

環境研究総合推進費(循環型社会部会) 研究課題番号:3K133002

水素を利用したチタン合金切削屑の 高効率再資源化技術の実用化研究

研究代表者 近藤勝義(大阪大学 接合科学研究所)

研究実施期間 平成25年4月～平成27年3月

累積予算額 104,523,000円

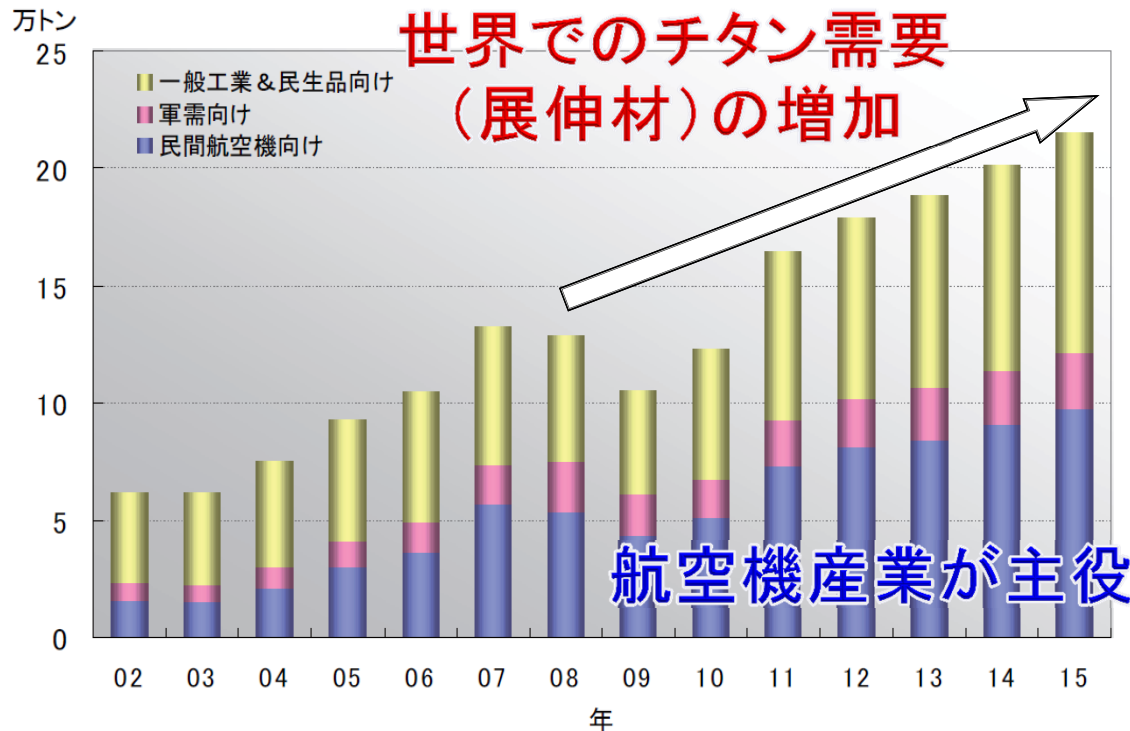


OSAKA UNIVERSITY

チタン(Ti)の特徴

- 低比重(鉄の約56%)
- 高比強度・高耐腐食性
- 低熱膨張(CFRP組合せ)
