

大学の研究成果を活用した 中小ものづくり企業の発展に貢献する事業

「全国規模の鋳物関連中小企業広域ネットワーク (鋳物シンジケート)の構築および支援」

室蘭工業大学
教 授

もの創造系領域
清水 一道



てつ の まち むろらん 鉄の町 室蘭

・1次から3次加工までの一貫体制
自動車用部材を中心とした世界品質
のトップランナー維持

新日鉄
住金

三菱製鋼

日本製鋼所

世界に向けた特殊鋼拠点の形成

・世界のエネルギー需要を支える
大型構鋼部材の供給



清水 一道

出身地 : 大分県 大分市
出身校 : 大分高専, 北海道大学
職歴 : 新日鐵, 大分高専, 室蘭工大
生年月日 : 1961年10月27日 57歳
専門 : 機械材料学, トライボロジ, 熱力学, 材料力
講義 : 熱力学Ⅱ, 伝熱工学, コミュニケーション技法

研究内容 :

- 機能性鉄系材料開発と評価
(合金設計, 耐摩耗性, 材料強度)
- 湯流れシミュレーションによる解析
- 破損解析, 品質調査
- 実験機的设计製作

社会貢献 :

- 企業支援, 共同研究
(製鉄, 自動車産業等)
- シップリサイクルPJ
- 鋳物シンジケート
- ものづくり出前授業
- お土産PJ
- スケルトン用国産ソリ開発



メッセージ :
挑戦しなければチャンスはありません。
一緒に、ものづくりを
しましょう。

高付加価値化
研究, 教育, 地域貢献



室蘭工業大学

(2018年現在)

◆工学部学生	2,801名	(350名) 女子
◆大学院生(博士前期)	464名	(37名)
(博士後期)	69名	(17名)
計	3,334名	(404名)
◆教職員	287名	(教員187名)

※工学部としては規模が大きい(15/55大学)

※教員一人当たりの学生数が少ない



きめ細やかな指導(4~6名の卒業研究生／1教員)

室蘭工業大学の実践的教育の充実

実践的なものづくり教育を支援(教育)

学生が自由にモノを創る学習の場を提供(学習)

先端的な加工技術の研究を推進(研究)

地域市民, 教育機関, 企業等と連携(地域連携)



室蘭工業大学の産学官連携：ものづくり基盤センター

「ものづくり」に関わる実践な授業や課外活動の支援、先端的な加工技術の探求、地域との交流を主な柱として、教育支援・研究開発・地域連携を推進する。



教育・学習支援部門

学生の、学生による、学生のための本学オリジナルの新しい
学内活動



エコランプロジェクト
「本田宗一郎杯 Honda エコ
マイレージ チャレンジ2011」
市販車クラス優勝
燃費：283.039km/L

基盤研究部門



- ・環境影響を視野に入れたものづくりができる人材を育成
- ・循環型社会の実現に寄与する若手高度技術者の育成
- ・循環型社会の実現に向け、これに寄与する若手高度技術者の育成

地域連携部門

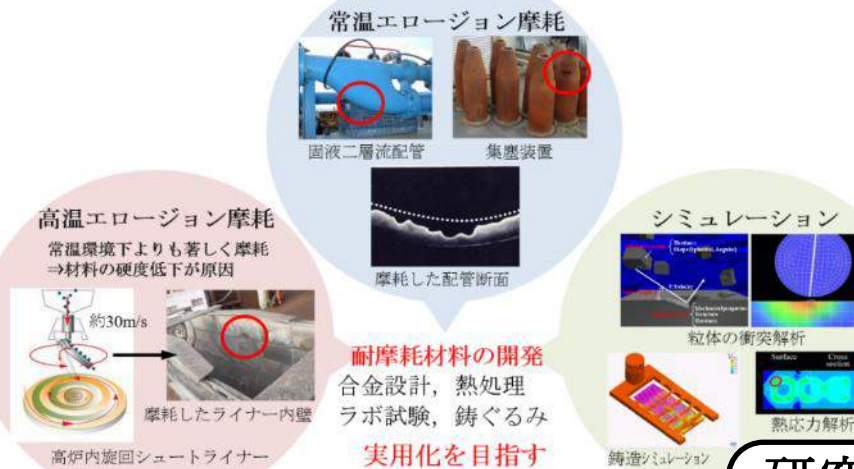
地域との交流を深め「ものづくり」が
身近な楽しいものであることを目指す



- ・近隣の小中学校との交流、地元企業等と連携、一般市民とのふれあいなど、学外での活動
- ・青少年、対し「ものづくり教室」「テクノカフェ」を通し「ものづくり」を実体験

研究、教育、社会・地域貢献に関する取組みの一例

研究：耐摩耗材料の開発と評価 etc.



