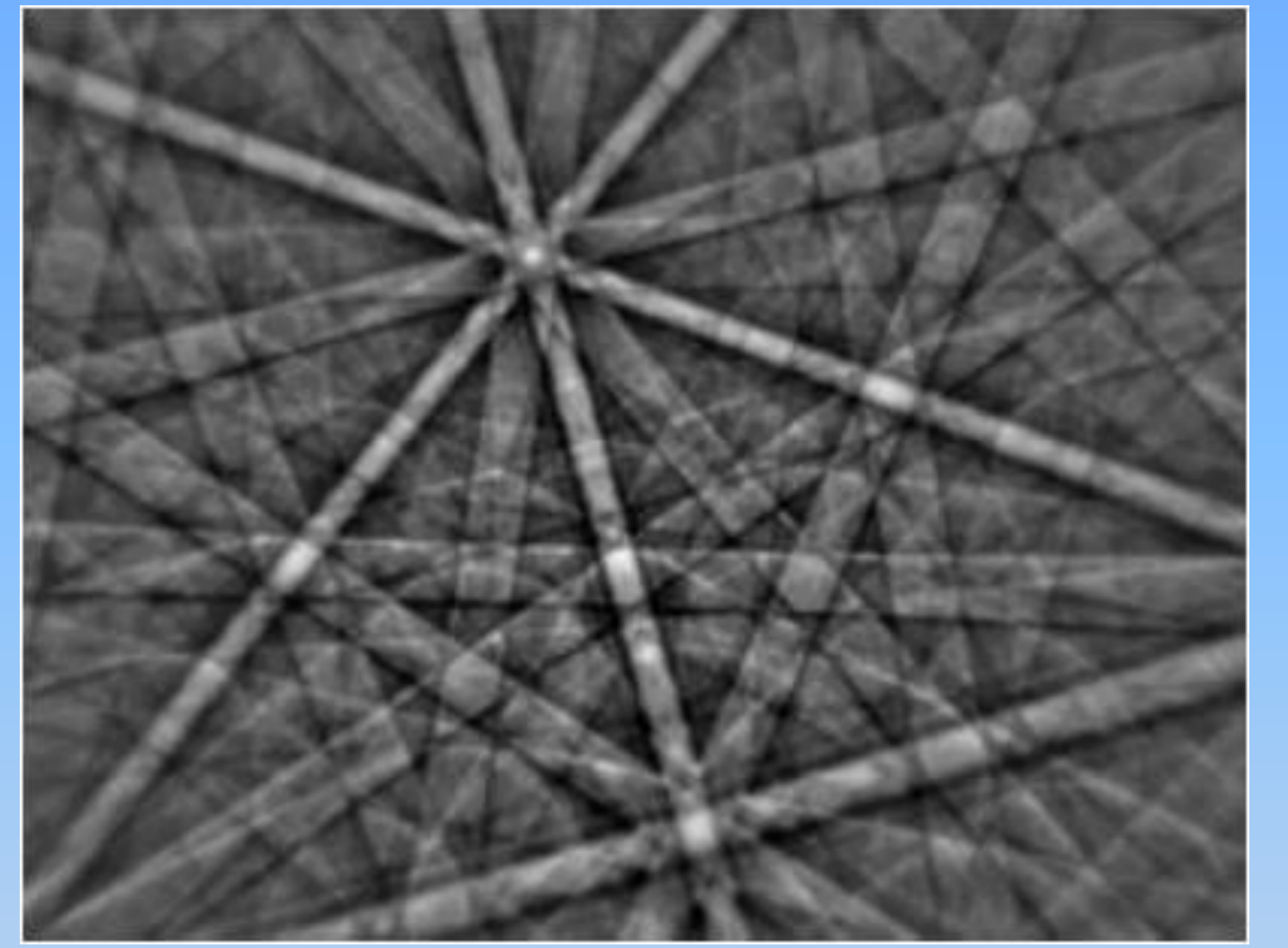


電子回折による結晶方位測定・解析

結晶内のひずみから 材料劣化を診断します



電子回折像
(菊池パターン)