- 高い生体親和性・適合性

- 航空機(軽量化)
- 発電所用熱交換器
- 海水淡水化プラント
- 医療デバイス



Ti 部品 ; 118 ton/機

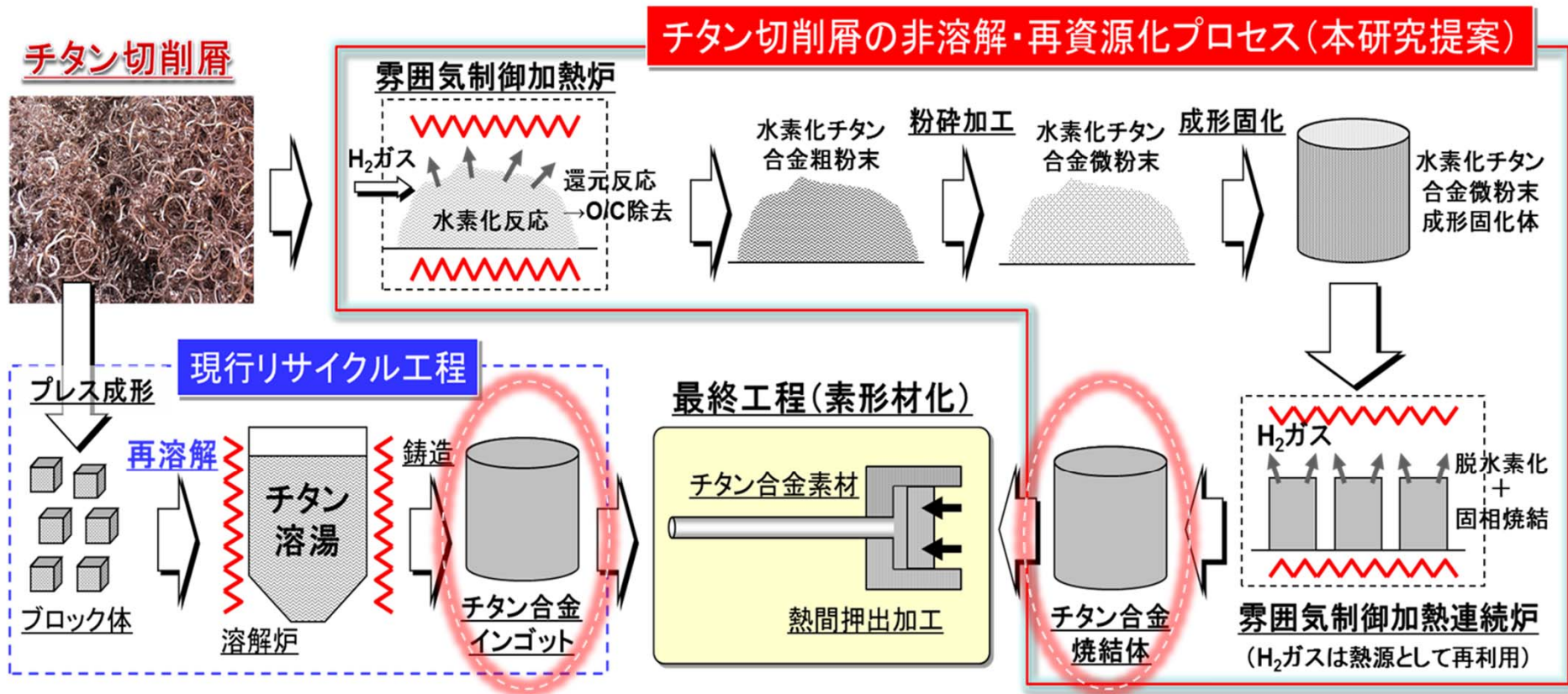


Ti 製配管 ; 6,200 ton/y



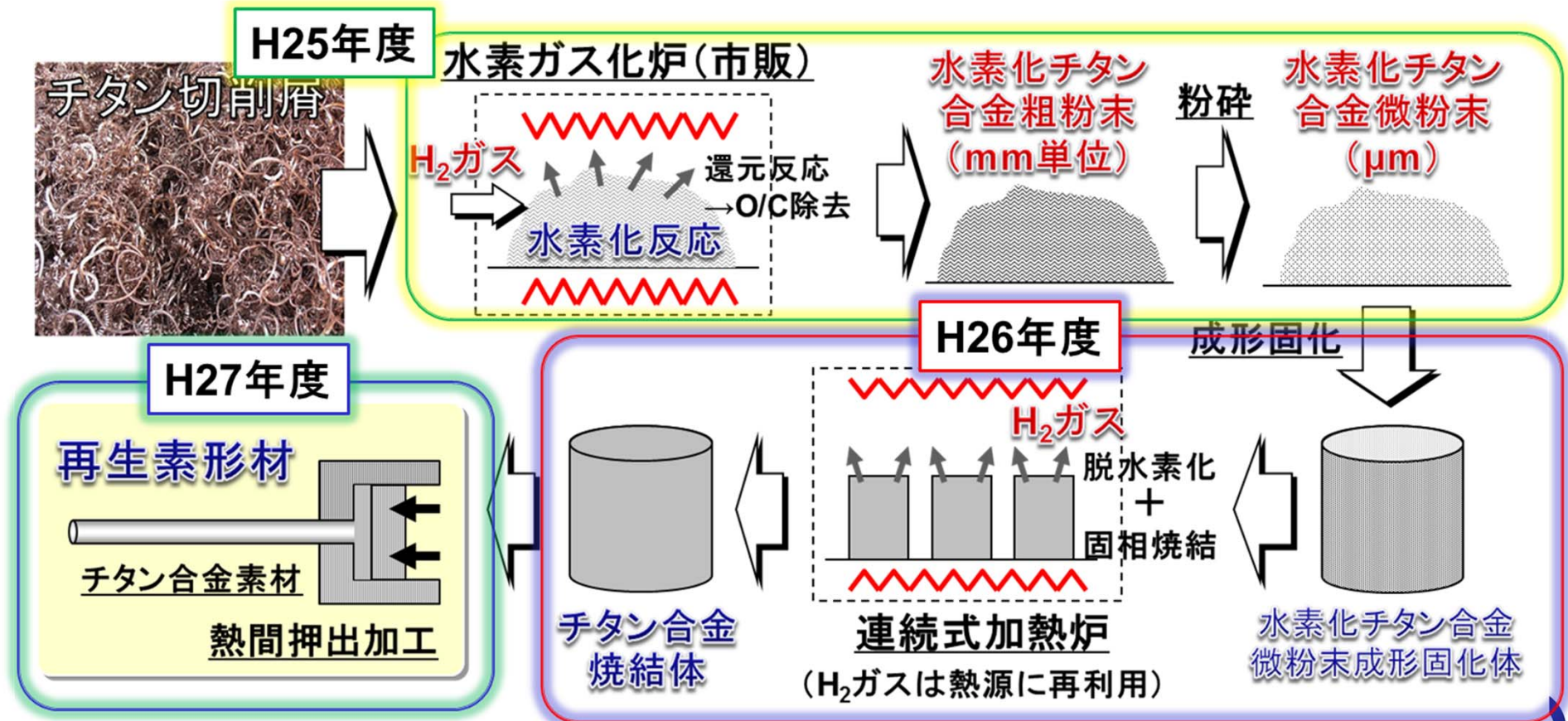
チタン切削屑を再溶解せず，直接素材として高歩留りで再生する
固相リサイクル技術と再生素材のスケールアップ製法の確立