教育：実践的な教育，俯瞰人材の育成



社会貢献：共同研究，企業支援 シップリサイクルPJ etc.

研究，教育， 社会・地域貢献 高付加価値化

地域貢献：ものづくり出前講義 お土産PJ，スクルトン用国産リ開発 etc.



「ものづくり・人材」が拓く「まち・ひと・しごとづくり」

実施事業内容

- ① 地域が求める人材を輩出するための教育システムの構築
- ② 学生の地域志向を高めるカリキュラム改革の実施
- ③ 社会人の再教育システムの構築
- ④ 地域に大学発の技術による新産業の創造・事業化
- ⑤ 企業誘致・雇用拡大による若年層向け雇用の創出
- ⑥ 大学・行政・企業・金融一体となった総合支援体制の整備

大学を学生だけでなく、社会人のスキルアップ、再教育の場として開放

大学生①⑥

ものづくりCTO養成・俯瞰的人材育成

企業経営、技術マネジメント、システム工学などを取り入れて、俯瞰的（バードアイ）に技術、経営を本質的に理解できるものづくりに特化した人材＝CTO（Chief Technology Officer）を育成する。

ものづくり工学（座学とものづくり基盤センターによる演習）



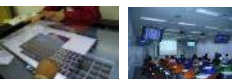
フラクトグラフィ（破損解析）



インターンシップによるOJT（実践応用）



アクティブラーニング



社会人③⑥

プロダクト・プロセスイノベーター養成



生産準備に係るプロダクトイノベーターと、各工程や、人員の配置、タスクなどをマネジメントするプロセスイノベーターの能力を有する社会人を養成する。

企業OB・金融機関④

目利き人材育成プログラム



産・学の技術 シーズ、市場ニーズ、知的財産、研究開発資源等の各要素を結び付け事業化に至るまでの問題を解決しビジネスを構築するため事業化をプロデュースできる人材の育成をする。

地域イノベーション学②④

産学官連携で展開される「地元学」を学ぶことを通じて、人口減少が進む中で、地域経済の活性化のために注目されている「ものづくり」を支える人材教育を行う。

地域就職率向上・雇用創出④⑤⑥

地域に大学発の技術による新産業を創造、また企業誘致による若年層向け雇用の創出



地域企業

地域企業への就職率を、5年間で10%向上

12

つくる責任
つかう責任

SDGs12「つくる責任、使う責任」

2017/3/15 | SDGs

9

産業と技術革新の
基盤をつくろう

SDGs9「産業と技術革新の基盤をつくろう」

2017/3/19 | SDGs

1

貧困を
なくそう

7

エネルギーをみんなに
そしてクリーンに

シップリサイクルプロジェクト



研究：コンカレントエンジニアリングを意識した新規材料開発

発想

設計
製図

材料
生産

機械
加工

組
立

品質
検査

破損
解析

対
策

リサイク
ル

摩耗に強い
材料開発

製造方案等の検討

耐摩耗材料開発

(粒体の流れ, 熱流体解析, 弾塑性力学)

破壊原因究明
強度部材開発

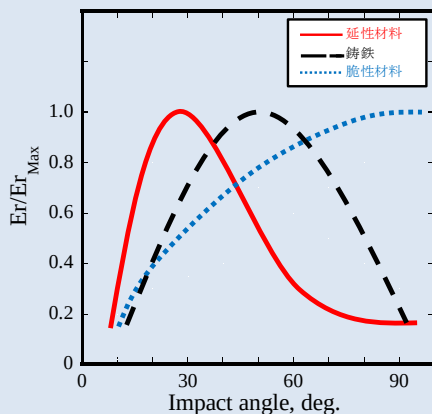
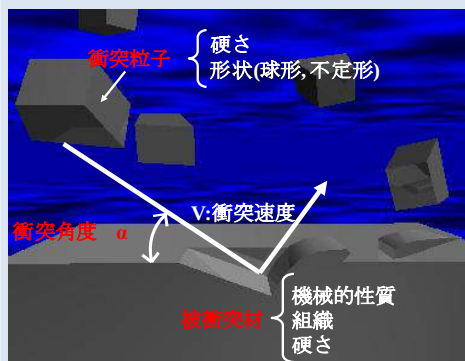


X線CTスキャナの活用

摩耗特性調査(粉体の流れ, 雰囲気温度)