背景・目的

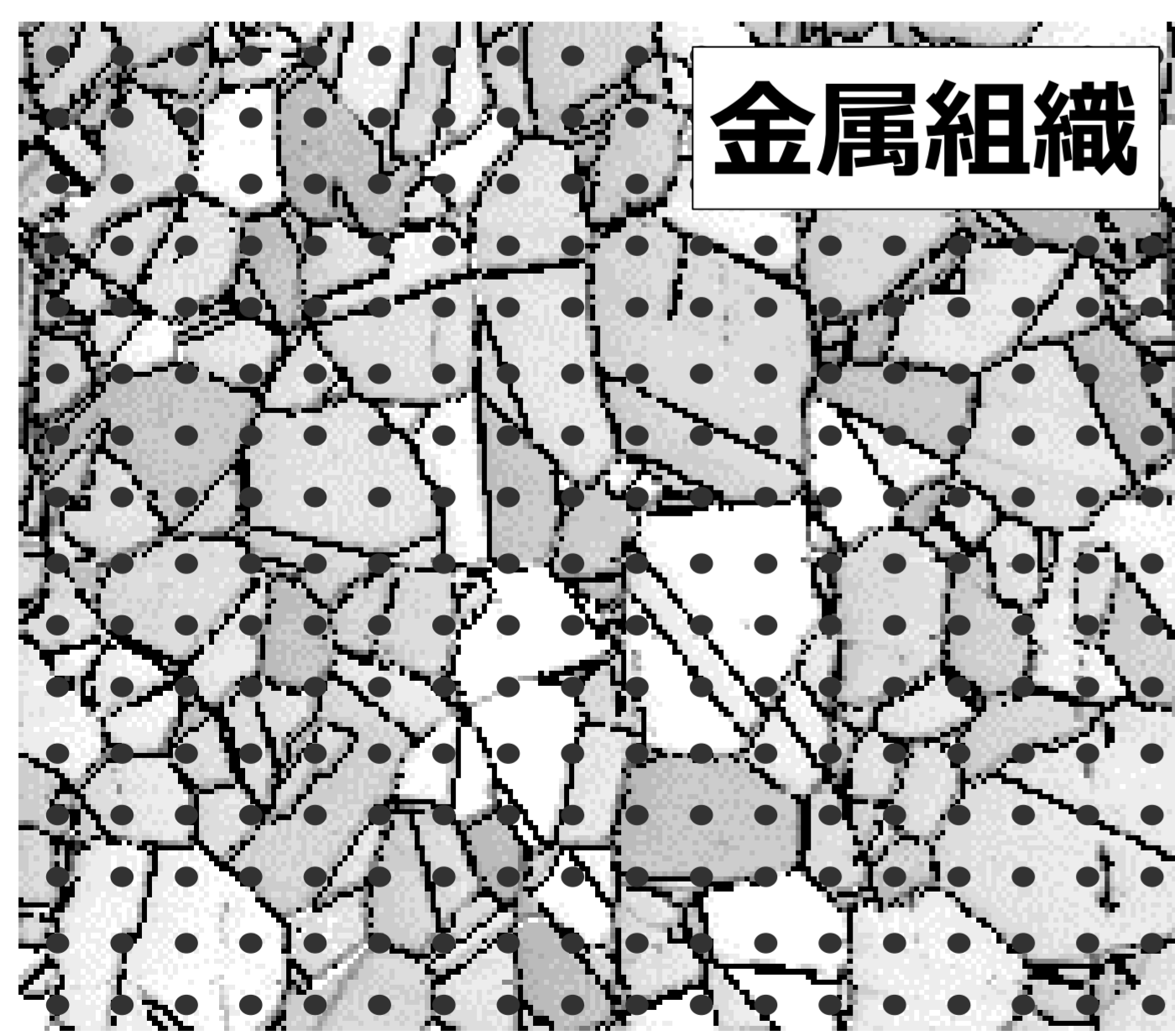
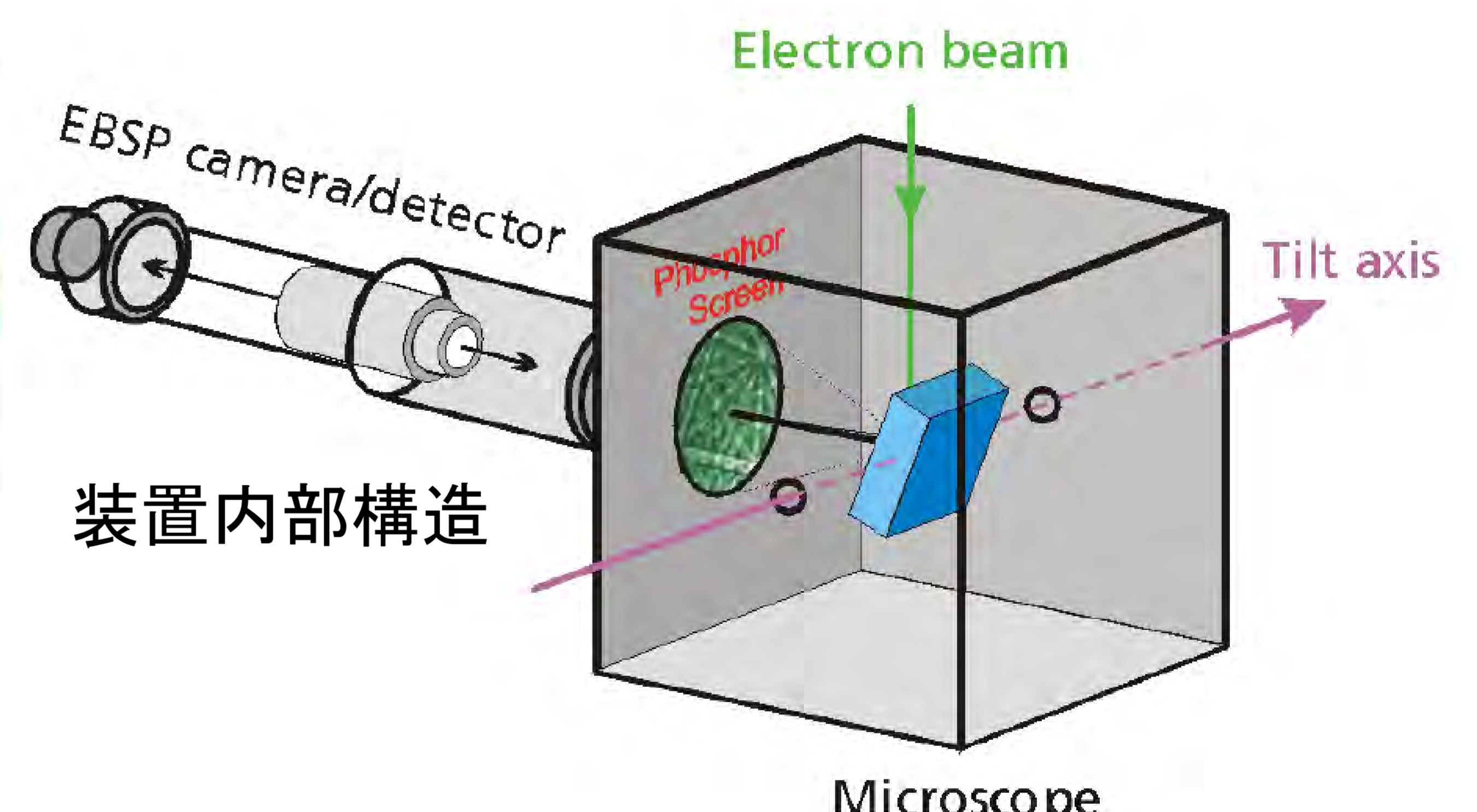
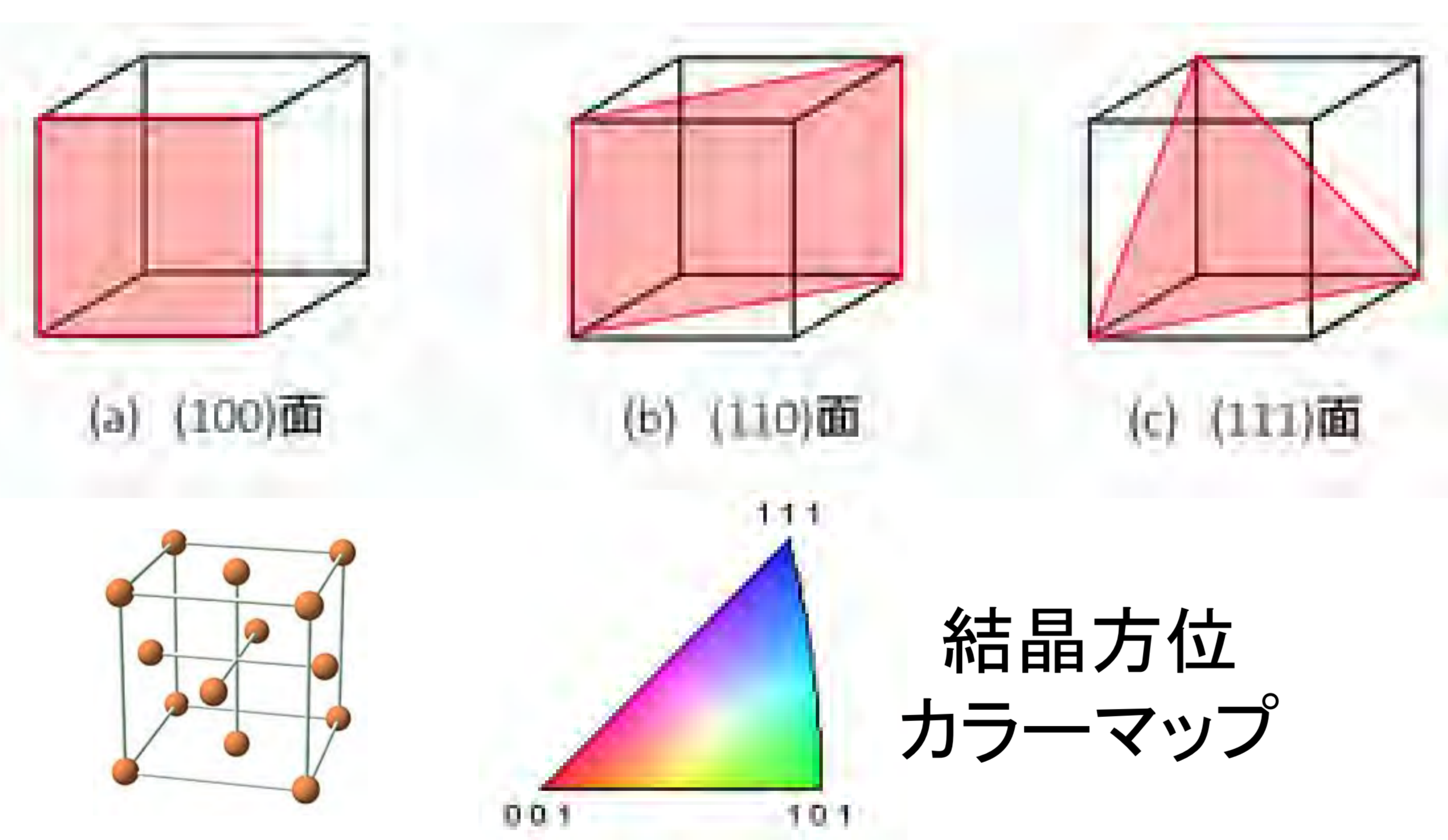
- 多くの実用材料(鋼など)は、材料中の析出物の変化や微小欠陥の増加を調べることで劣化診断可能です。また破壊時は、破断面の凹凸の特徴から損傷原因を分析可能です。
- 一方、耐熱合金(ガスタービンなどに使われるNi基超合金)は劣化損傷に伴う材料の変化が乏しく、従来手法の延長では劣化診断や損傷原因の分析が困難でした。
- 電子回折法により金属の結晶方位を網羅的に測定し、結晶ごとの方位偏差を分析することで、材料中のひずみを評価し、劣化損傷の診断ができるようになりました。