➡ 製造過程での省エネ効果とチタン部品使用時のCO₂排出削減



H25年度 チタン切粉の水素化熱処理による粉砕加工性の改善効果の検証

- ① 熱処理によるTi切削屑への水素吸蔵挙動と酸素・炭素還元反応の解明(阪大 近藤・梅田)
- ② 水素含有量と水素化Tiの脆化度の相関性解析(阪大 今井, 上田ブレーキ 西村・名切)

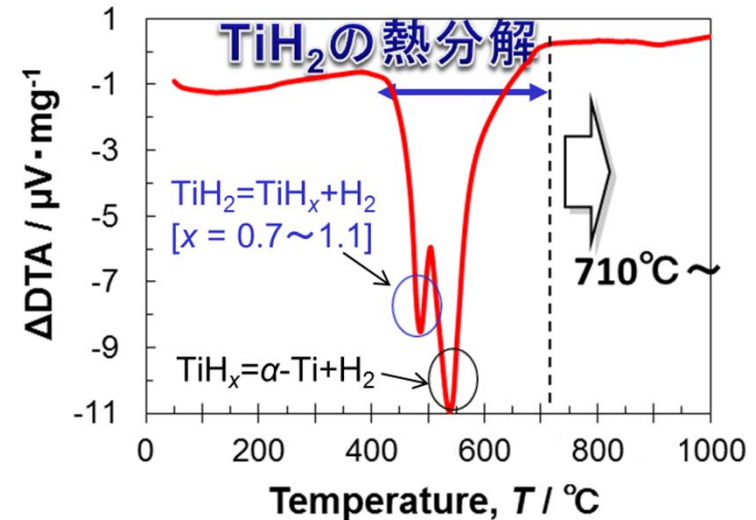
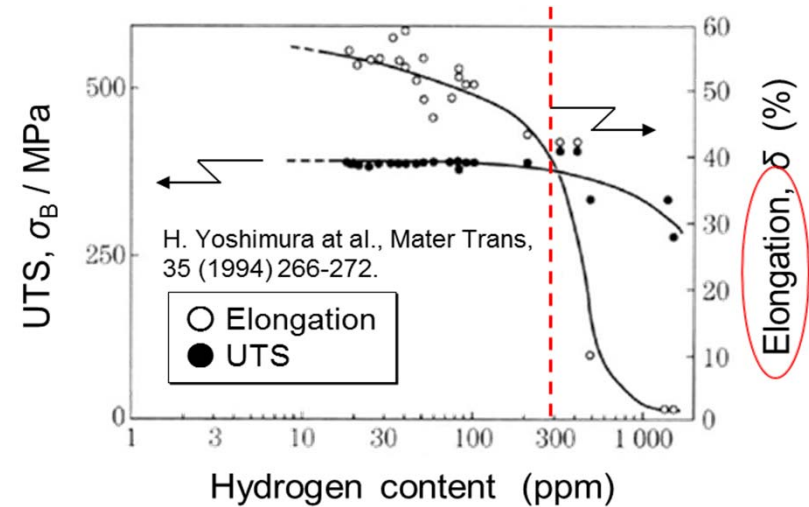


