

アルミニウム合金の減圧凝固試験における ポロシティ発生形態

地方独立行政法人 岩手県工業技術センター
素形材プロセス技術部 岩清水 康二



● 鋳造用アルミニウム合金

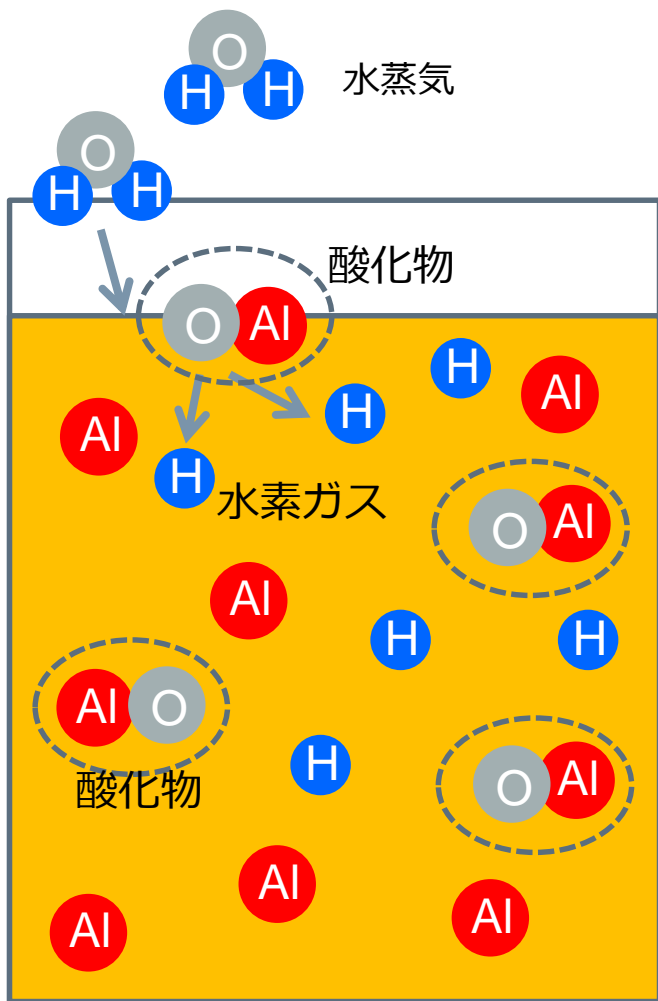
- ・立体複雑形状の製品が可能
 - ・密度が低い（鉄7.8、銅8.9、アルミ2.7）
 - ・鋳鉄、銅と比較して比強度が高い
- 自動車、産業機械、医療機器部品、船舶部品で需要が拡大

鋳造品の内部欠陥は、耐圧不良、強度不足、外観不良を引き起こす。

（原因）

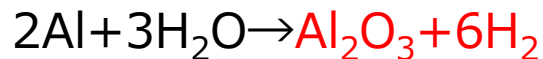
→合金中の不純物元素や溶解中に生成する酸化物および溶解中に吸収したガス

● 溶解中の溶湯イメージと不良例

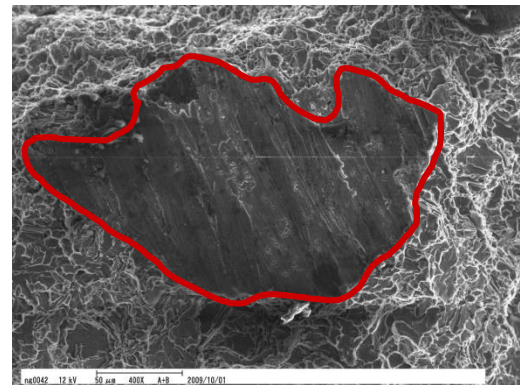
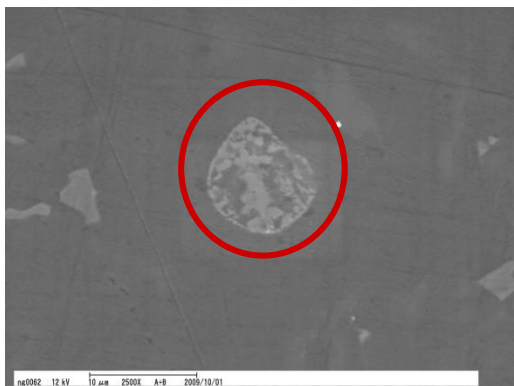


