

山梨大学 大学院 総合研究部 工学域 機械工学系（機械工学） 山田隆一

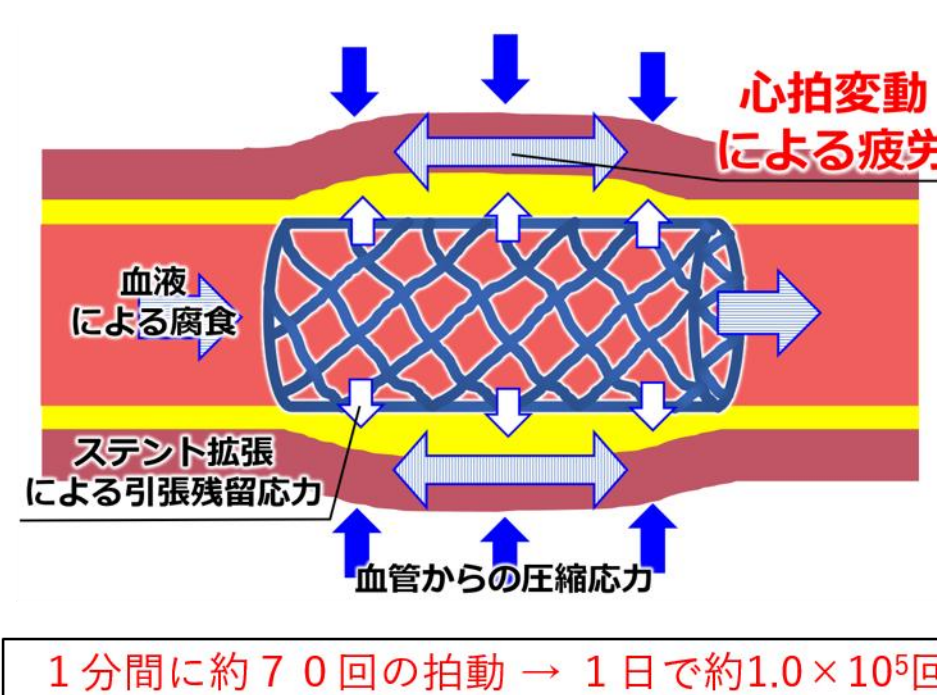
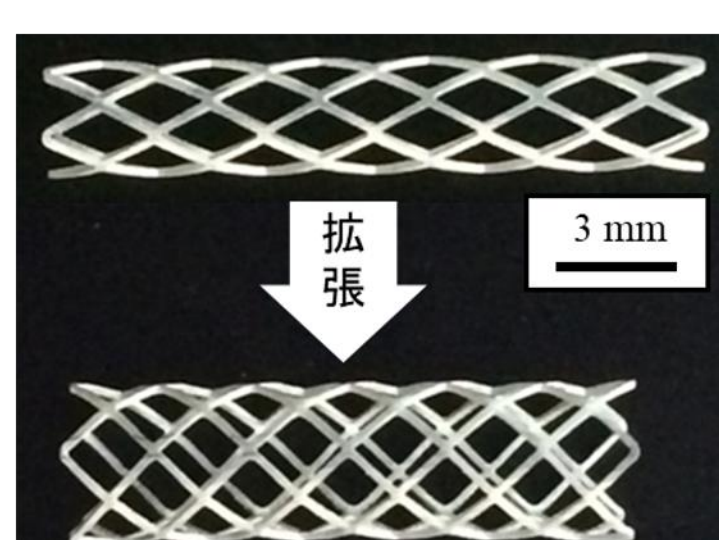
