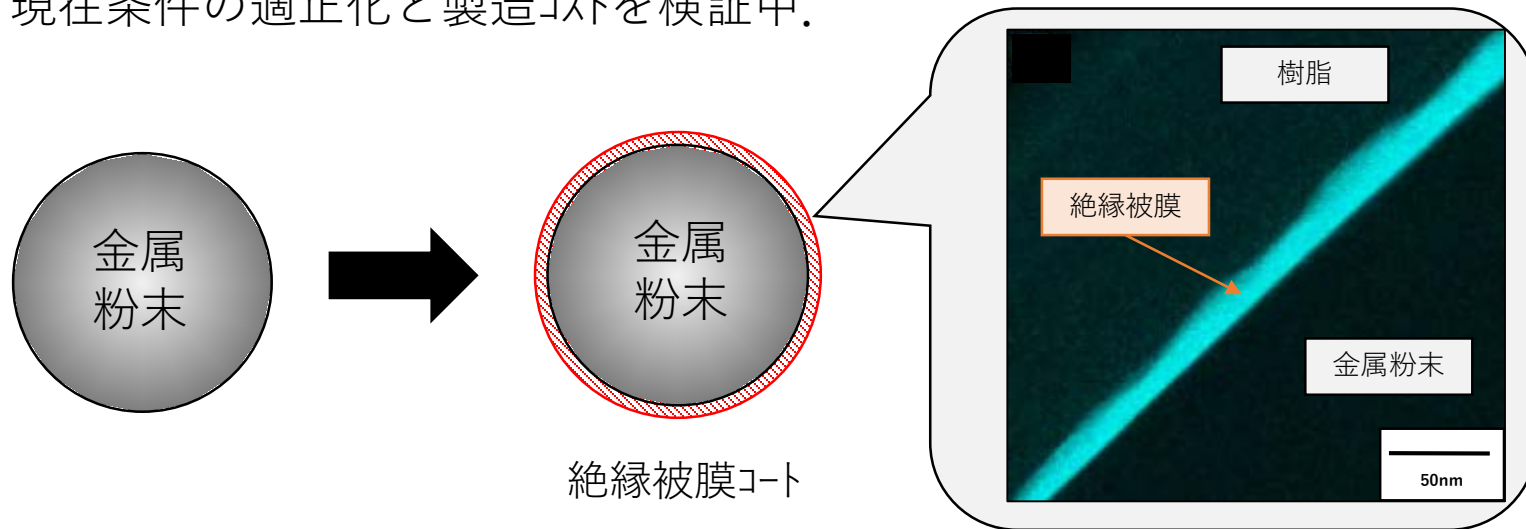
1回のX線照射で回折環  
360° の内1点のみ取得  
⇒ **複数回(複数の角度)の  
測定で応力算出が可能**

## 目的

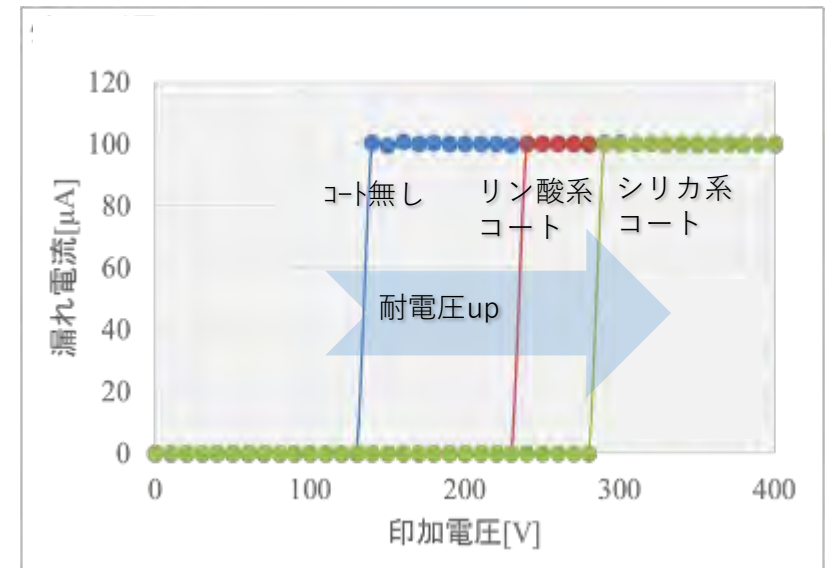
インダクタ等で使用される軟磁性粉末では耐電圧・絶縁抵抗の付与の為、粉末表面にコーティング処理を実施する。耐熱性を付与した絶縁コーティング技術を開発し、高特性化への対応を行う。