常温及び高温環境下での粉体衝突による摩耗

Erosion ➡ 粒子衝突により材料表面が損傷・除去される現象。



エロージョン摩耗の支配因子 一般的な衝突角度依存性

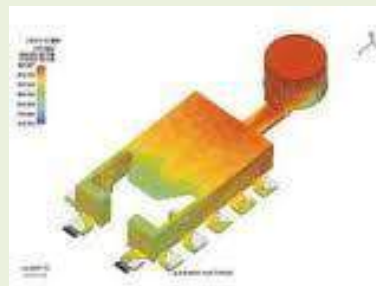
材料によって衝突角度依存性が異なる。

衝突角度依存性の小さい, 耐摩耗材の開発が課題

➡ 各種炭化物形成元素を添加した多合金鋳鉄, 超硬鋳ぐるみ材料の開発を行っている。

シミュレーション(熱流体, 弾塑性力学)

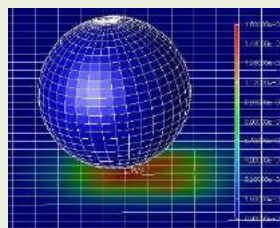
凝固解析, 弾塑性及び熱応力解析等による評価



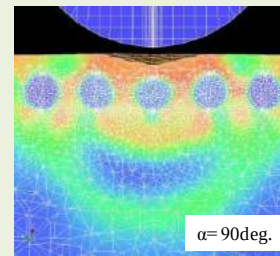
凝固解析

・新規材料の湯流れ調査及び
鋳造法案の検討

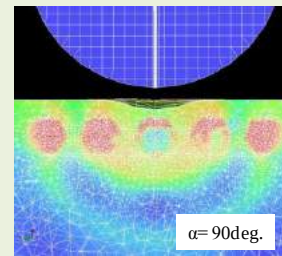
・実体寸法での評価及び鋳造
欠陥の予測が可能



3Dモデル



弾塑性解析による粒子衝突時の応力解析



弾塑性解析を行うことで, 各種材料の衝突角度依存性を力学的に証明可能

実験及び現象を忠実に再現したシミュレーションを行い, 新規材料の研究開発を行っている。 10

研究事例：耐熱耐摩耗多合金白鑄鉄材料の開発

開発テーマ

開発手法

ターゲット製品

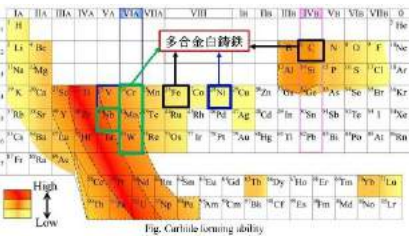
耐熱・耐摩耗性に優れる多合金白鑄鉄の制御技術の確立

① 基地組織の強化 a) 合金設計

→ 添加元素種・量検討
(Cr, V, Nb, W, Co, Ni etc.)

b) 用途に合わせた最適な熱処理条件

→ 焼戻し, 焼入れ, 焼なまし時間検討



コールドスクリーン



マルチサイクロン



インペラブレード

② 鑄ぐるみ鑄造法

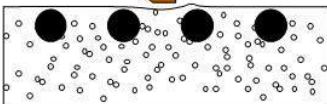
耐摩耗母材 + 超硬

a) 鑄ぐるみ材 (超硬) の選定

→ 耐摩耗, 接合性 (種類や形状検討)