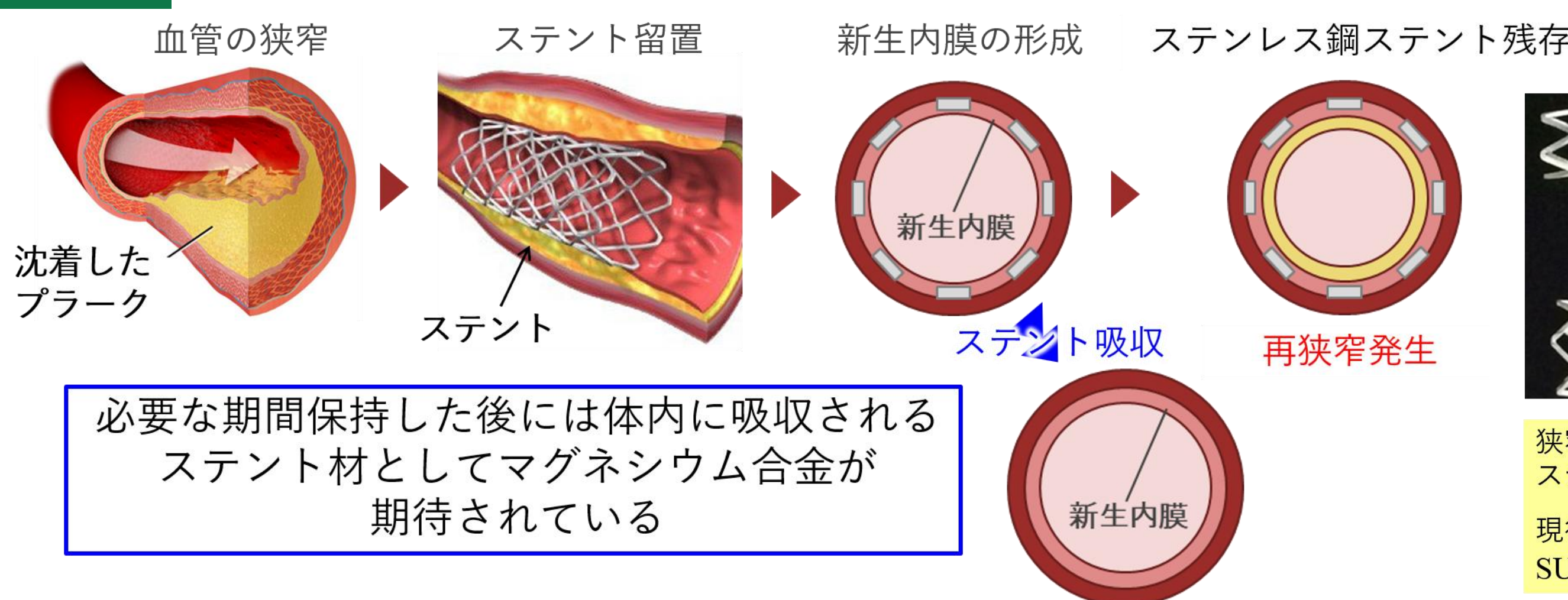
【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