## アプローチ

リン酸系、シリカ系の絶縁処理コートのコーティング条件の適正化を行い、耐熱性向上を評価中。  
現在条件の適正化と製造コストを検証中。



TEMによる被膜観察



絶縁特性評価

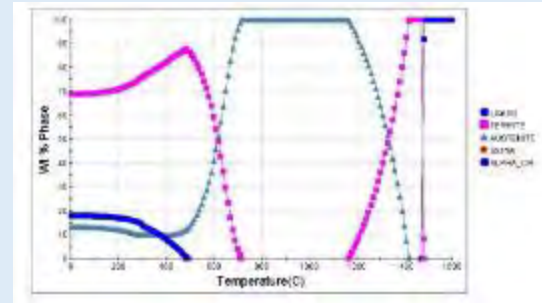


# 耐熱鋼(精密鑄造)の開発

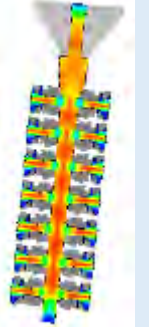
# 高付加価値 (産学連携)

## 材料設計

- ✓ 材料物性値計算ソフトウェアによる**状態図計算**
- ✓ **鑄造シミュレーション**の実施



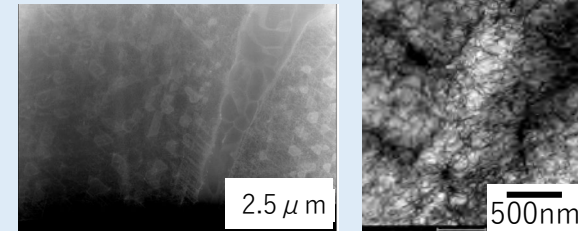
平衡状態図計算



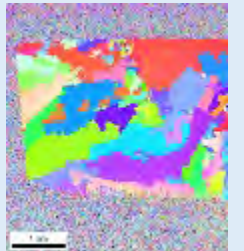
鑄造解析

## 組織観察

- ✓ 電子顕微鏡で**析出物や組織形態の観察**
- ✓ SEM・EDX・EBSDによる**凝固組織の深掘り**



TEMによる析出物・転位の観察



結晶方位解析

## 試作

- ✓ VIMにて**マスターヒート試作**
- ✓ 真空溶解や大気溶解での**精密鑄造品**の試作



真空溶解での精密鑄造

# 将来技術

— 将来を見据えた研究開発事例のご紹介 —

## < 研究開発テーマ >

■ 高機能FRPばねの開発

■ サスペンション機構の研究調査

■ 熱発電素材

■ Liイオン二次電池負極材

■ 水素透過合金

将来の当社新規製品につなげるべく、顧客ニーズの調査含めて研究開発を推進しております。

# 高機能FRPばねの開発

# 高付加価値（産学連携）

## 研究の目的

FRPは強度が高く軽量性に優れた材料だが、コストが高いという課題がある  
 軽量化だけではない+  $\alpha$  の付加価値を付与することでFRPばね使用のメリットを高める