特長

- 電子線による1 μ m以下の分解能(>50nm) ※X線の分解能は1mm前後
- 金属結晶(数十~数百 μ m)内の微小な方位偏差を測定し、材料の劣化損傷を診断

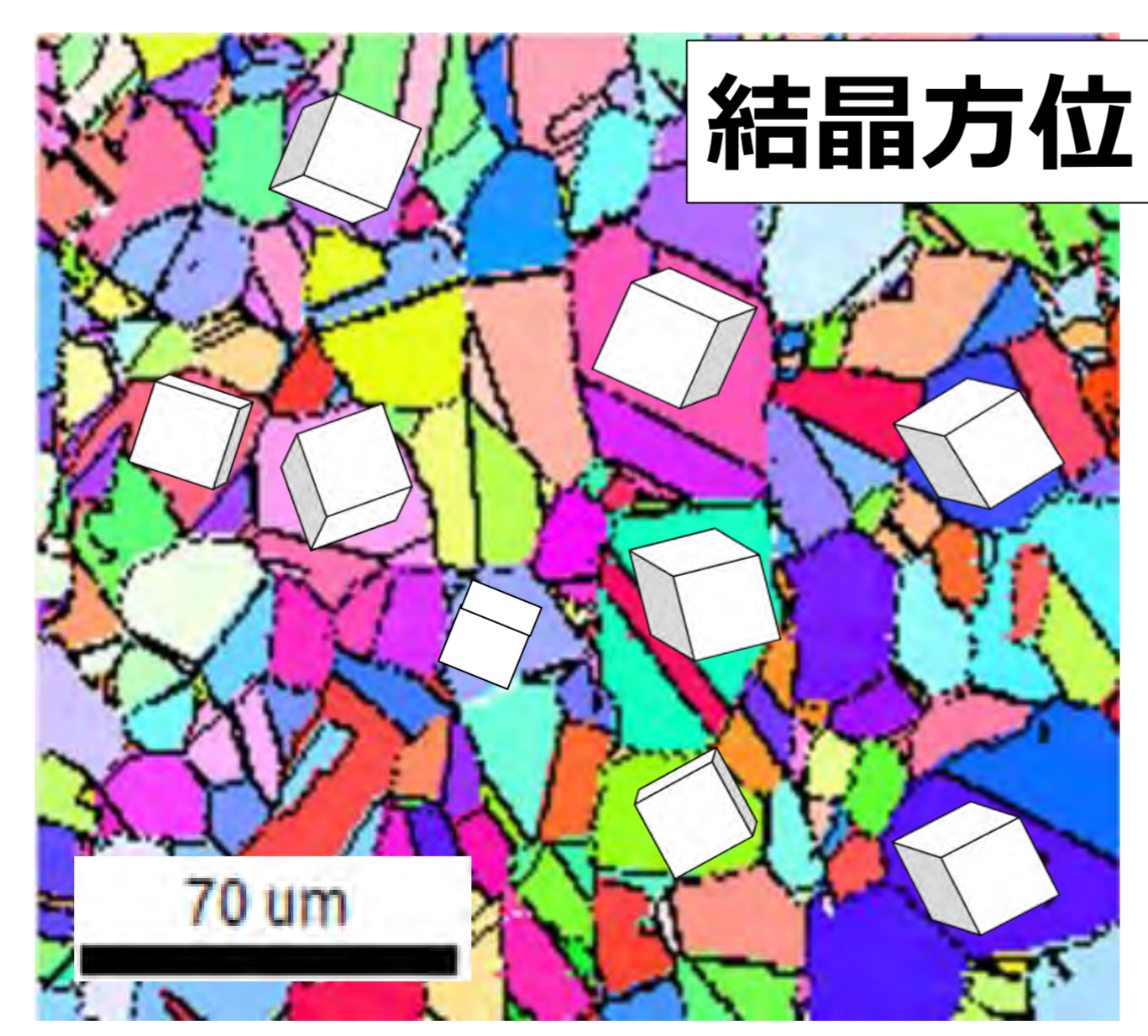
用途

- 耐熱合金(Ni基超合金)などの劣化診断、寿命評価、損傷原因分析
- 多くの結晶性材料の分析が可能(金属、セラミックス、鉱物、導体、絶縁体)