b) 各種解析による鑄造方案等の検討

→ 鑄造シミュレーション, ANSYS, LS-DYNA



摩耗メカニズム



旋回シュートライナー



バケットホイール用ツール



大型建機用ツール

小型製造モデルから大型製造モデルへのスケールアップ技術の確率

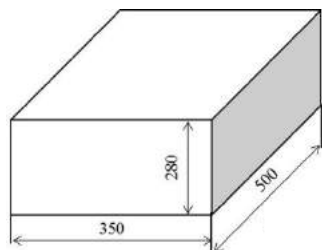
③ 大型化

a) 500kg以上の製造

→ ラボレベルから大型品へ

b) 冷却速度制御, 熱処理による組織制御

→ 鑄造シミュレーション, 高温レーザー顕微鏡



ホットグリズリープレート

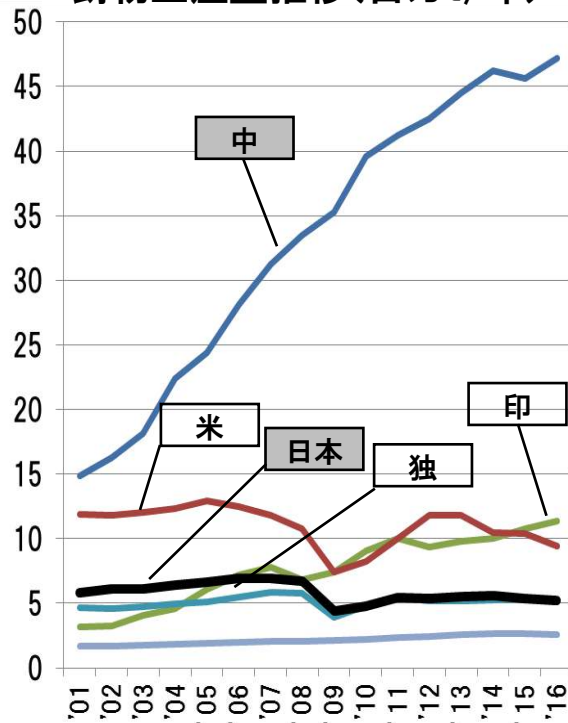


鋳物シンジケートの取り組み

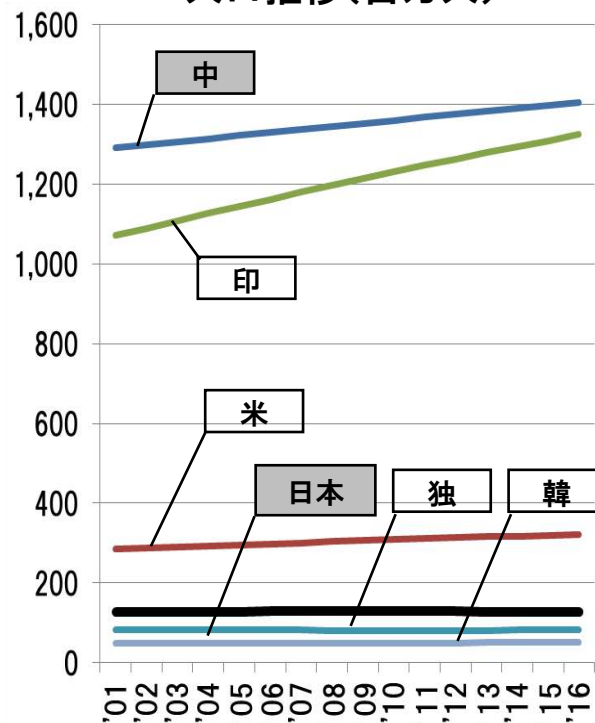
日本の鑄造業界の現状 世界各国の生産量

- ✓ 中国の生産量が飛躍的に増加
- ✓ 日本は生産量・一人当たり生産量共にリーマン前の水準に戻っていない
- ✓ 中国は、生産量は日本の9倍、1人当たり生産量は日本の80%
- ✓ 1人当たり生産量はドイツが高い

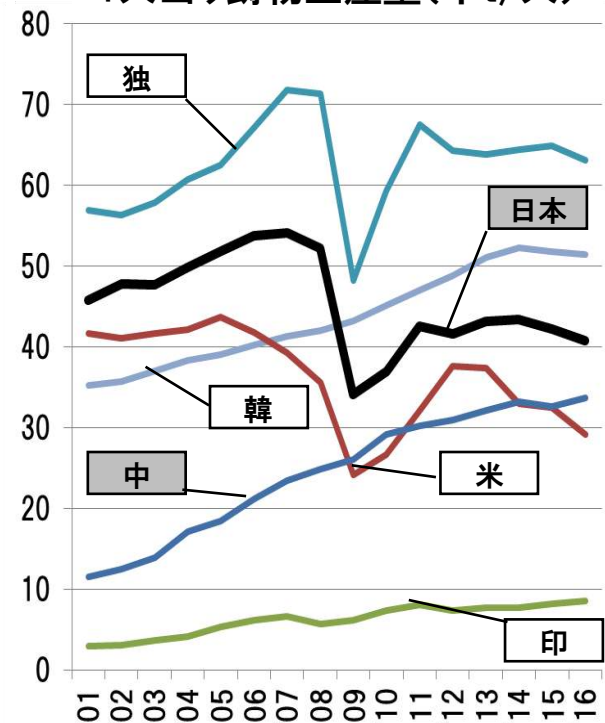
鑄物生産量推移(百万t/年)



人口推移(百万人)