## アプローチ

FRPはリサイクルが課題であり、リサイクル性を高めるために熱可塑性樹脂に着目  
 熱可塑性樹脂を用いた+  $\alpha$  の付加価値を追求

## 取り組み事例紹介

日本大学と共同研究を実施し、熱可塑性樹脂を用いたFRTPばねの特性を調査  
 荷重特性試験にて、鉄ばねだと複数枚積層により発現されるヒステリシスをFRTPばねは1枚で確認



図. FRP板ばね試験品（上：GFRP, 下：CFRP）

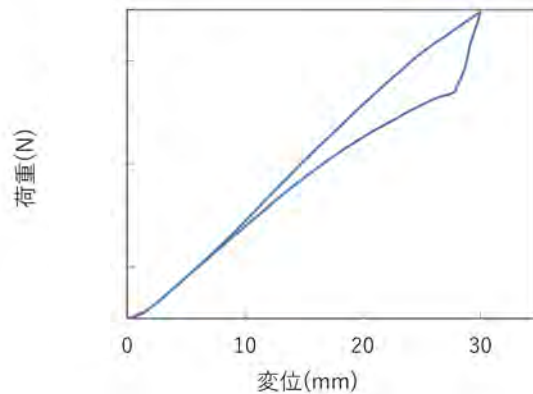


図. ヒステリシス

FRPによる軽量化例（解析ベース）

	重量 (kg)	枚数
鉄	19.5	2枚
FRTP	3.8	1枚

鉄ばね  FRPばね  
**約80%の軽量化**

EV化による自動車の部品構成が変化してきている。

⇒自動運転なども見据えるとサスペンションへの要求も変化してくるのではないかな？

⇒これからの自動車に適したサスペンション機構はどうあるべきかを探究する

## <取組み内容>

### ①各社取組み内容の情報収集

OEM、PFメーカー、ばねメーカー、部品メーカーでの  
EV化へ向けた取組み内容の情報収集

### ②既存サスペンション構造の調査

現行車種のサスペンション形式の調査

### ③横置きリーフサスの調査

軽量化＋省スペース化効果を期待し以下調査を実施

#### ■特許調査

#### ■実車調査

横置きリーフサスの構造、機能把握の為に実車分解調査を実施

#### ■他社情報収集

横置きリーフサスへの他社取組み内容について調査



実車分解調査

# 熱電発電素材

# 省エネ（産学連携）

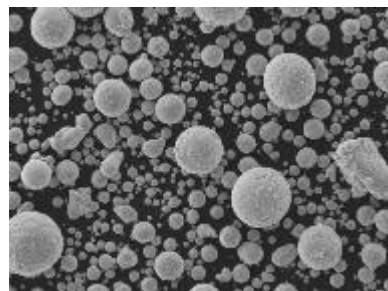
## 研究の目的

カーボンニュートラルの観点より熱を電気に変換する素子(熱電発電素材)が注目されている。  
工場排熱(高温200°C以上)より電気を取り出すことが出来る熱電発電素子材料を開発することを目的とする。

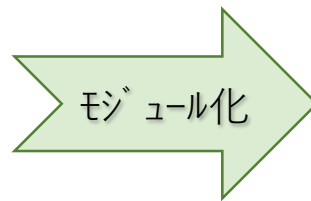
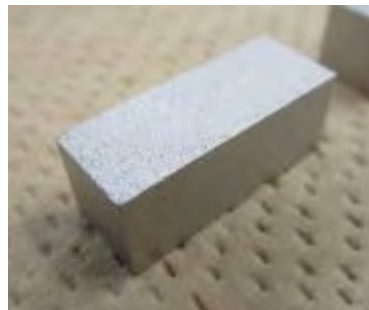
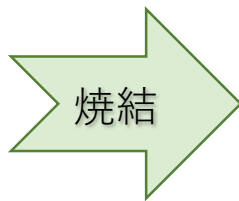
## アプローチ