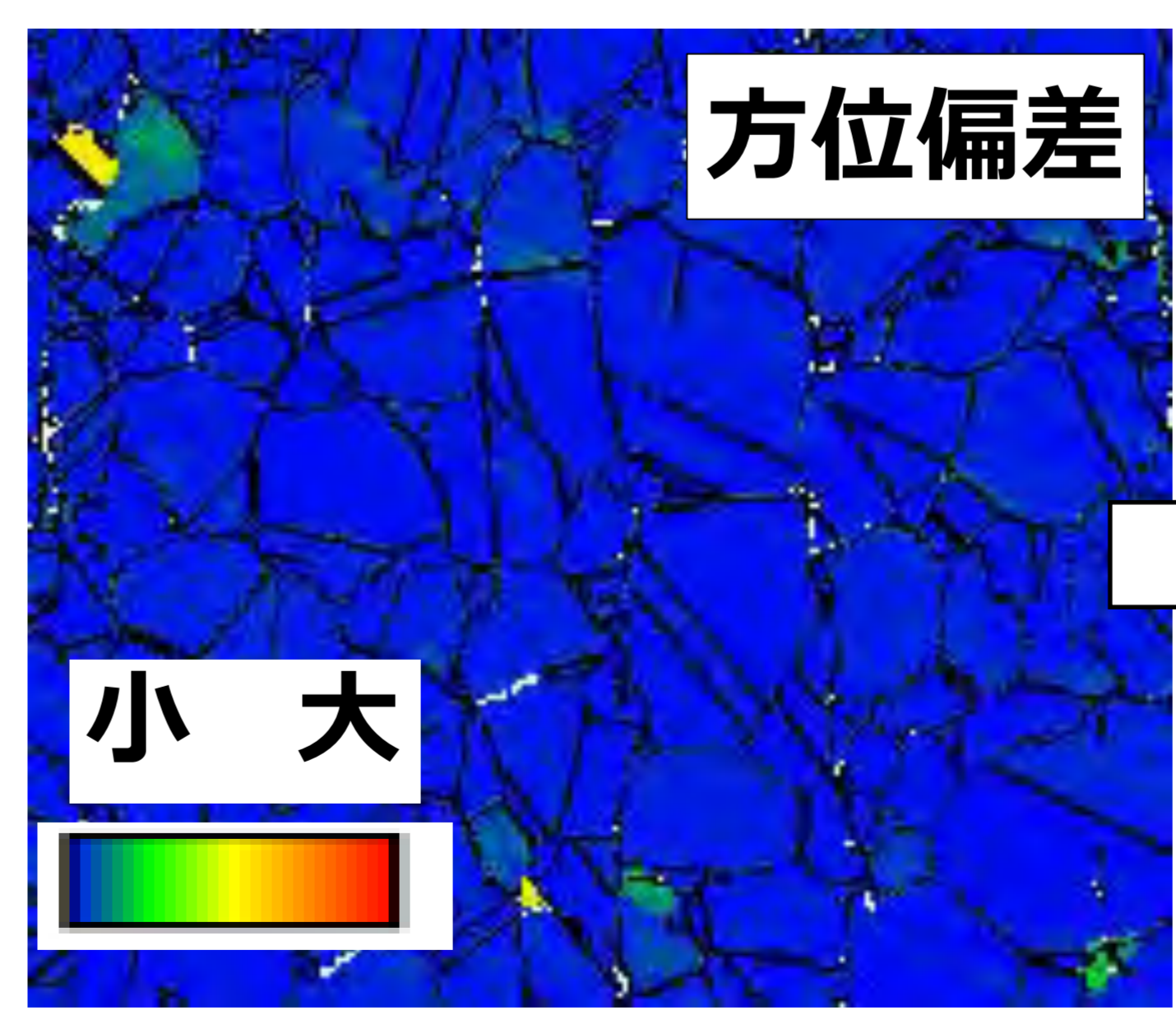
金属組織

網羅的な測定点



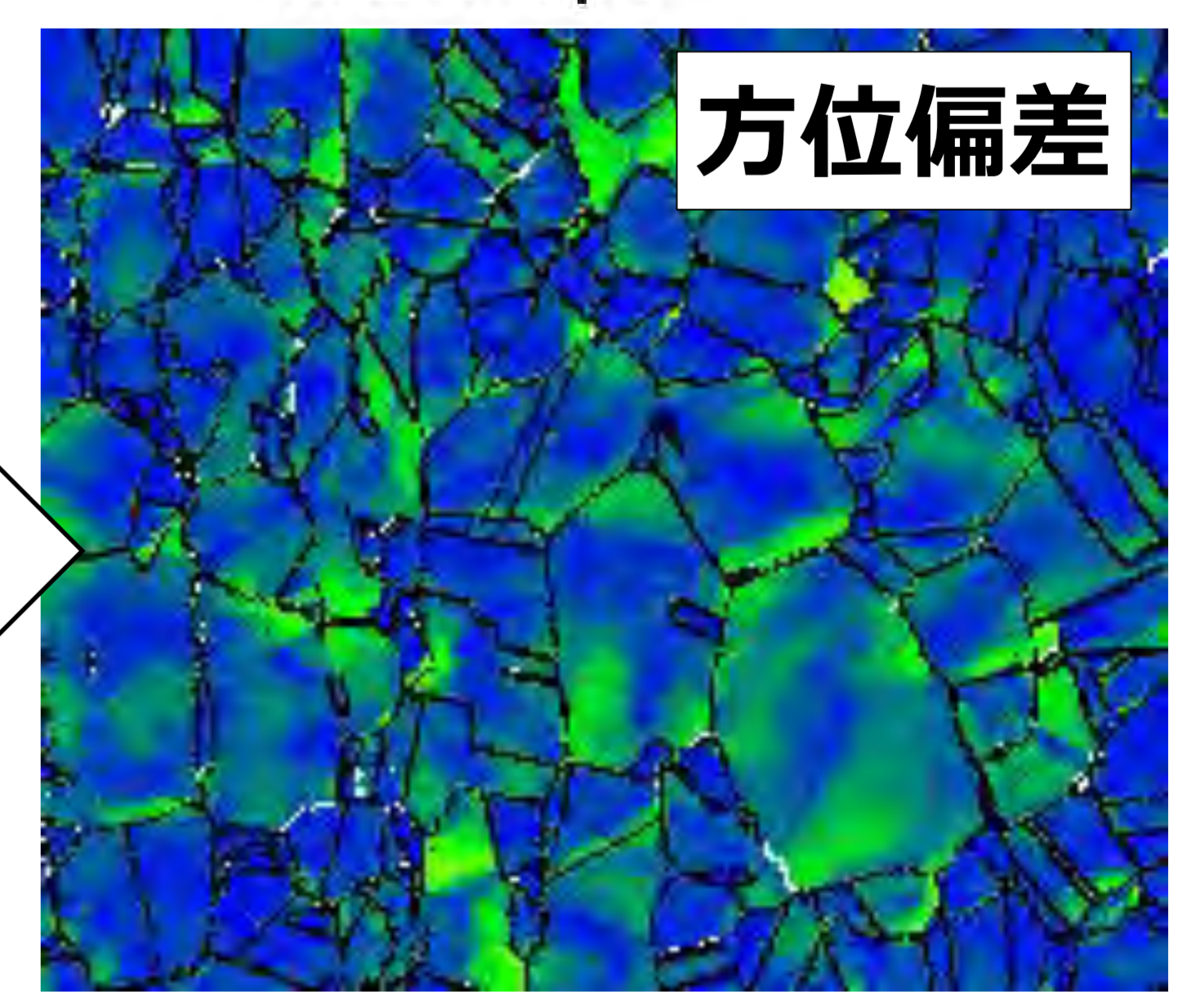
結晶方位

結晶方位⇒「色」に変換



方位偏差

初期



方位偏差

変形(損傷)あり

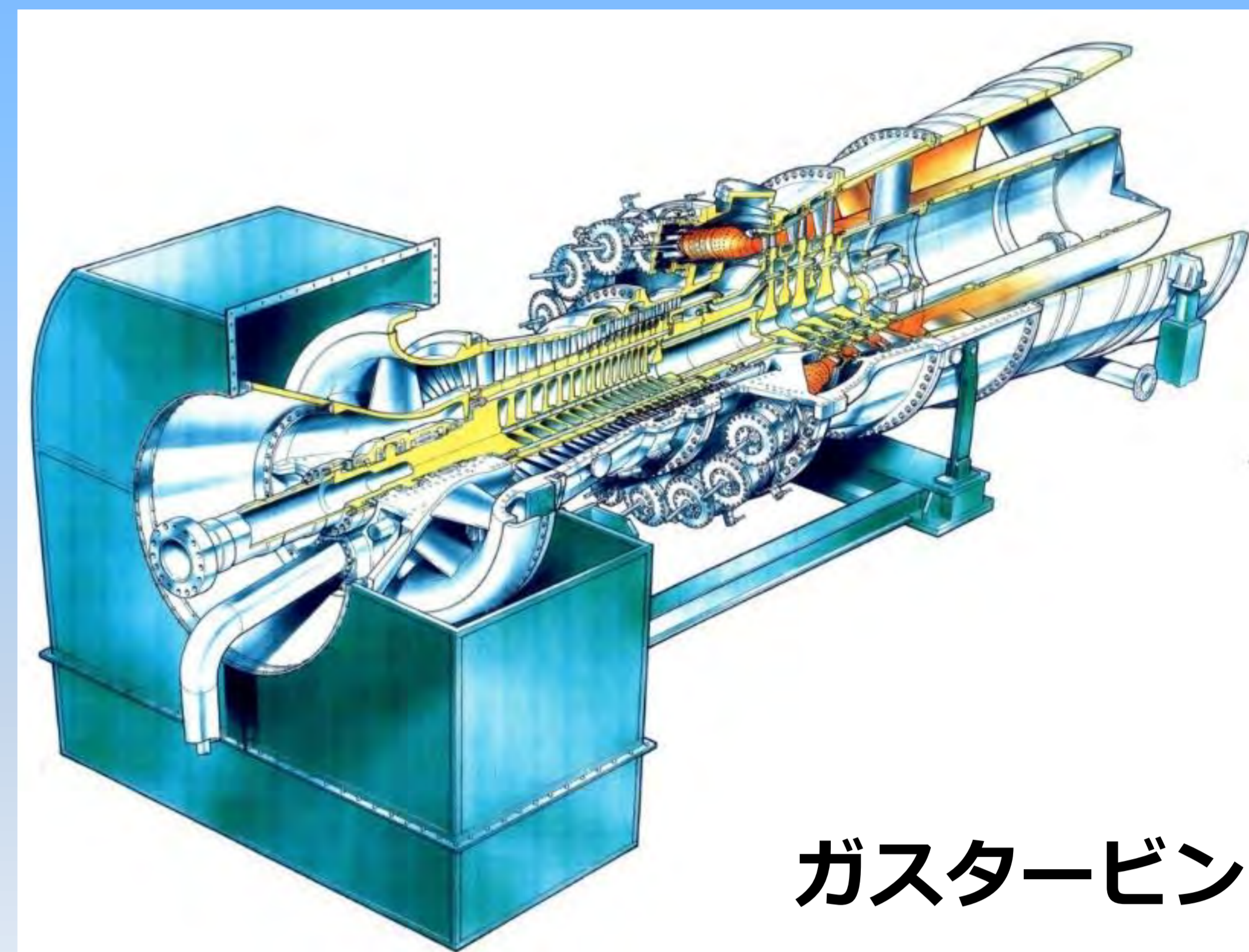
開発者の
ひとこと

'90は1点の測定に数秒を要し、隣合う結晶の違いしか認識できませんでした。しかし'00以降急速に測定スピードが向上し、現有装置では1000点/秒程度測定可能で、結晶内の微小な方位偏差(ひずみ)まで分析できるようになりました。