定説：全ての金属において『水素は悪』⇒脆化を誘発

純チタン材において水素量が
約300ppm(0.03%)を超えると
 伸び(延性)は急激に低下
 ⇒**脆性**な水素化チタン(TiH_2)の
 生成・分散の影響⇒**粉碎性向上**
 安定構造⇒非酸化性⇒**安全性**

大気で安全に短時間で粉碎可能
 ⇒ TiH_2 原料粉末の製造方法

熱分解による $TiH_2 \rightarrow Ti + H_2$
 ⇒Ti原料粉末の製造が可能



切削加工条件の違いにより
様々な形状・寸法の切屑が
市場で発生・流通



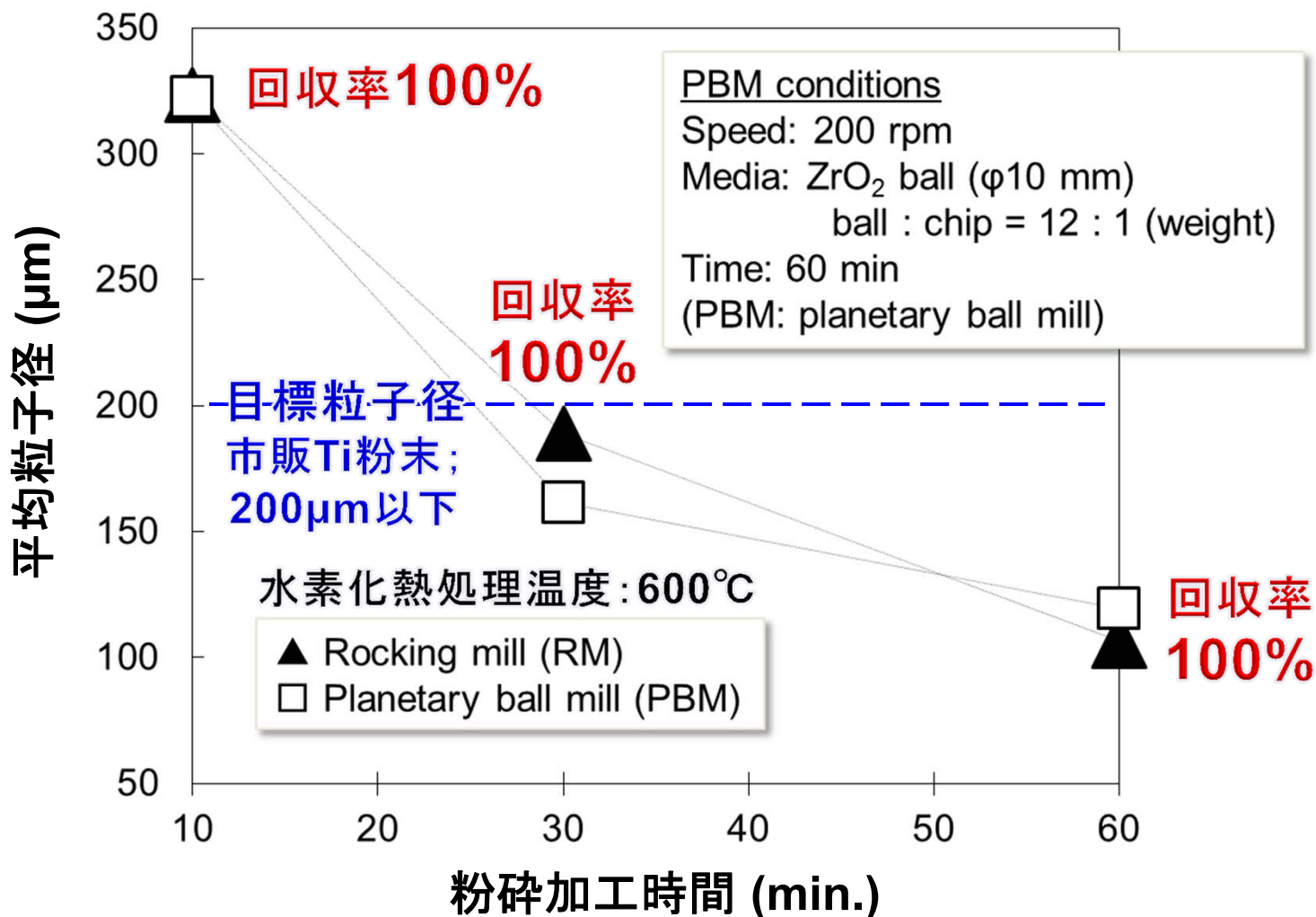
汎用チタン合金Ti-64*切粉屑
(市場流通品*Ti-6%Al-4%V (wt.%))