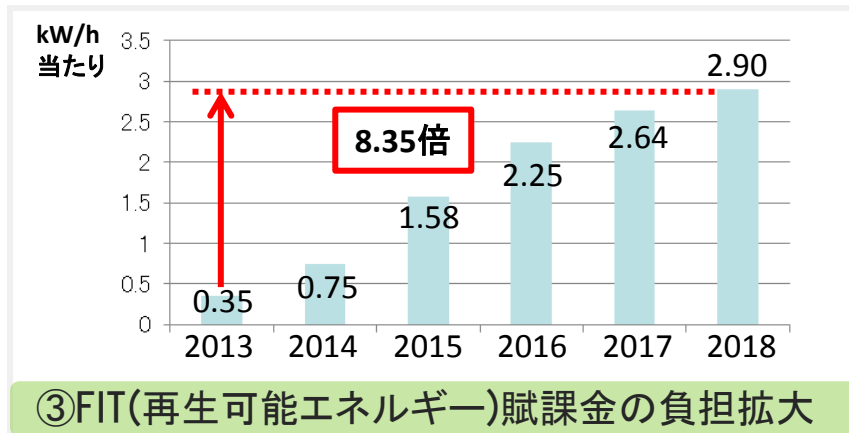
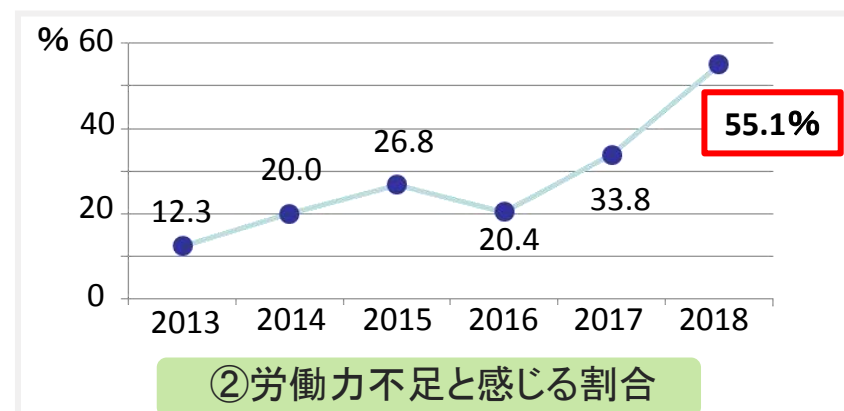
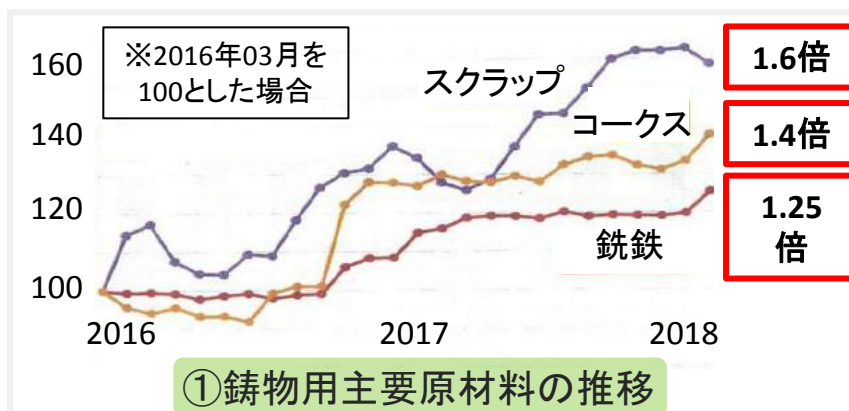


1人当たり鑄物生産量(千t/人)



日本の鑄造業界の現状 生産動向の伸び悩みの要因

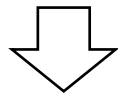
- ✓ 苛烈な国際競争のなか、日本の抱える要因として、
①主要原材料の高騰、②労働力不足、③エネルギーコスト増の問題がある。



- ① 主要原材料は高止まりで推移し、各社の今後の予測は「横ばい」傾向
- ② 少子高齢化に伴い、今後、更なる人材不足感は否めない
- ③ 電気料金の価格上昇 + 賦課金の負担拡大 (二重苦)

