

SIP記者向け勉強会

内閣府 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

革新的構造材料

平成30年4月25日

A領域 領域長

武田 展雄

管理法人(JST) 参事役

竹村 誠洋

革新的構造材料

Structural Materials for Innovation (SM⁴I)

【期間】	平成26年度 – 30年度 (5年間)
【プログラム・ディレクター】	岸 輝雄 (東京大学名誉教授)
【参画機関数 (H30)】	71 (26企業、36大学、9公的・非営利機関)
【H30年度予算】	34億円

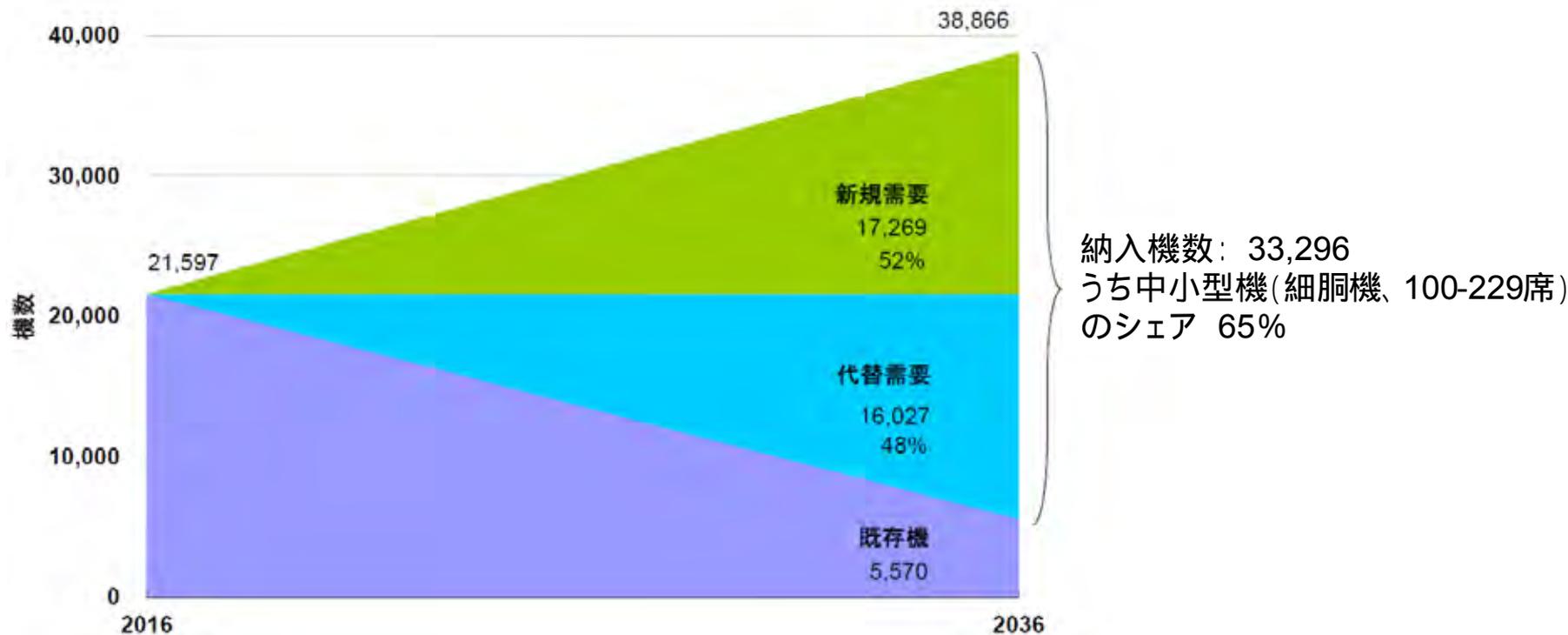
【領域】

- (A) 航空機用樹脂の開発とCFRPの開発
- (B) 耐熱合金・金属間化合物の開発
- (C) セラミックス基複合材料の開発 (CMC)
- (D) マテリアルズインテグレーション (MI)