疲労特性向上によりマグネシウム合金の医療用インプラントへの適用を目指しています。

概要

生体吸収性ステントは、治療後に体内で消失するため再狭窄リスクの低減が期待されている。本研究では、生体必須元素のみからなるZM21マグネシウム合金にECAP(Equal Channel Angular Pressing)加工を施し、生体吸収性ステントへの適用を見据えて機械的特性および疲労特性への影響を評価した。ECAP加工により、ZM21マグネシウム合金の組織は伸長粒と微細粒が混在する組織へ変化した。その結果、引張強さおよび疲労特性が向上し、生体吸収性ステントに求められる機械的特性の向上に有効であり、様々な医療インプラントの実現に貢献できる可能性を示している。

背景



主要な生体必須元素										
	Na	K	Ca	Mg	P	Fe	Zn	Cu	Mn	I
[g]	100	200	1 k	25	500	3	2	0.1	0.02	0.02

※1 池内 健：人工臓器, 38(2009), 46-48.

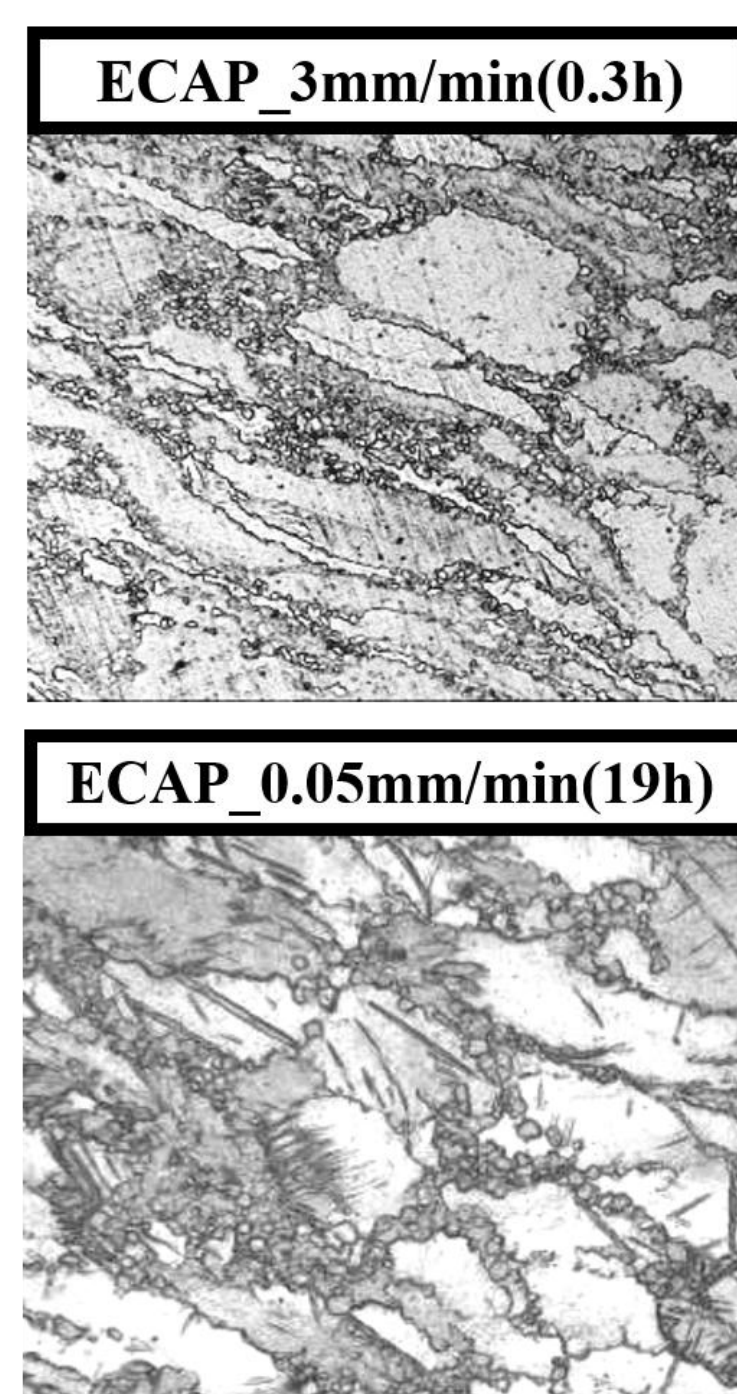
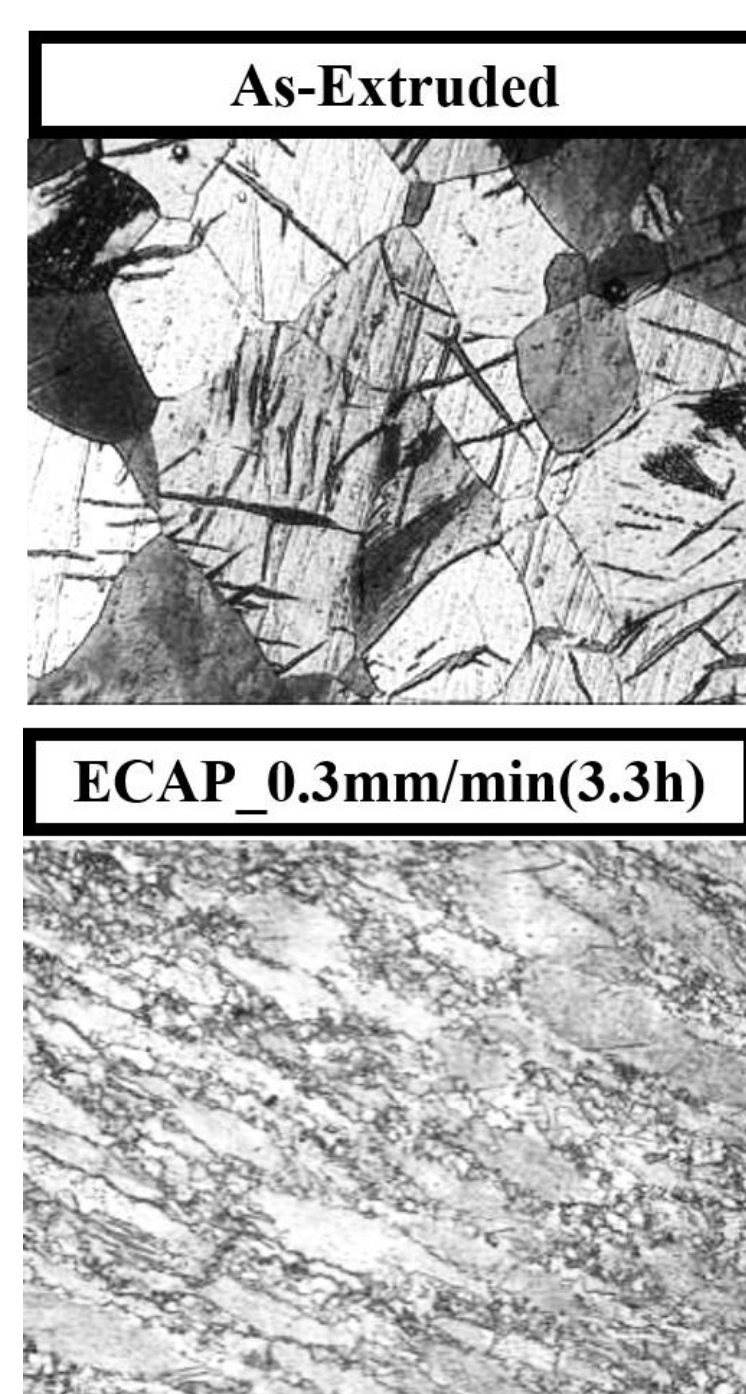
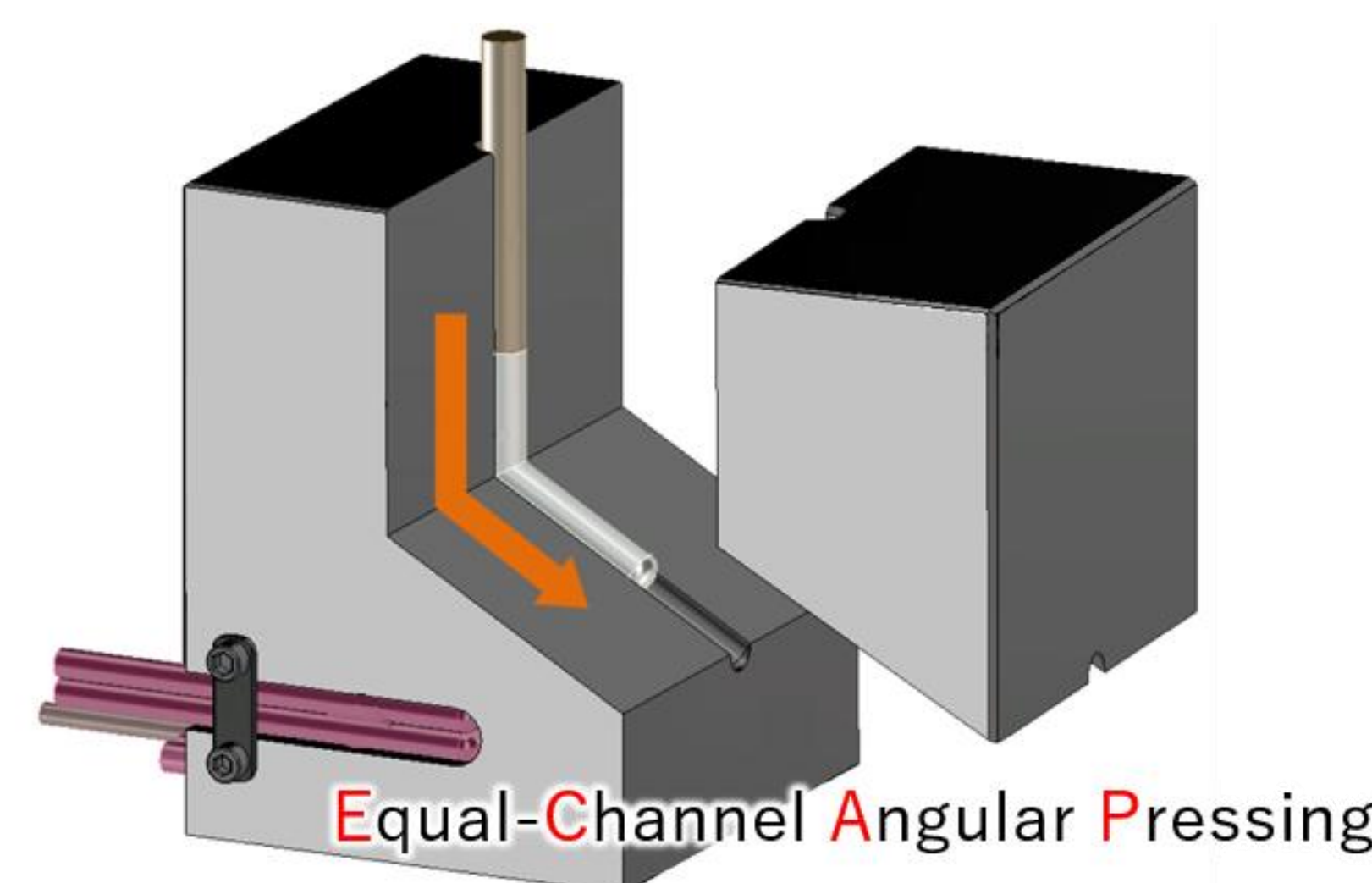
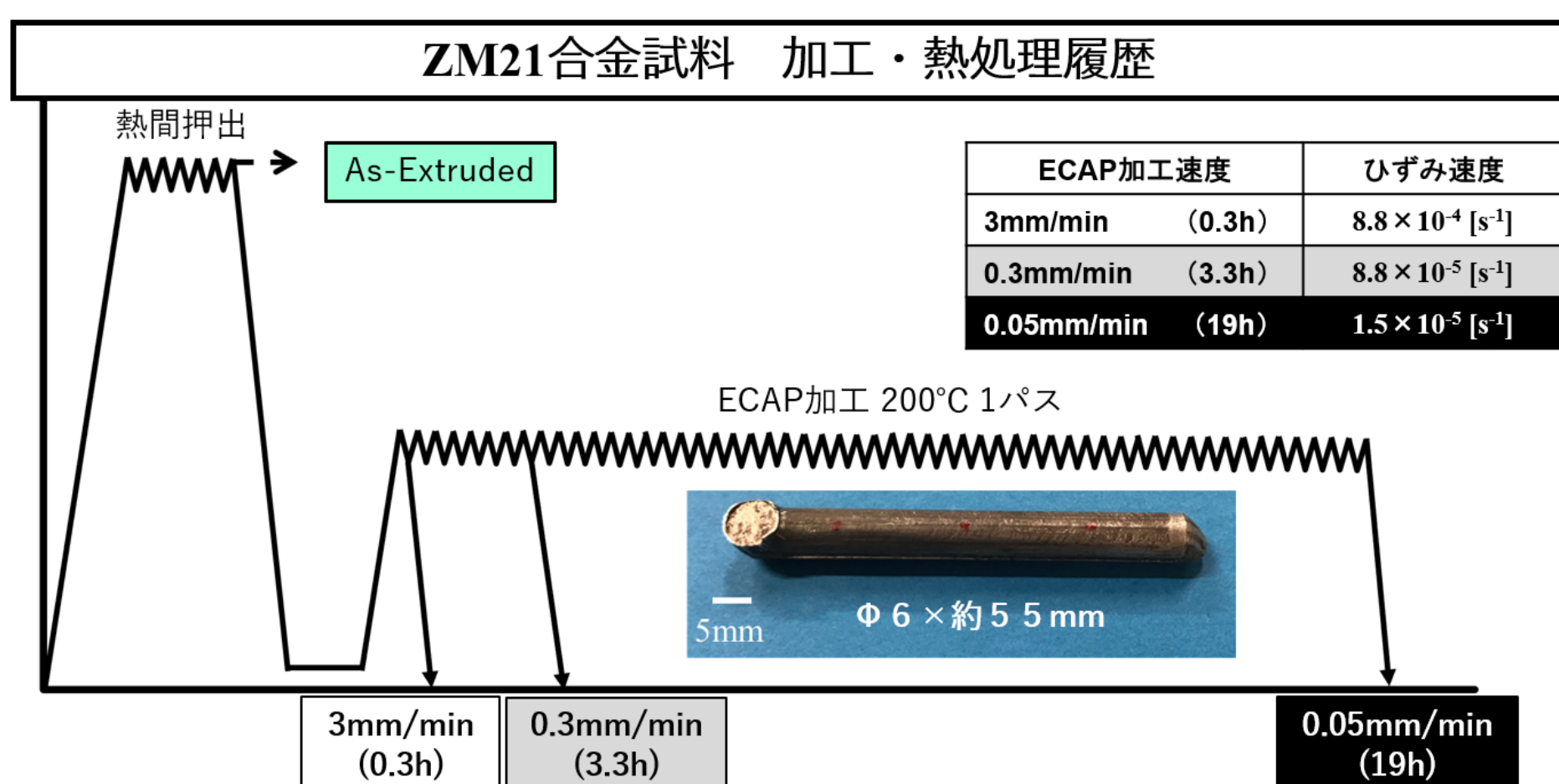
目的