日本の素形材業界の今後

- ✓ 鋳物不良ゼロ
 - ✓ ネットシェイプ
 - ✓ 軽量・薄肉化
- +
- ✓ 高生産性、省人
 - ✓ 安全、安心、省エネ



A

- ✓ つながる
- ✓ 見える化

・オペレーションセンター・工程・他工場・他社・メーカー

B

- ✓ 自動化
- ✓ 一栓流し

C

- ✓ 省エネ
- ✓ 地域貢献



日本全体がネットワークで繋がり
特徴を活かした鋳物づくりに特化

私の考える未来の素形材工場

✓ 働けば働くほど、元気になる



マスクレスのクリーンな工場



✓ 働けば働くほど、老化防止になる



手作業による簡単組立



✓ 働けば働くほど、豊かになる



エネルギー・砂の再利用
地域貢献・生産性向上



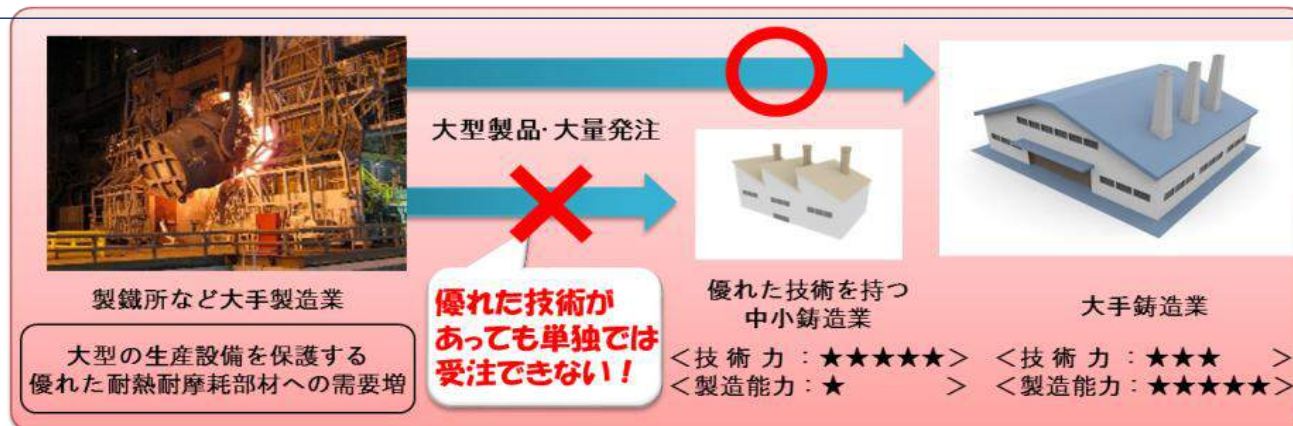
これからのものづくりは、 製品改善→ビジネスモデル開発

- ✓ リバースイノベーションでも、デジタル・ディスラプターも海外の会社ばかり。日本企業は破壊される側ばかりで、破壊して新市場創出ができない。
- ✓ 日本は、製品や機能面での改善を目指す姿勢に偏り過ぎ
- ✓ 世界を席卷しているイノベーションは、社会課題や潜在的なニーズを起点に、ビジネスモデルそのものの刷新
- ✓ 製品開発ではなく、ビジネスモデル開発

「シンジケート」～中小企業の連携による新たな取引の仕組み～

- ✓ 優れた技術・製品を開発しても、大企業と大きな取引をするためには量産するための工場や設備、人員などの投資が必要となり、そのため高い技術力を持っていても、中小企業単独では、ビジネスチャンスに繋げることが難しいケースが見られる。
- ✓ 「シンジケート」は、優れた技術を持つ中小製造業が連携することで投資リスクを減らし、技術力と設備能力を最大限引き出す新たな仕組み。これにより、大手企業が求める付加価値の高い製品の量産も可能となる。

これまでの取引



新たな仕組み（シンジケート）による取引



出典:北海道経済産業局

大学による中小企業への支援



川下企業の課題：摩耗部品の長寿命化

相談



大学：新規材料開発，レシピ公開

レシピ・技術指導

鋳物シンジケート企業



中小企業A社



中小企業B社



中小企業C社

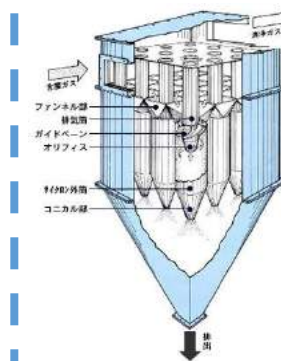
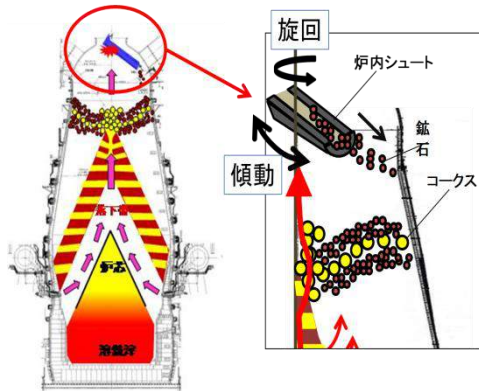
品質評価依頼