目的・背景など

- 我が国の工業材料の高い国際競争力の維持・さらなる発展
- 我が国の航空機産業及び関連部材産業の競争力の向上
- エネルギー転換・利用効率向上のキー技術の構築

航空機産業では、構造材料が目指す比強度(軽くて強い)、耐熱性、信頼性のいずれも最高レベルが要求される。また他産業への波及効果も大きい。

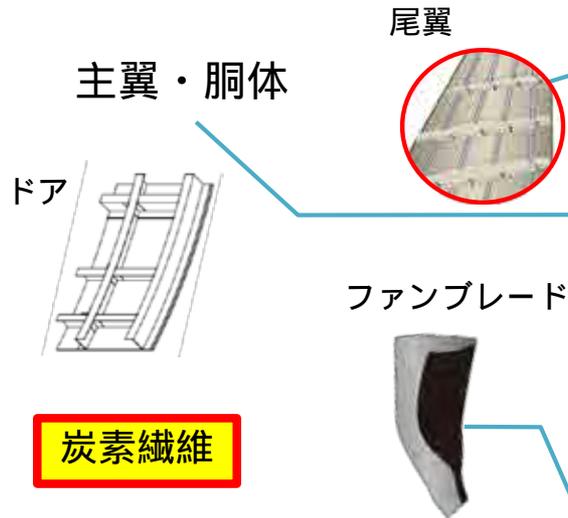


ジェット旅客機の需要予測結果

開発部材・部品と期待される経済効果

(A) 樹脂・CFRP

2030年出荷試算額：1.4兆円



炭素繊維

日本の強み

(C) セラミックス基複合材料

2030年出荷試算額：2,200億円

高圧・低圧タービン動翼
シュラウド



炭化ケイ素
(SiC)繊維

(B) チタン合金、ニッケル基合金

2030年出荷試算額：4,800億円

圧縮機・タービンディスク



中圧圧縮機

ファン・
圧縮機部品



NIMS開発ニッケル基単結晶超合金

(B) チタンアルミ金属間化合物

2030年出荷試算額：3,100億円

高圧圧縮機
動翼

低圧タービン
動翼



基礎研究

2030年 年間出荷試算 総額

2.4兆円

2016年度
試算

チタン合金、ニッケル基合金

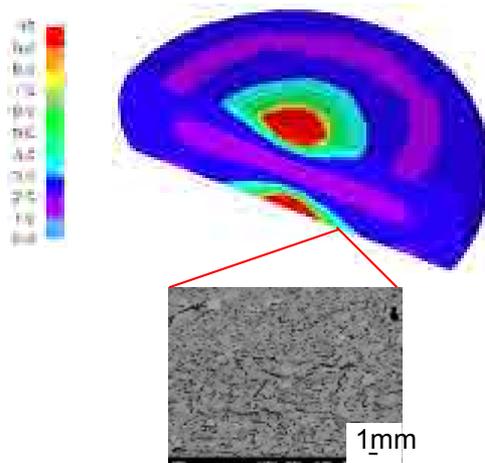


チタン合金・ニッケル基合金製部品の高信頼性化、低コスト化を目指す。

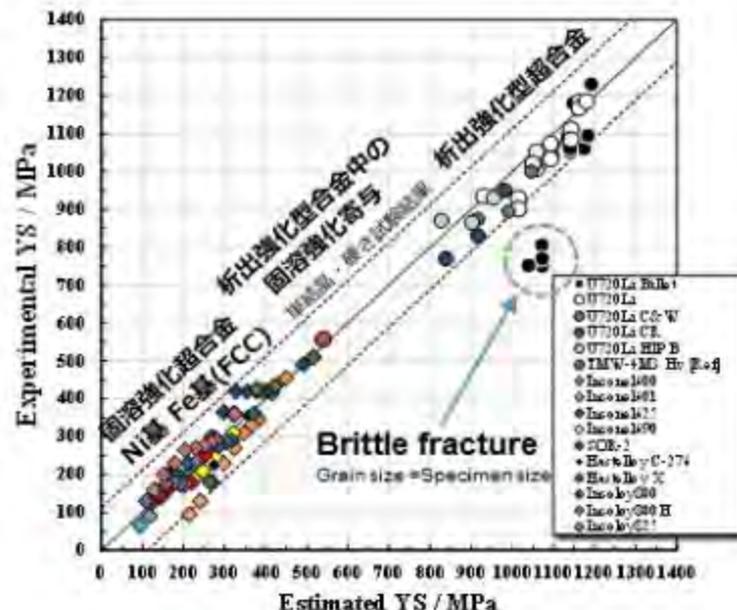
ブリスク(ブレード・ディスク一体部品)製造を可能にする鍛造シミュレーション技術の確立。