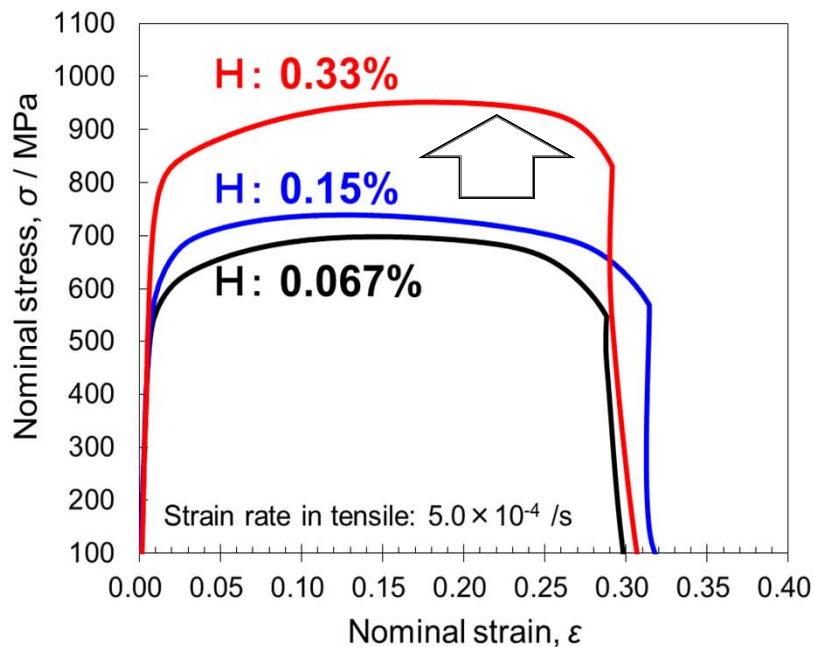
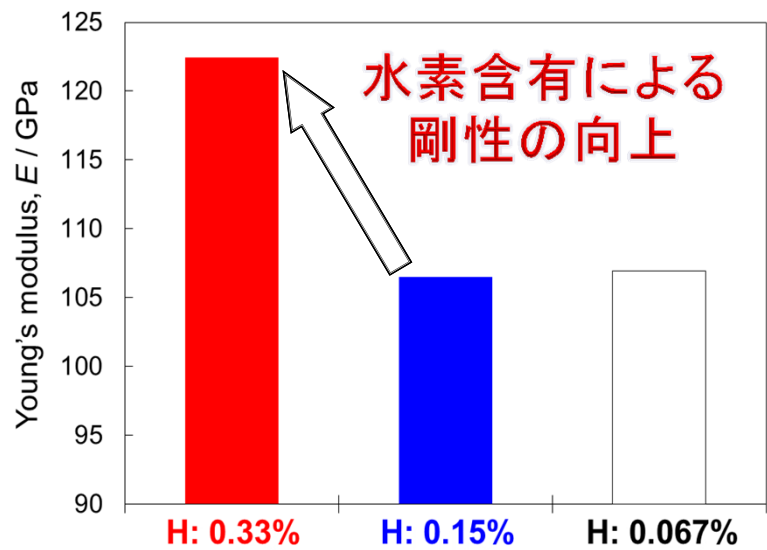
水素化熱処理実験(管状電気加熱炉)