大学：製品の品質評価（品質再現性）

耐摩耗性鑄鉄材料の適応製品

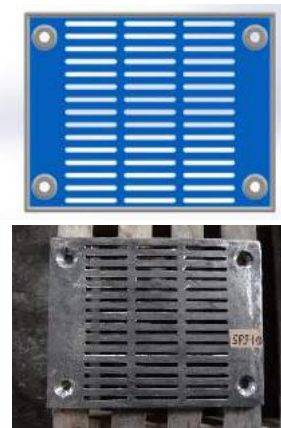
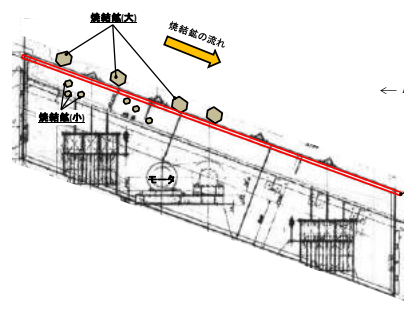
製鐵所設備部品（部品の長寿命化：耐熱・耐摩耗特殊鑄鋼）



高炉原料投入用 旋回シュート内張りライナー



CDQマルチサイクロン
外筒・旋回羽根



焼結鉬選別振動篩(コールドスクリーン)用ライナー

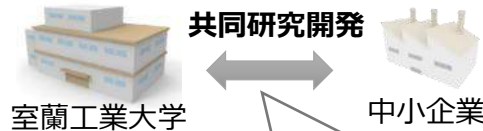
海外での大型生産品（コマツブラジル・ヘンズレーアメリカ）



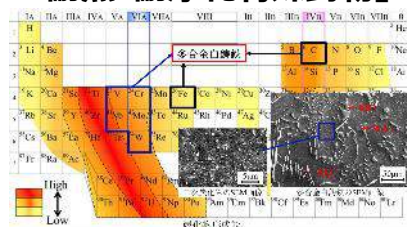


広域鋳物ネットワーク（鋳物シンジケート）における 鋳造技術に関する発展的システムの構築

大学の知的財産活用① -新規材料配合-



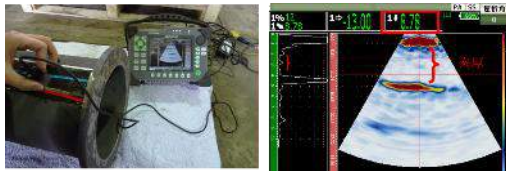
研究から得られた知的財産 「耐熱・耐摩耗特殊鋳物」



※戦略的基盤技術高度化支援事業を活用

大学の知的財産活用② -品質評価知見・技術-

- ・組織観察，硬度測定
- ・欠陥の有無
- ・熱処理，加工条件等技術 指導



知的財産の共有化

参加企業のみ開示

製品分析依頼

品質評価
技術指導

川下企業 （製鉄・製鋼・産業機械）



ニーズ：耐熱耐摩耗部材
大型・大量発注

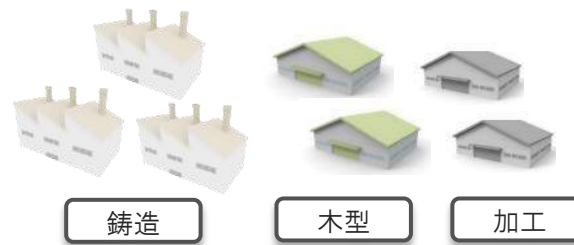


製品例：サイクロンコーン，振動篩網

シーズ：大学で品質評価された製品の
企業連携による大量生産対応

広域鋳物ネットワーク 「特殊鋳物共同組合」

※新分野進出支援事業，地域中核企業創出支援事業



- ・中小企業同士が知的財産を共有
- ・技術の平準化を実施
- ・川下企業からの大量生産ニーズに対応する

課題：各企業間の早急な技術平準化
各企業間製品の品質評価



※地域新成長産業創出促進事業を活用し導入

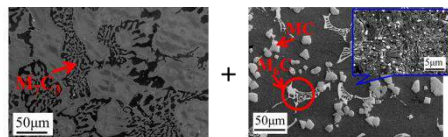


大学とコア企業の知的財産（新規材料
配合，品質評価知見・技術）を活用し，
課題解決に取り組む。

<本事業を活用したNEXT STEP>

個々の中小企業が単独で開発に携わり、新たな知的財産を創出。

自社独自の材料開発



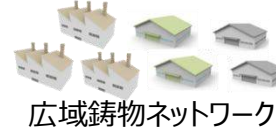
新規共同研究開発

木型レスシステム開発



新規共同研究開発

多種多様な品質評価依頼



品質評価

開発材料の知的財産化
大学保有設備の活用