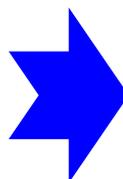
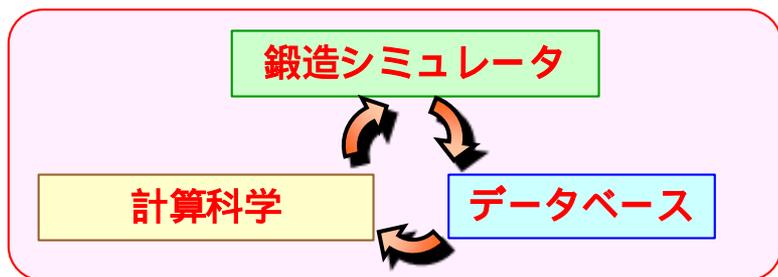
1,500トン鍛造シミュレータ
(NIMSに設置)



鍛造金属組織予測
の計算(チタン合金)



強度予測値と実測値
の比較(ニッケル基合金)

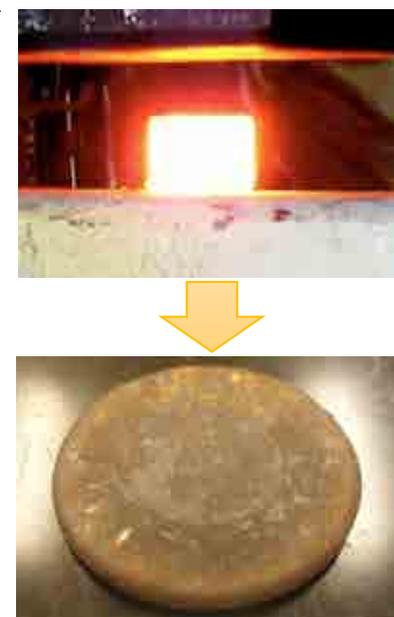
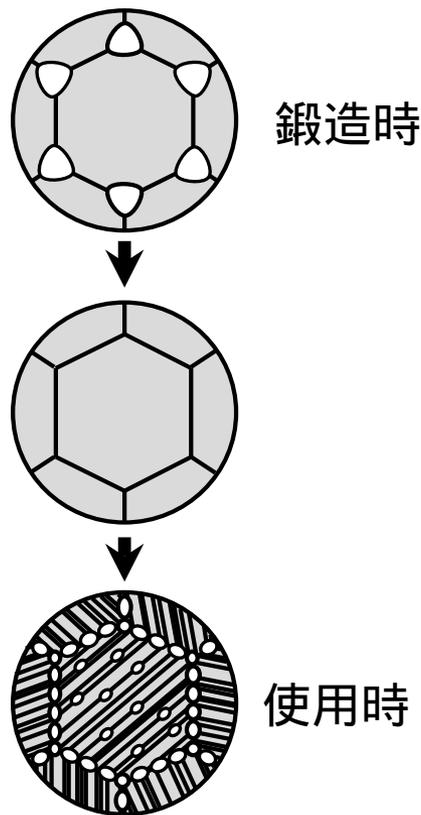
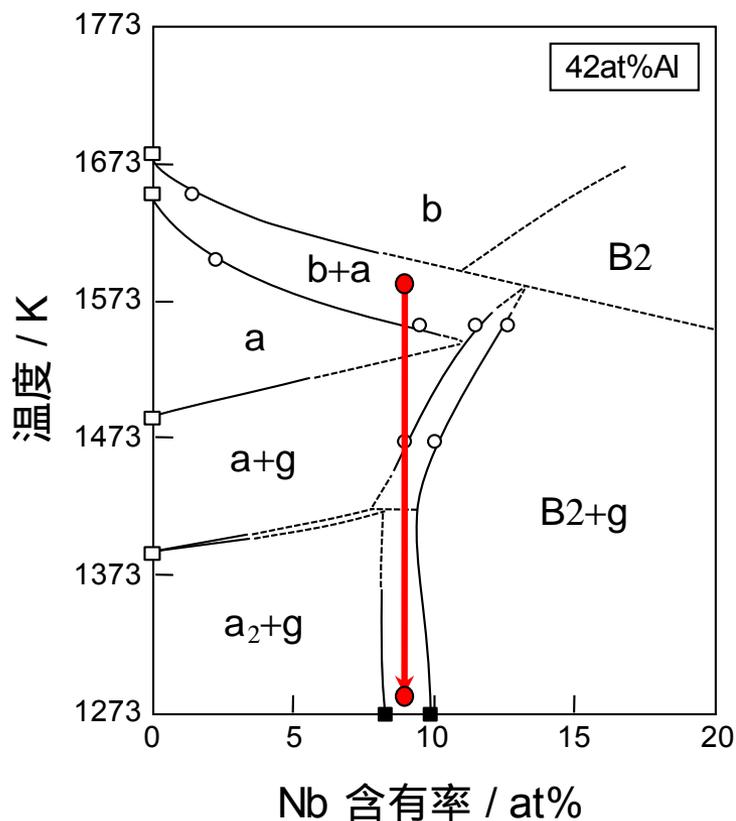
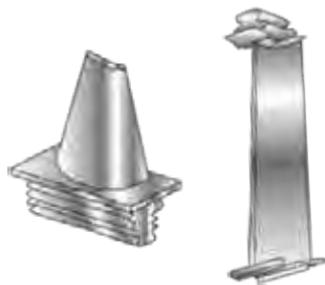