切粉: 10 g
加熱雰囲気: H₂:2 + Ar:1 (L/min)
加熱温度: 400, 600, 800°C
加熱時間: 30 min



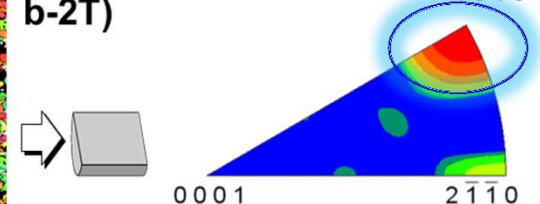
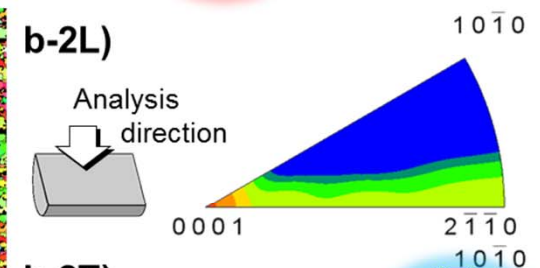
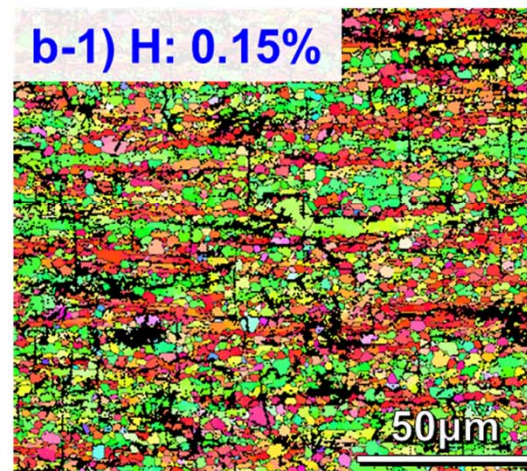
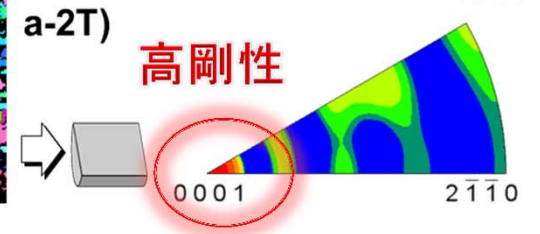
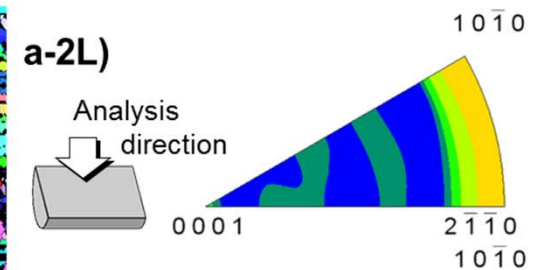
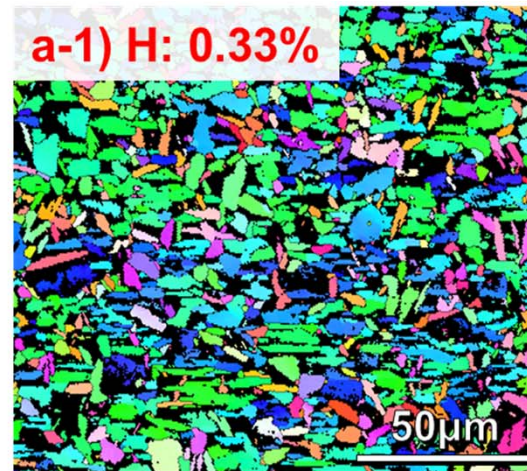
- 量産加工機にて汎用チタン合金切粉の回収率(リサイクル率); **100%を実証**
- 粉碎加工時間; 4~5hr(従来) → 0.5hrに短縮(加工費; 1/8~1/10に削減)