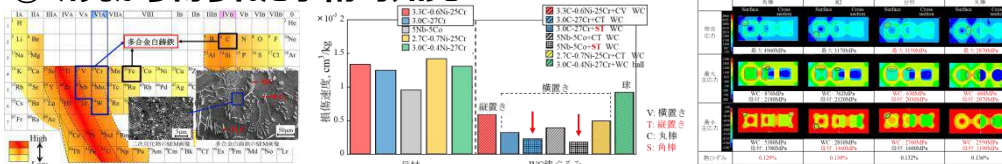
自社技術・企業価値向上
新規市場開拓

材質×製品の
知見・実績が
蓄積

品質保証
フィードバック

更なる知的財産(新規含む)の活用と、企業の知的財産創出を支援

①研究から得られた学術的知見



室蘭工業大学



新規受注

市場開拓



川下企業
(従来・新規)

組合：参画企業の増加
企業価値の向上

大学：共同研究増加
知的財産化案件増加
大学ネットワークの広域化

知財活用と知財創出
の好循環につながる、
鋳造技術に関する発展
的システムを構築！

今後の展望

スクラップ鉄の有効活用(高付加価値化)

①不純物の少ない高品質な船舶用鉄スクラップの利用

→ 鋳物用高品質スクラップ鉄原料として供給
(鋳物メーカーの誘致, 鋳物シンジケートとの連携)

②シブプリサイクル以外のスクラップ原料の導入

→ 原発スクラップ(クレアランス)の原料化



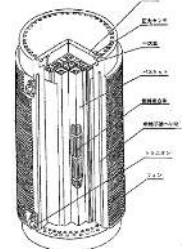
シブプリサイクル

金属キャスク



東京電力 福島第一発電所

輸送容器を利用
移動・保管など
コスト減が可能



鋳造キャスク

・発泡型などを使用し,
一体成型が可能.
・安全性が向上



品質評価 (室蘭工業大学)

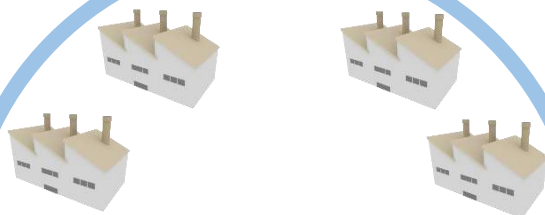
材料開発, 品質評価,
破損解析, 人材育成



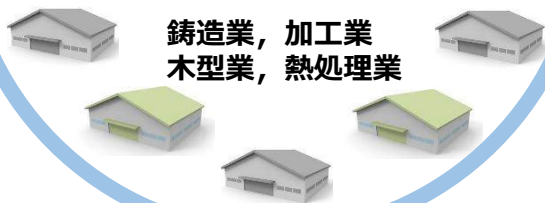
品質評価, 技術指導



均一製品評価
企業課題の解決



鋳物受注協同組合 (鋳物シンジケート)

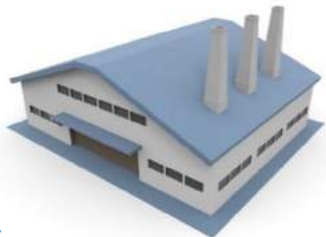


鋳造業, 加工業
木型業, 熱処理業

納品



大量・大型発注



川下企業
(鉄鋼, 建設機械, 産業機械)

室蘭工業大学を中心として,
他の分野にもシンジケートを波及

航空
宇宙

自動車

室蘭工業大学

鋳物

食品
加工

農業
機械

共同研究



就職先



新規雇用の創出,
若者の定着につながる

オール北海道・オールジャパンで
ネットワーク構築

今後の戦略

- ・ 技術は放っておいても進む＝手段は急速に揃ってくる
＝あとは適用の勝負

→ ビジネスモデルをこそ考えよう。

そのために使える技術がある。

→ **組織対組織によるネットワークの連携・強化
オールJAPANでの戦略**

→ **若手エンジニアの育成（理系）
ものづくりエンジニアリング研修による強化**

→ **創造力を駆使して新しい付加価値を創り出す人材
（議論と協調を使い分けられる人材）**