世界最大・最先端の
50,000トン鍛造設備で実証

チタンアルミ金属間化合物

軽量かつ耐熱性を活かして800 での使用(高圧圧縮機動翼、低圧タービン動翼など)を目指す。

加工性(鍛造)と力学特性(強度、靱性、クリープ特性など)の両立。



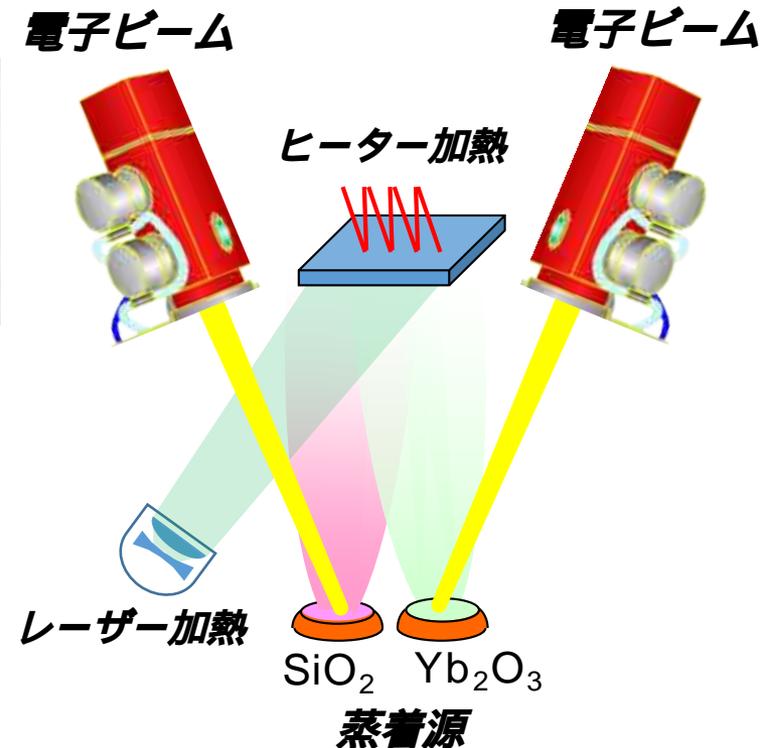
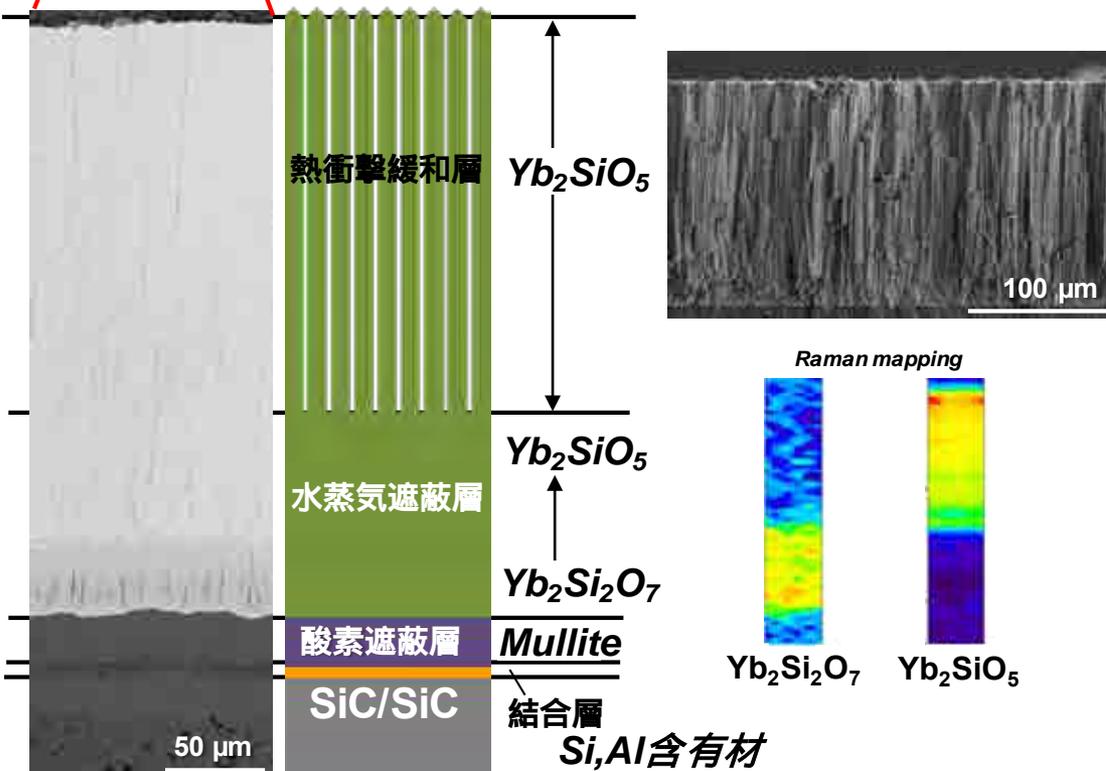
精緻な熱力学状態図に基づく組織制御により加工性と力学特性を両立。

セラミックス基複合材料(SiC/SiC)

- ・エンジン効率向上には燃焼ガス温度の上昇が最も効果的。
→効率が1%向上すると、エンジン1基あたり年間3,000万円の燃料代を削減。
- ・SiC/SiC複合材料: ニッケル基超合金(現行)と比べて7%燃費が向上。

世界最高耐用温度1400 への挑戦

- ・高温酸化を防ぐことが最大の課題→耐環境性コーティング(EBC)の開発。



電子ビーム物理蒸着法による耐環境性コーティング

マテリアルズインテグレーション(統合型材料開発システム)

-Society5.0の実現に向けて-

構造材料の使用期間は長いため、実証を含む
研究開発期間が長い。



10~15年



15~20年



20~25年



30~40年



100年

寿命

パフォーマンス
(性能)

コスト
CO₂排出
リサイクル

先端計測

計算科学、AIツール

特性

データベース

プロセス

構造

マテリアルズインテグレーション

= Society5.0の具現「統合型材料開発システム」

サイバー空間上で、材料開発の全工程

プロセス→構造→特性→性能

を(加速)再現。→フィジカル空間での開発期間を短縮。

マテリアルズインテグレーション(統合型材料開発システム)

-Society5.0の実現に向けて-

マテリアルズインテグレーション(MI)

材料工学手法に**データ科学**を活用して、計算機上でプロセス・組織・特性・性能をつないで材料開発を加速する統合型材料開発システム。

順問題 →

← 逆問題

入力

出力

材料条件
プロセス条件
使用環境

寿命予測
破壊確率
脆化要因

組織予測システム
組織、硬さ、残留応力等
を予測

性能予測システム
疲労、クリープ、脆性破壊、
水素脆性等を予測

特性空間分析システム
データ処理、解析機能による
支援

実験
データベース
理論
経験則
数値解析

実験
データベース
理論
経験則
数値解析

(**データ科学**)