結晶方位解析による材料評価手法

ガスタービン材料の劣化損傷の可視化



ガスタービン

背景・目的

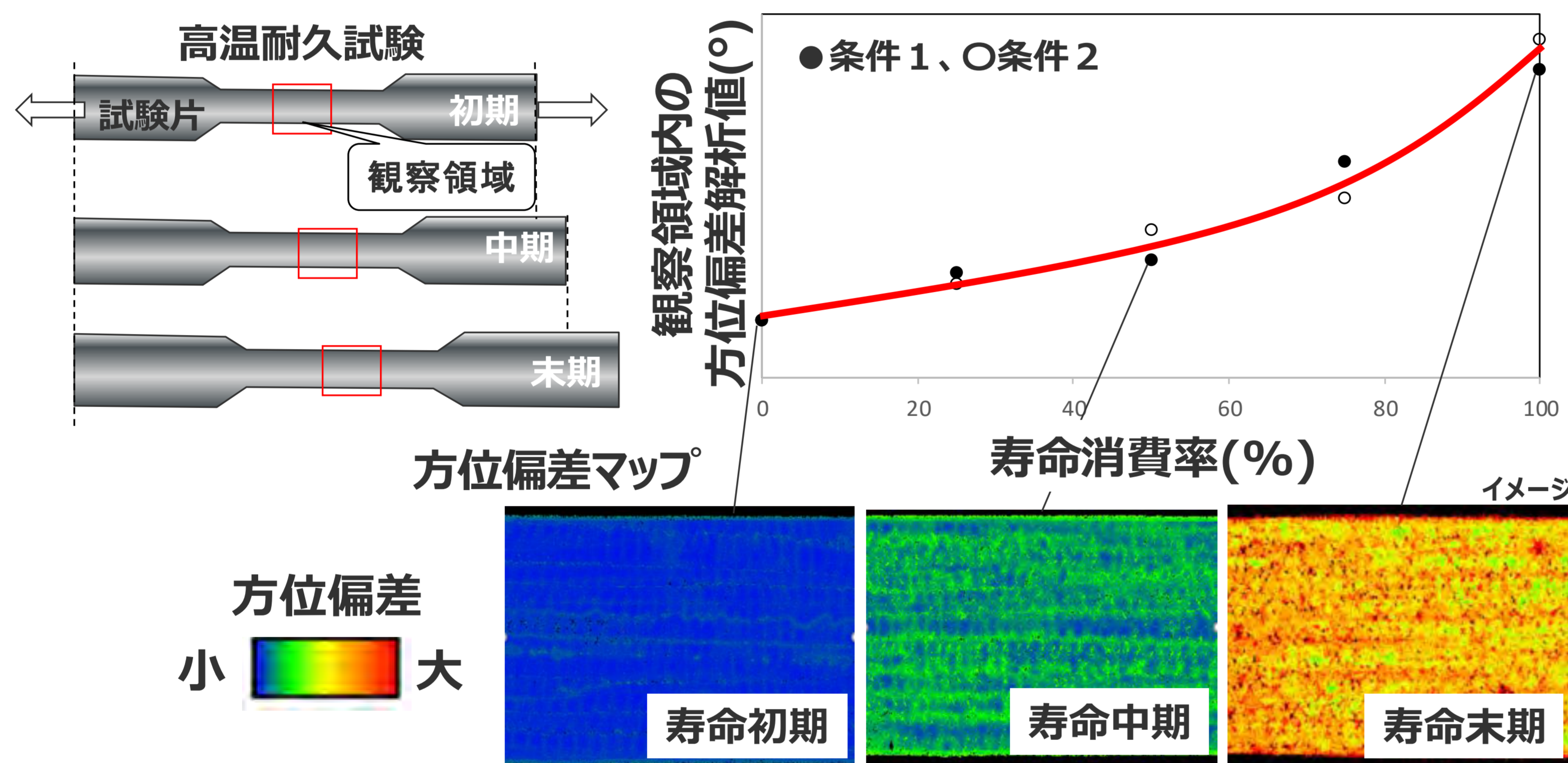
- ガスタービンは起動特性に優れ、再エネ出力変動対応として不可欠であるとともに、燃料を天然ガスから水素等に転換することで、カーボンニュートラルにも貢献。
- 高強度なガスタービン材料も、結晶内で微小な方位変化が起こり、粒内方位偏差(ひずみ)として可視化することに世界で初めて成功し、損傷原因や余寿命との相関関係を明らかにしました。