低温領域(~200°C)の素子材料としてBi(ビスマス)系が主流であるが、高温対応(200°C以上)をターゲットし高融点材料である鉄ベースにて材料開発を行っている。  
また当社独自の粉末技術を用い、粉末焼結体にてアプローチを行っている。

## 取り組み事例紹介

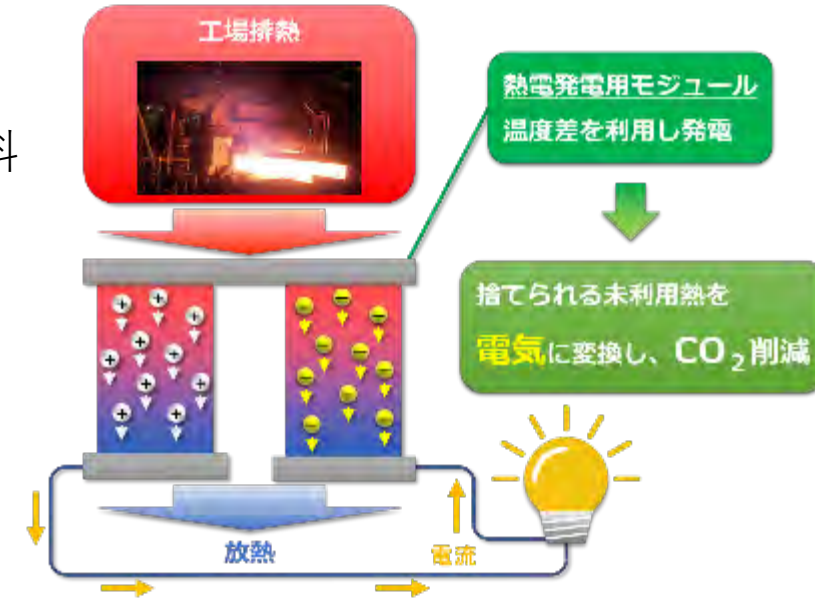


200 μm

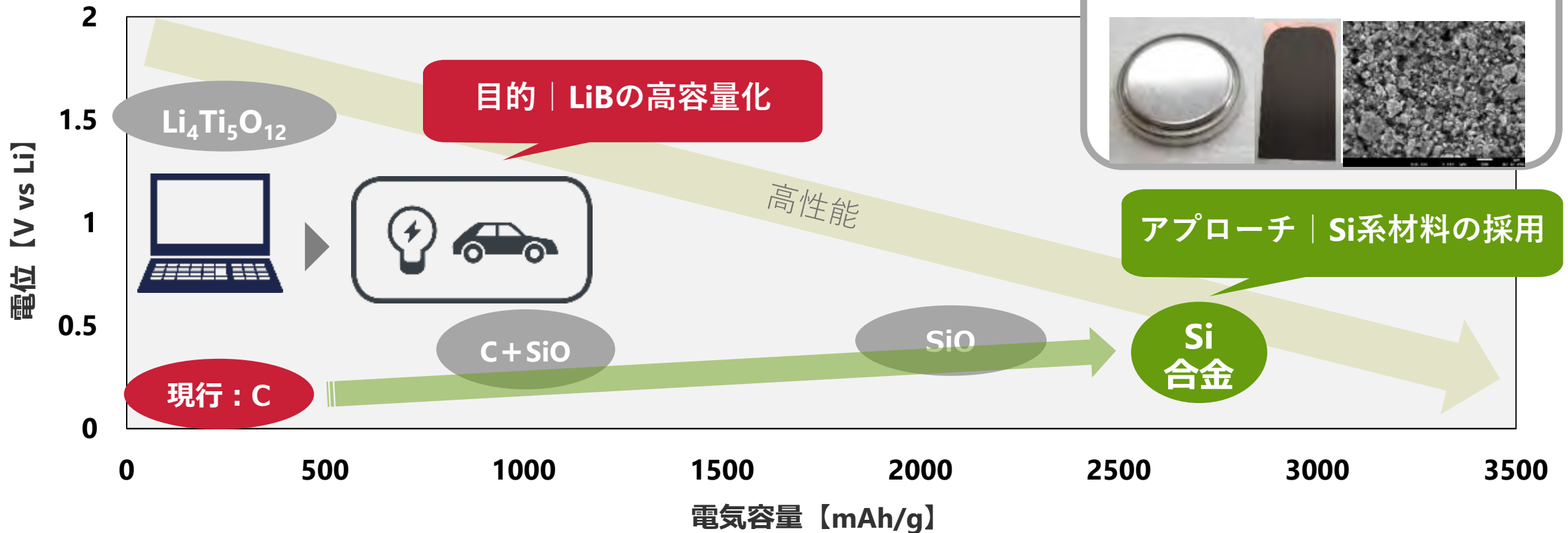


試作モジュール

特許登録済(特許第7078964号)



### 研究目的・概要



- Liイオン2次電池は急速なEV化の影響で高容量化が求められている
- 現行より高容量が期待されるSi負極材 (Si合金) をターゲットに高容量化・長寿命化へ取り組む

# 水素透過合金

## 目的

燃料電池や半導体製造に用いられる高純度水素は、今後需要増が期待されている。

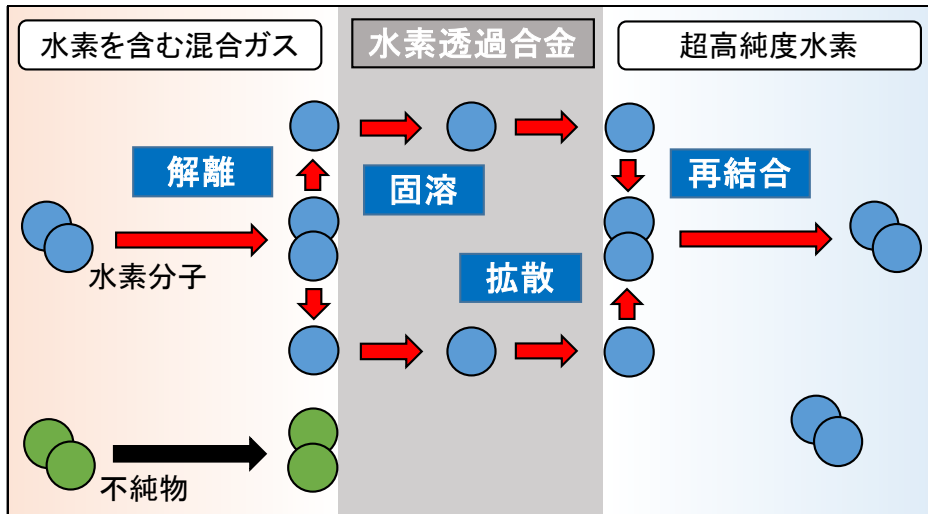
高純度水素を取り出す技術の一つとして、水素透過合金を用いた手法が有り、現状Pd(パラジウム)合金が主流である。

レアメタルを使用しない合金成分系(非パラジウム)にて開発を行い、既存材料との置換えを狙う。

## アプローチ

Nb(ニオブ)系を中心に各種合金の水素透過特性、寿命の評価中。

また特許や各種情報を収集し、今後のコースを調査中。



■各成分系の特性比較まとめ■

成分系	水素透過度(400℃)	寿命(材料特性)	耐久性(サイクル特性)	製造難易度
Pd(パラジウム)系	○	○	○	◎
Nb(ニオブ)系	◎	○	△	○
V(バナジウム系)	○	○	○	○

Nb系  
開発中

都市ガス (CH<sub>4</sub>)などから高純度な水素(H<sub>2</sub>)を取り出す

**新技術の開発・未来への挑戦を続け**  
**お客様により高い品質・機能をお届け**  
**これからも社会へ貢献していきます**