プロセス

組織

特性

性能

鋳造
圧延
鍛造
溶接

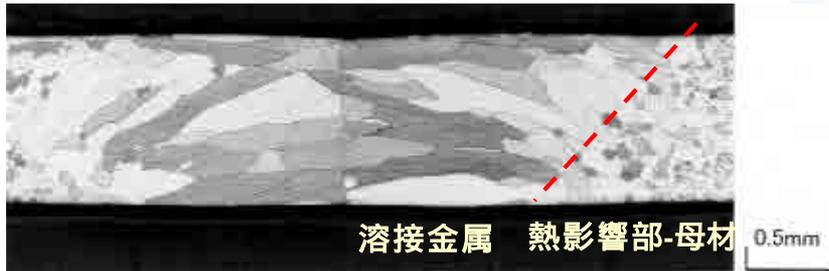
相構成
析出・成長
粒径分布
硬さ分布

応力-ひずみ
高温強度
破壊靱性
水素拡散

疲労
クリープ
脆性破壊
水素脆化

MIの計算モジュールの例

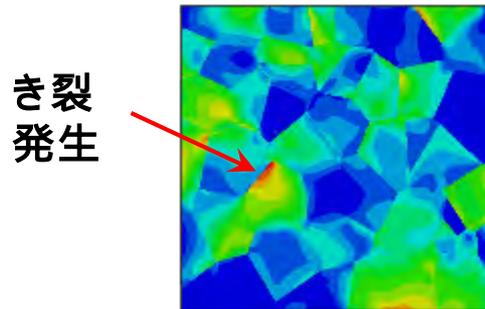
組織予測



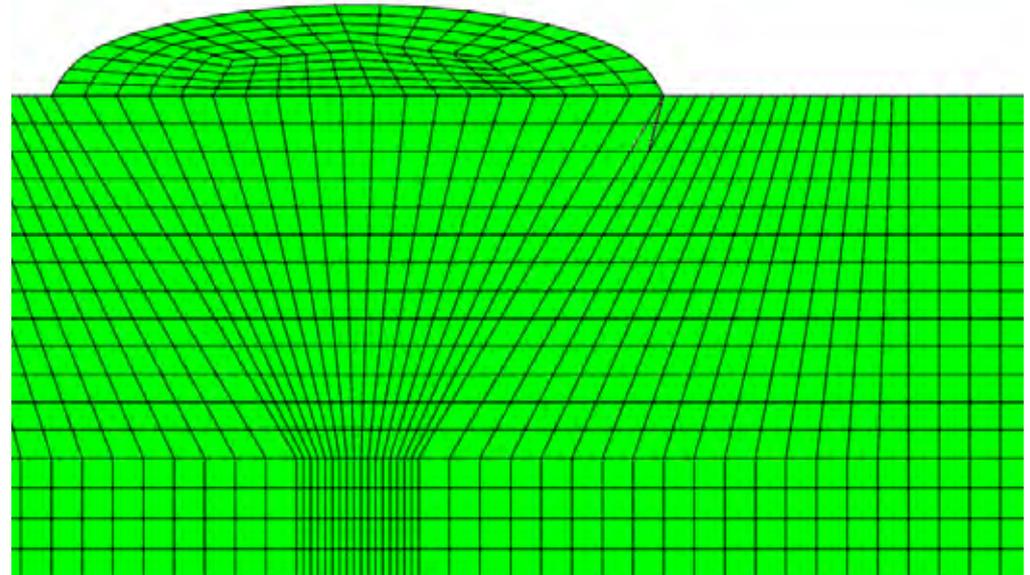
溶接熱影響部における粒成長
大野(北海道大学)



性能予測



溶接継手の疲労
榎、柴沼、白岩(東京大学)



MIシステムの例：溶接継手の疲労寿命予測

モジュール間を手動でつなくシステムは2016年度に完成 (Ver. Alpha)

自動でつなくシステムを2018年度中に完成 (Ver. 1.0)