特長

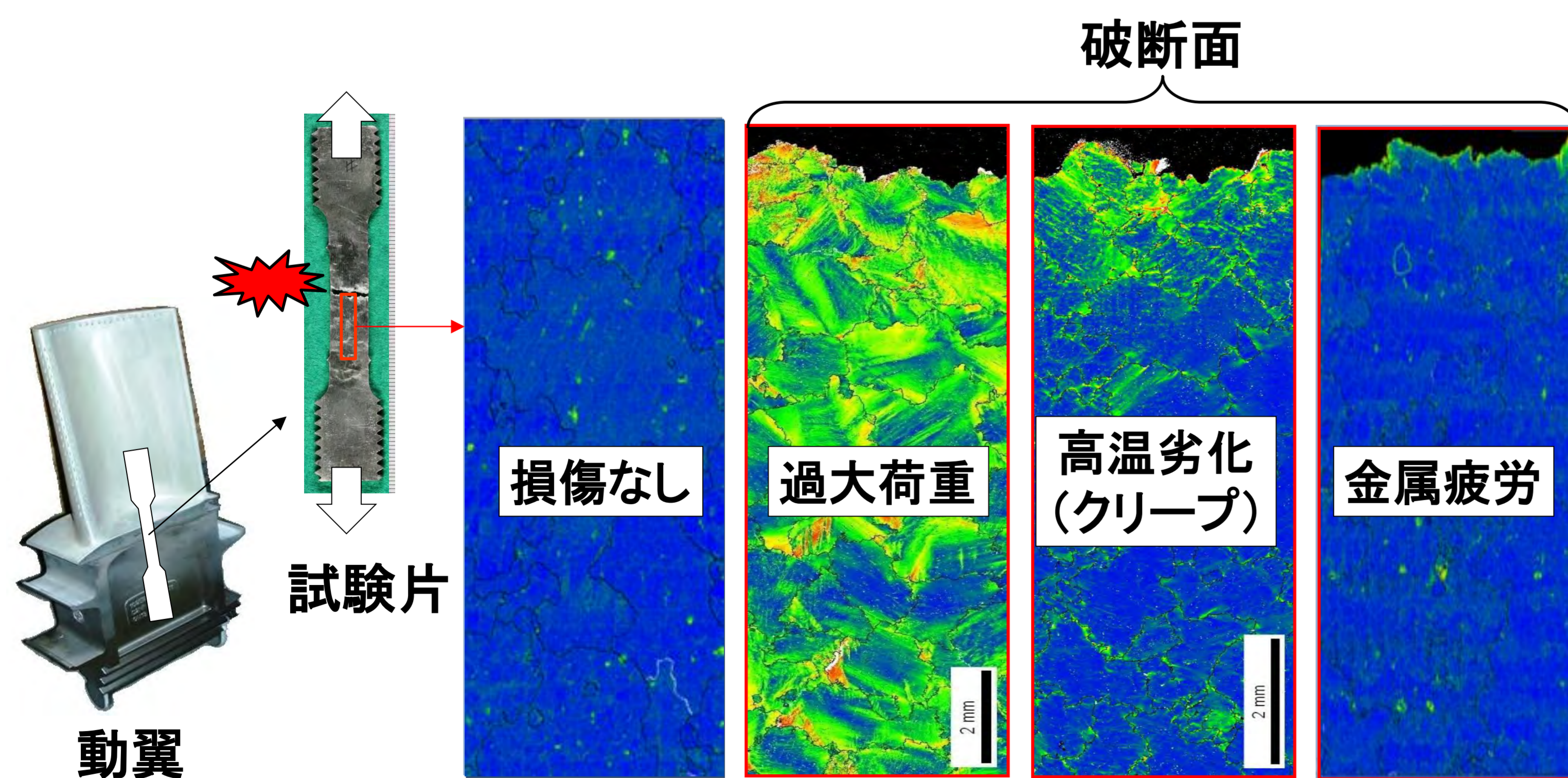
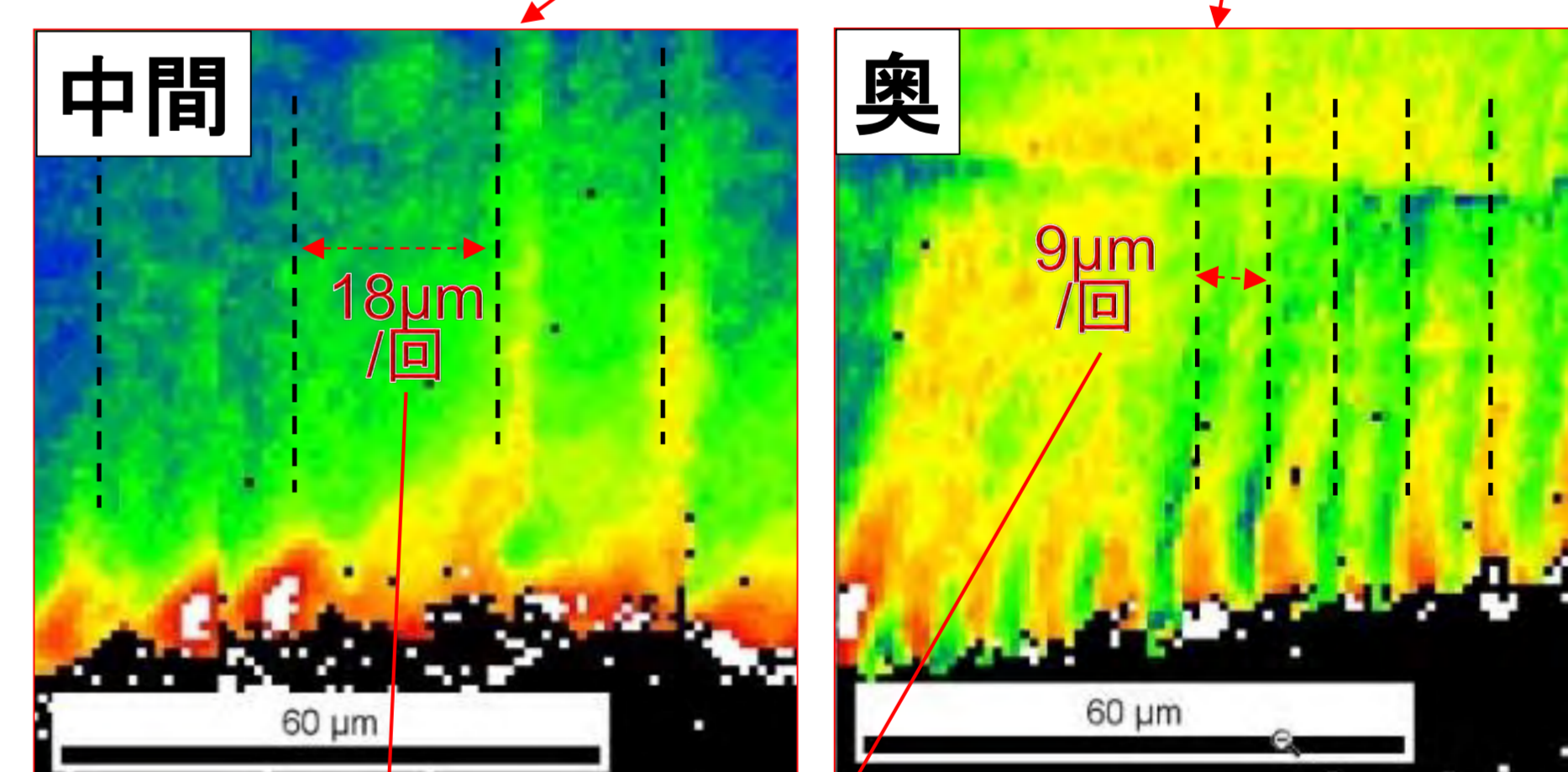
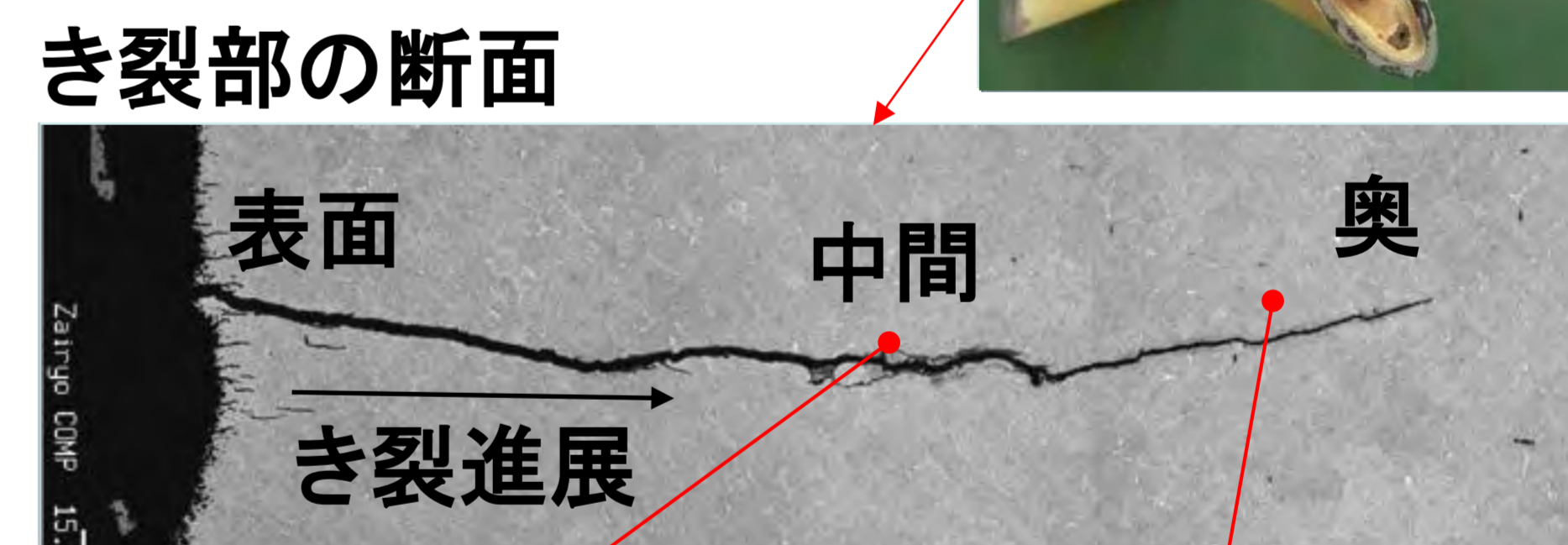