アルミニウム合金溶湯のイメージ図

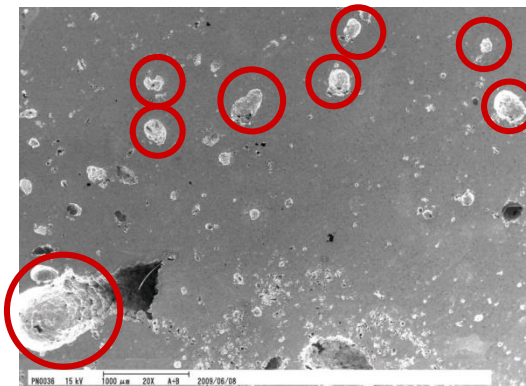
→溶湯近傍の水分がAlと反応し水素ガスが溶湯に溶け込む



● 介在物による不良例



● ポロシティによる不良例



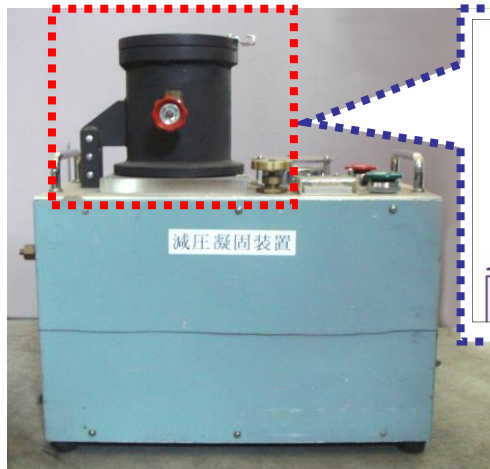
→不良抑制には、適切な溶湯清浄化処理と溶湯中の介在物量、ガス量を評価する溶湯品質評価が必要である。

減圧凝固法

炉前で溶湯中のガス量を簡易評価する方法

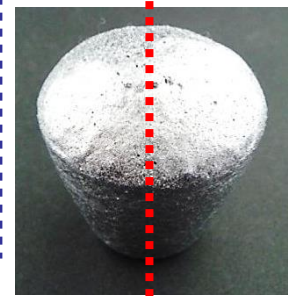


溶湯採取
カップで
溶湯80g
を採取



試験時間：5分

中央で切断



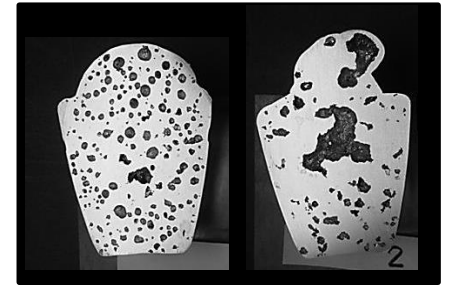
凝固試料



ポロシティ(気泡)

※介在物、ガスが少ない溶湯で調査

合金	純Al	AC4C	AC4A	ADC12	AC7A
	Al-0%Si	Al-5%Si	Al-10%Si	Al-12%Si	Al-5%Mg



同じ炉から採取した溶湯

合金の種類や採取条件、溶湯清浄度が試験結果に影響を及ぼす

更なる活用には、評価精度を向上させることで信頼性が向上

アルミニウム合金中のSi量がポロシティ発生形態に及ぼす影響

背景：アルミニウム合金ADC12及びAC4CH は、広く使用されているが、減圧凝固試験後のポロシティ発生形態が大きく異なることから、鋳造現場において評価が困難である。

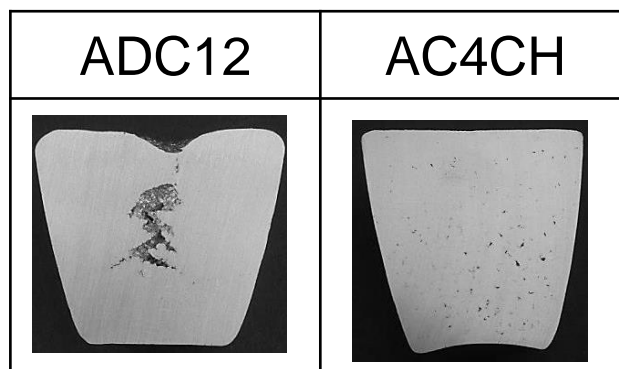
目的：ガス量や介在物量及び組織中のSi量がポロシティ発生形態に及ぼす影響を調べる。

溶解した合金の成分

(%)

材質	Si	Cu	Fe	Mg	Zn	Mn	Ti	Al
ADC12	10.85	2.47	0.69	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	rem.
AC4CH	7.05	<0.01	0.10	0.41	<0.01	<0.01	0.17	rem.