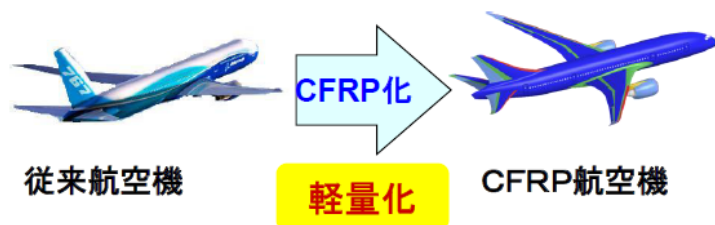


微量水素の含有による β 相 (bcc) 形成

→ 冷却時の $\beta \rightarrow \alpha$ 相変態による **(0001)** 形成



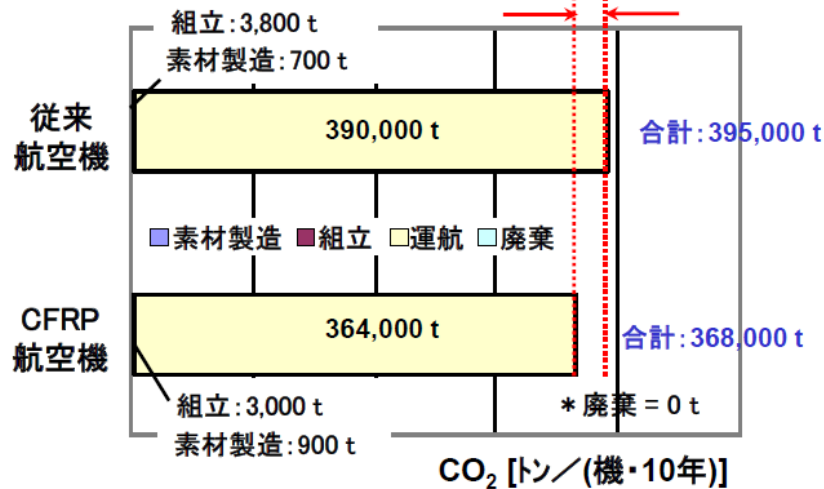
本研究成果による廉価チタン材 → 現行Ti-64合金との代替
 → チタン素材の適用部品・拡大 → **CFRP使用量・増** → **軽量効果**



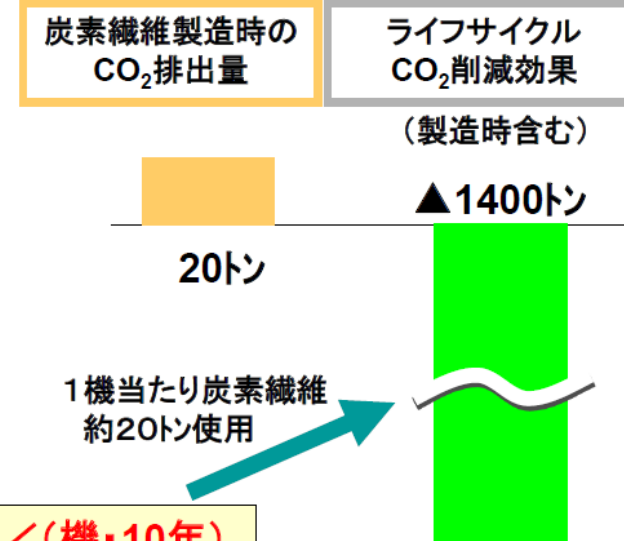
<前提>
 機体: 中型旅客機(ボーイング767)国内線仕様
 運航: 国内線 (羽田⇄千歳;500マイル)
 生涯運航距離: 年間2,000便、10年 (出典:全日空)
CFRP航空機: CFRP50%適用、20%軽量化(従来機対比)

<ライフサイクルCO₂排出量>

<航空機1機当たり>



<炭素繊維1トン当たり>



(出展 炭素繊維協会)

CO₂削減量 27,000トン/(機・10年)

目的 チタン切削屑を**再溶解せず**，直接素材として高歩留りで再生する
固相リサイクル技術と再生素材のスケールアップ製法の確立
 →製造過程での**省エネ効果**とチタン部品使用時の**CO₂排出削減**

- 成果**
- ①チタン切削屑のリサイクル率； $\geq 95\%$
 - ②再生チタン素材の強度・延性；現行Ti-64バージン材と同等
 - ③スケールアップTi素材試作；直径 $\Phi 20\text{mm}$ × 全長1m以上の棒材