ZM21マグネシウム合金の疲労特性に及ぼすECAP加工時のひずみ速度の影響を調査するためECAP加工速度0.05mm/min、0.3mm/min、3mm/minにおける機械的特性(引張特性、疲労特性)を比較した。

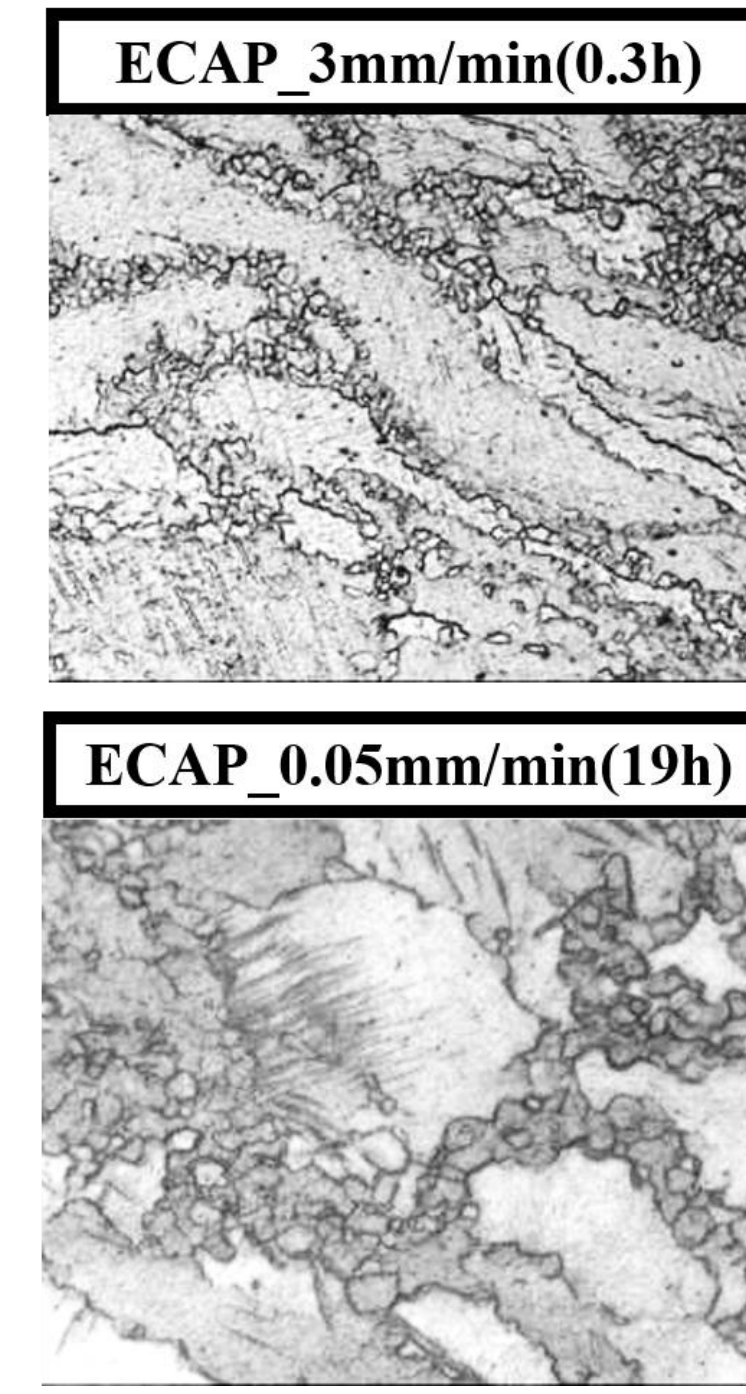
供試材料および実験方法

ZM21マグネシウム合金の試料組成							[mass%]
	Al	Zn	Mn	Si	Fe	Mg	
ZM21	0.010	1.73	0.55	0.023	0.006	Bal.	

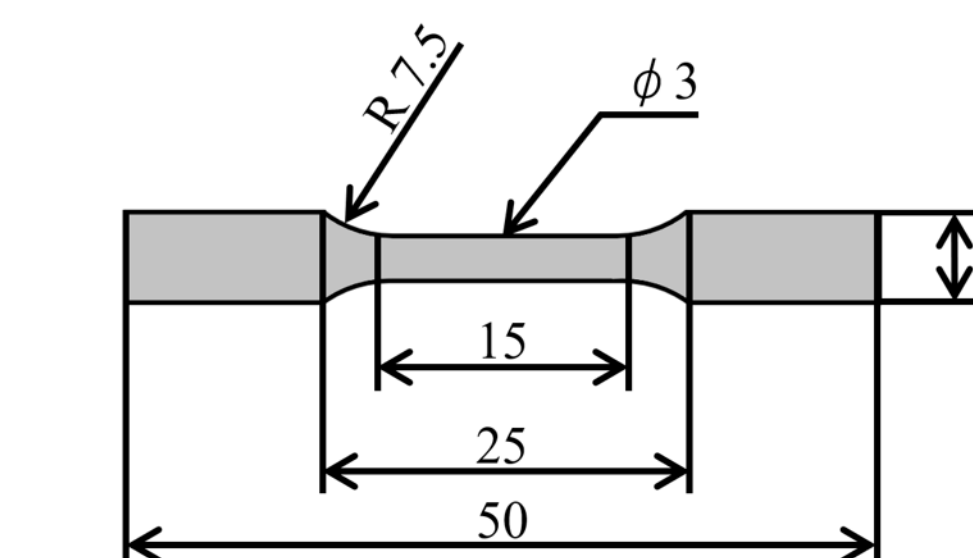
誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)により測定 試料提供：株式会社マクルウ