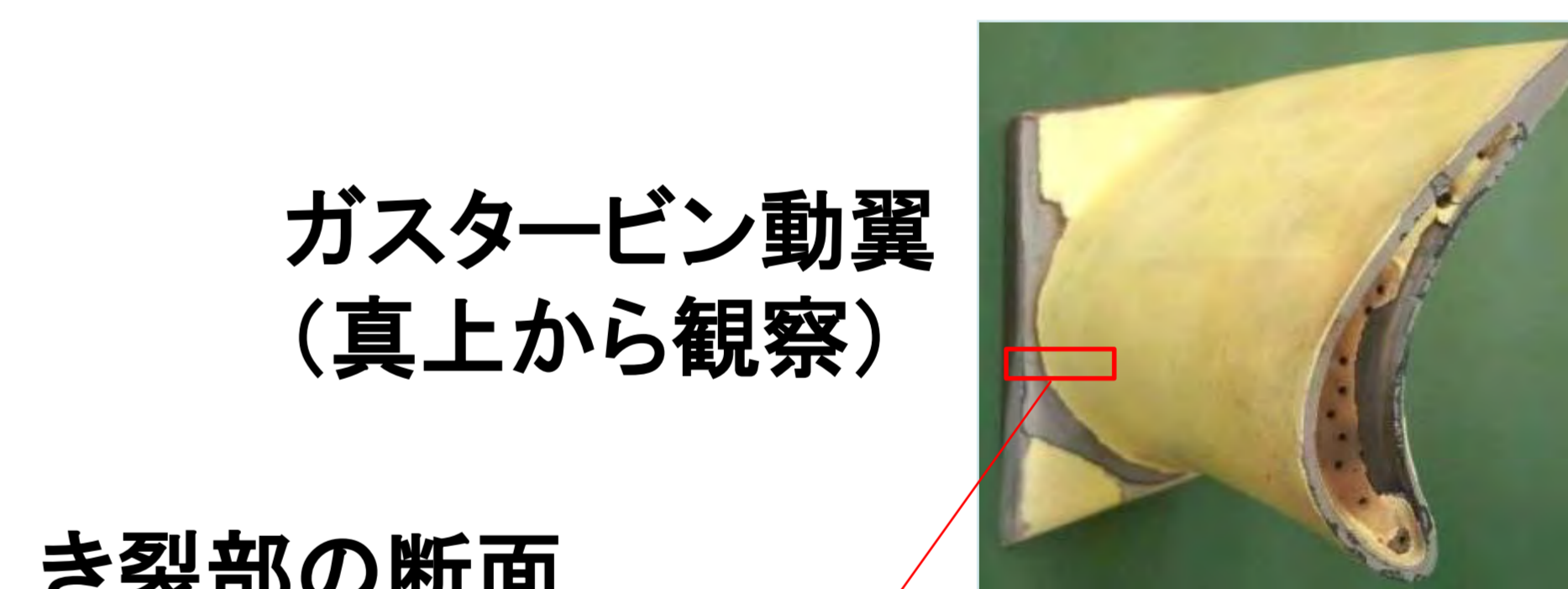
- 長期間の材料試験を行うことなく、材料を診るだけで余寿命や損傷原因を診断可能
- 分析したい当該品だけの調査で劣化損傷の診断が可能(初期材などの比較品必要なし)