(発光分光分析法による)



※介在物、ガスが少ない溶湯で調査

実験方法：組成の異なる合金中の介在物量、ガス量を変化させた溶湯で減圧凝固試験、Kモード試験結果について検討する。

溶解条件：#10ルツボに2.5kg、抵抗電気炉溶解

溶解試験片採取温度：ADC12→680℃、AC4CH→720℃

採取した試験片：減圧凝固試験片（5.3kPa）→見掛密度測定、断面観察、画像解析によるポロシティ測定

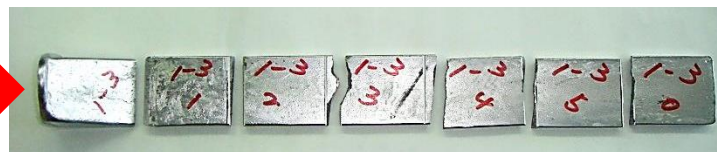
ランズレー鑄型→水素定量

Kモード試験片（介在物測定法）→K値測定

Kモード法とは



Kモード鑄型に溶湯を流す



ハンマ等で破断後、破断面を観察し、介在物数を測定

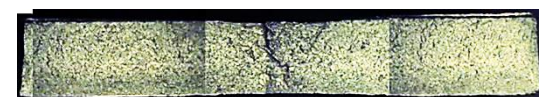
目視観察により介在物数を確認しK値を測定し、材質の判定を行う。

K値 = S/n (K値が高いと介在物が多い)

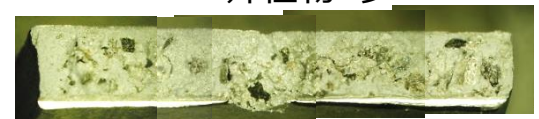
K：1小片に認められる介在物数 (ヶ/片)

S：nヶの小片に認められた介在物数の合計 (ヶ)

n：観察した小片の数 (片)