ECAP加工方向
30μm

・ECAP材において粒径の異なる結晶粒が混在
・ECAP加工速度が小さくなる(加工時間が長くなる)ほど比較的微細な結晶粒の粒径が大きくなる

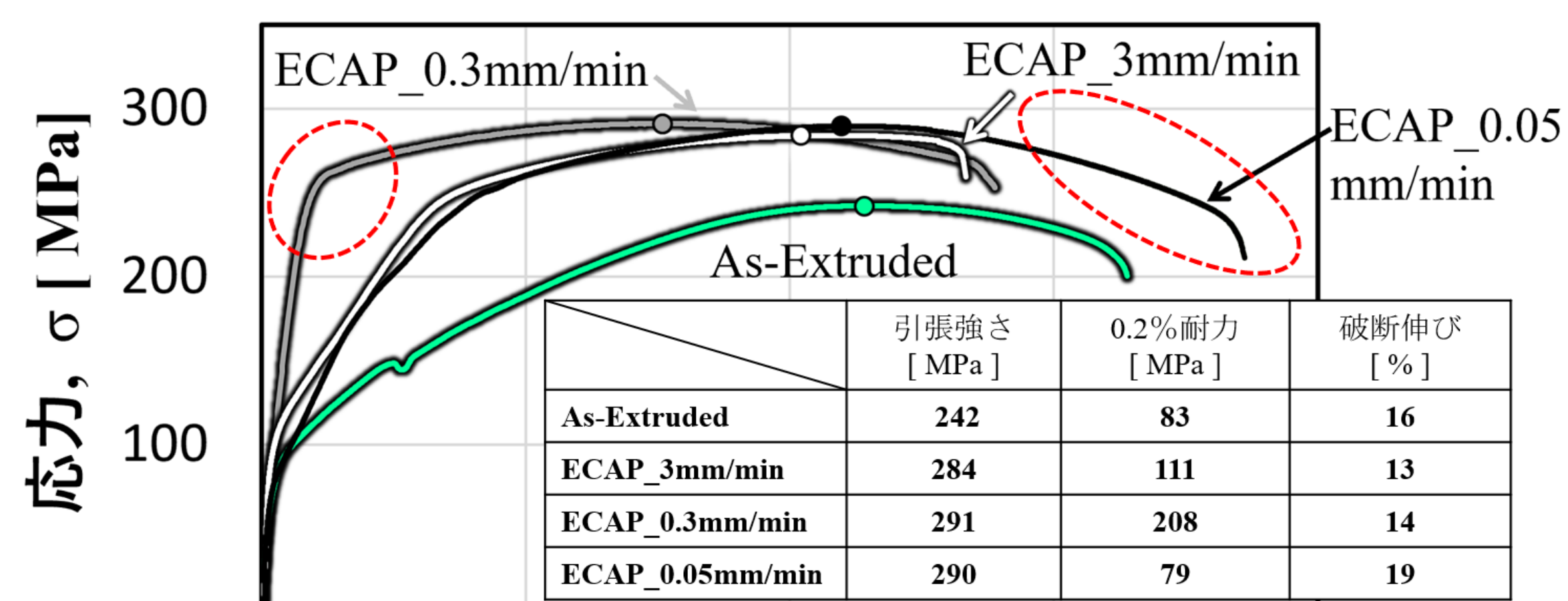
1μm
程度ECAP加工方向
10μm5μm
程度乾式研磨
バフ研磨

引張試験



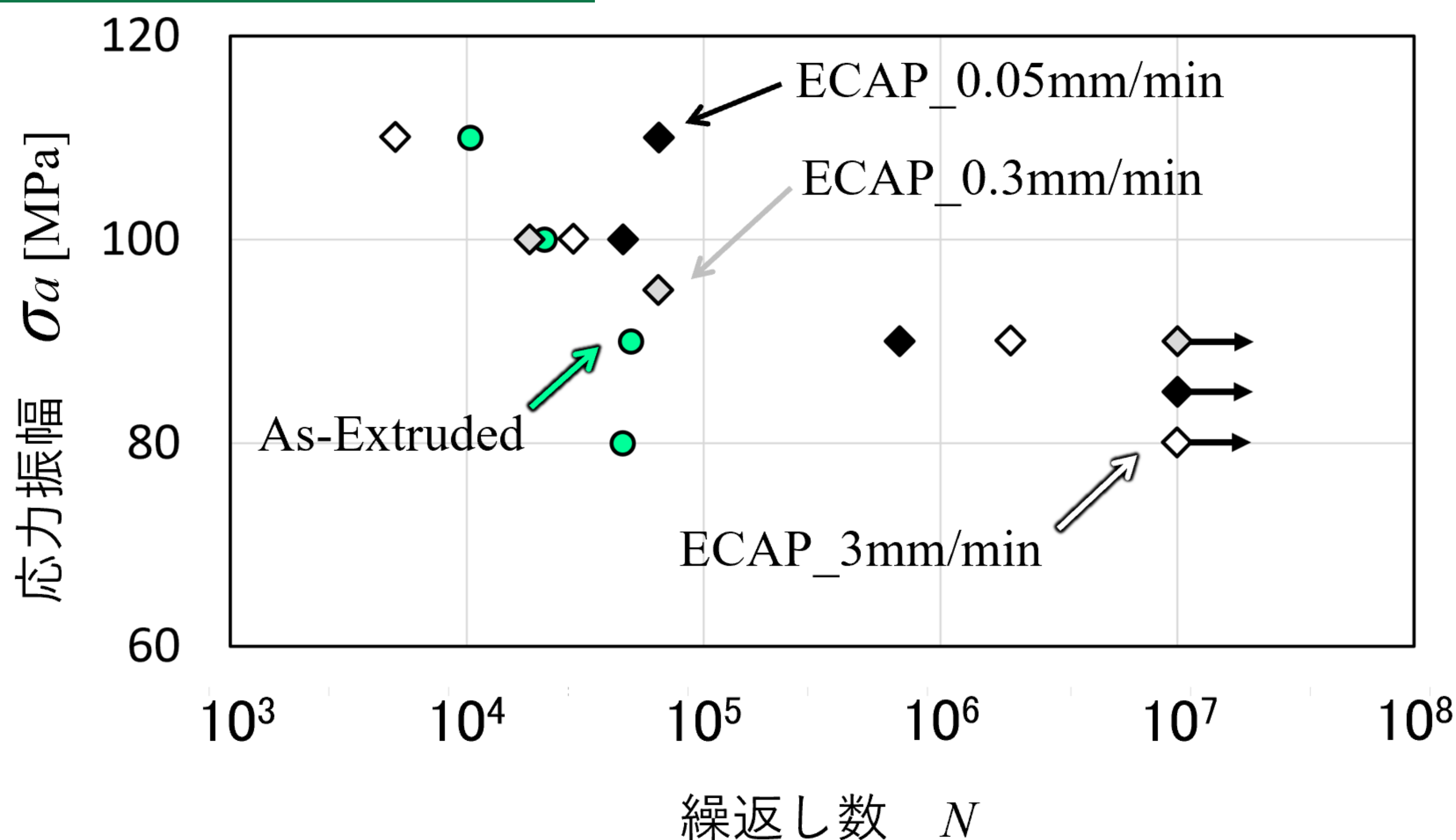
疲労試験

疲労試験条件
応力拡大係数比 (R = $\sigma_{min}/\sigma_{max}$) : 0.1
周波数: 30 Hz
環境: 実験室大気(温度25℃)

引張-引張
 $\sigma_a = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}$ 

As-Extruded材に対して、ECAP加工することで引張特性が向上
・ECAP_3mm/min : 引張強さ、0.2%耐力
・ECAP_0.3mm/min : 引張強さ、0.2%耐力(大幅)
・ECAP_0.05mm/min : 引張強さ、破断伸び(破断直前の挙動)

実験結果および考察



引張試験

As-Extruded材に対して、ECAP加工することで引張特性が向上することが確認された

疲労試験

ECAP_0.05mm/min材は全応力振幅範囲で最も繰返し数が大きく総合的に疲労特性優れる傾向
ECAP加工することで応力振幅 $\sigma_a = 85$ [MPa]程度の疲労限を付与できる可能性がある (ECAP_0.3mm/min材は90 [MPa]でも10⁷回の繰返し数で破断しなかった)

ECAP_0.05mm/min材は全応力振幅範囲で最も繰返し数が大きく総合的に疲労特性優れる傾向
ECAP加工することで応力振幅 $\sigma_a = 85 \sim 90$ [MPa]程度の疲労限を付与できる可能性がある
ECAP_0.3mm/min材のみ応力振幅 $\sigma_a = 90$ [MPa]でも10⁷回の繰返し疲労負荷を与えても破断しない(0.2%耐力が大幅に向上)