用途

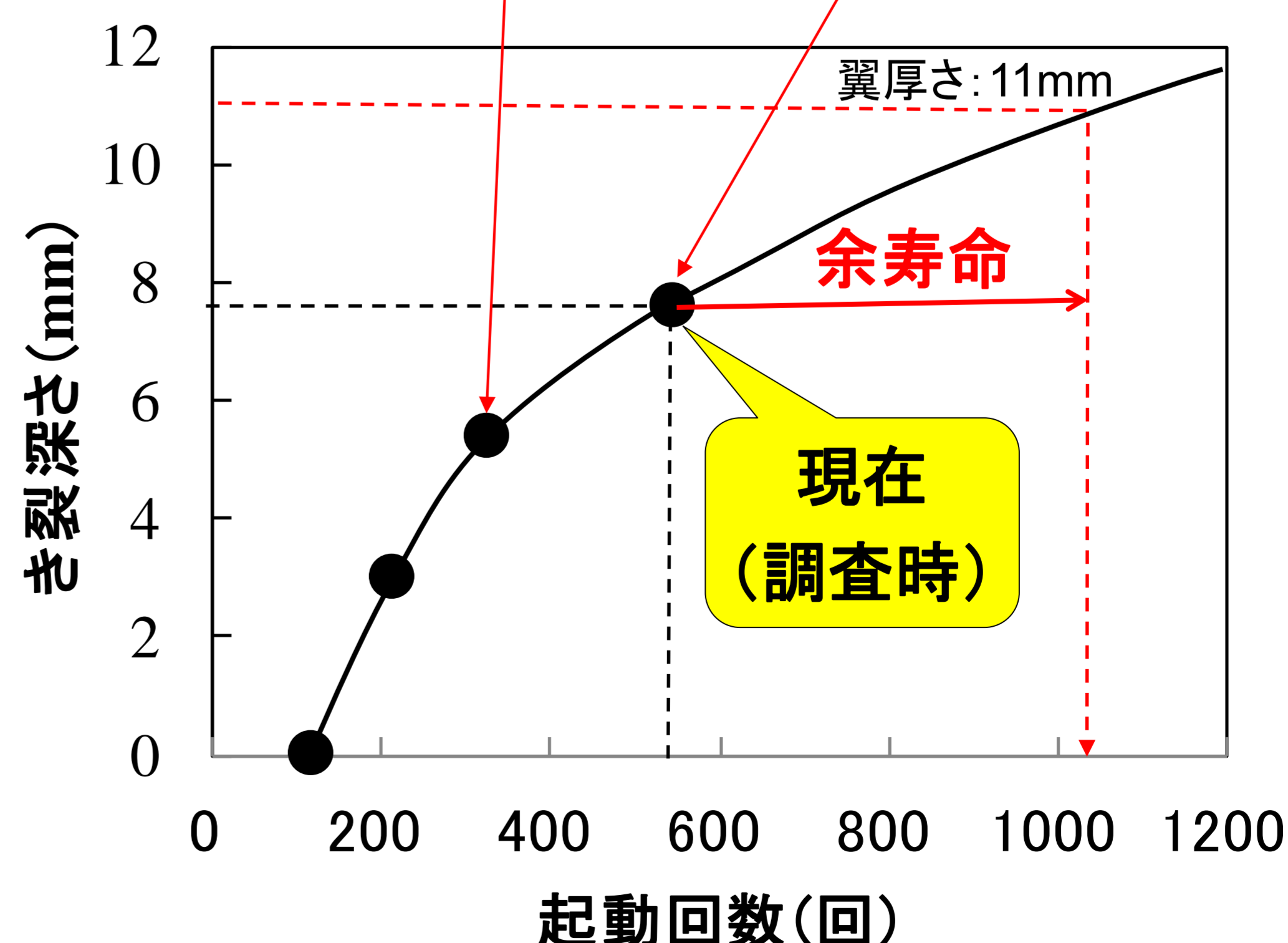
- 単結晶を含めた耐熱合金の高温劣化損傷に対する寿命評価、損傷原因の分析
- き裂進展の痕跡を可視化し、作用応力やき裂進展速度・余寿命を分析



● 単結晶合金の高温劣化損傷を分析し、余寿命を評価



● 結晶方位の偏差(微小変形)を可視化し、損傷原因を分析



● き裂進展の痕跡を可視化し、余寿命を分析

開発者のひとこと

実機の損傷部品を調査し、原因を考察していく中で、顕微鏡をじっとにらんでいて偶然発見した現象です。初めは半信半疑でしたが、現在は検証が進み、高い精度で劣化損傷を診断可能ということがわかってきました。