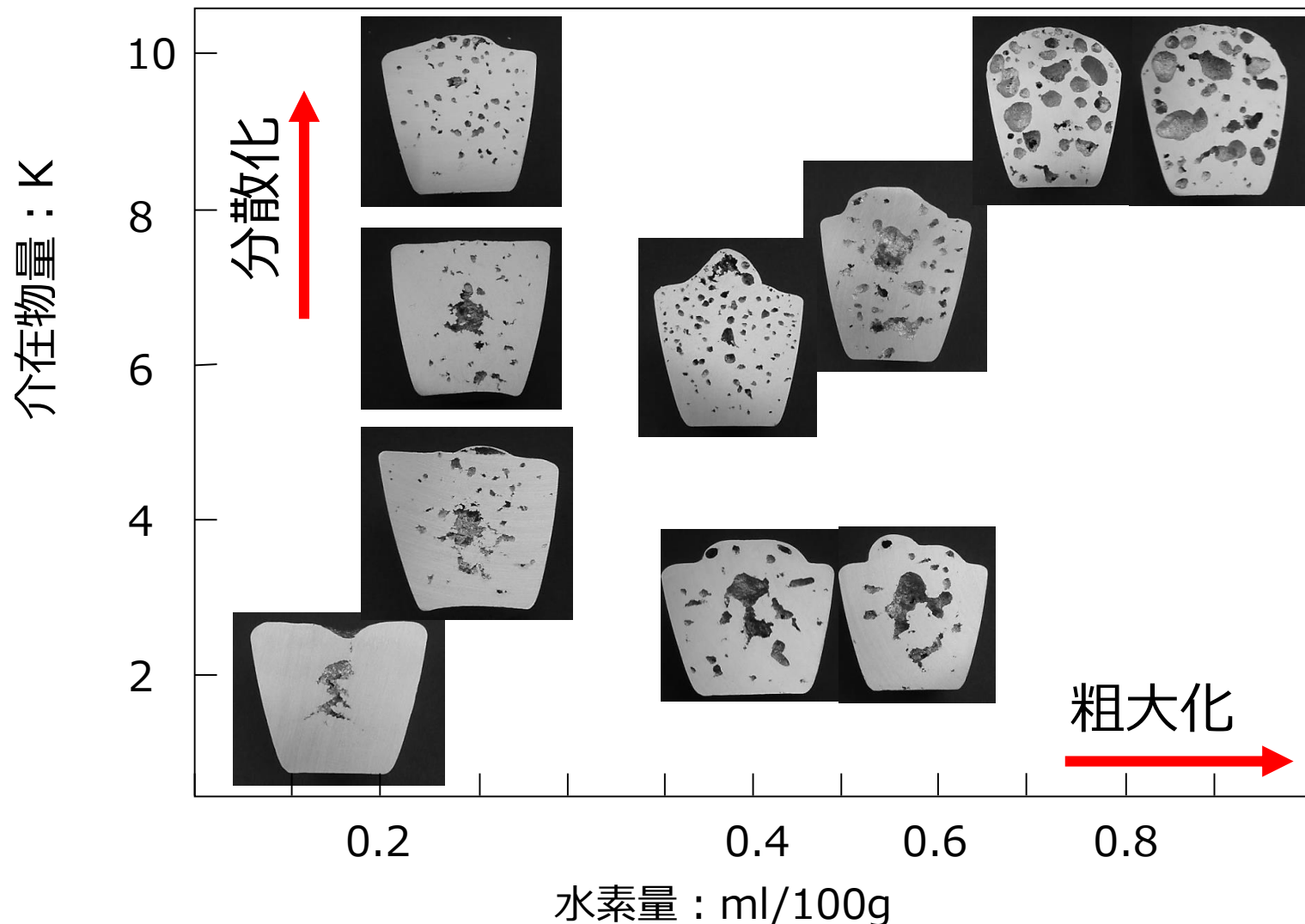
介在物 少



介在物 多

ADC12による実験結果

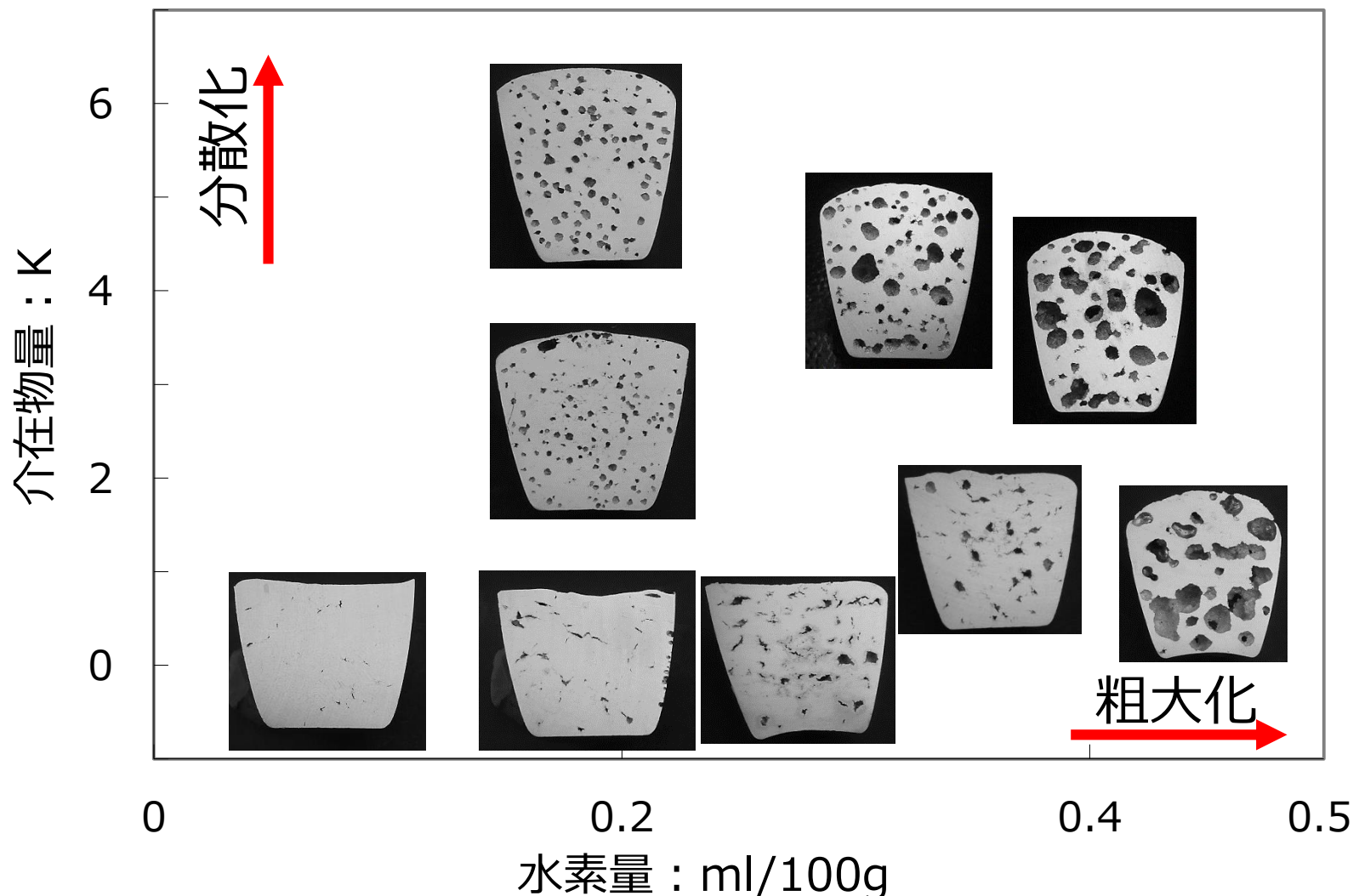
ADC12におけるポロシティの代表的な発生形態



→ガス、介在物が少ない溶湯の試験片中央に引け巣が発生






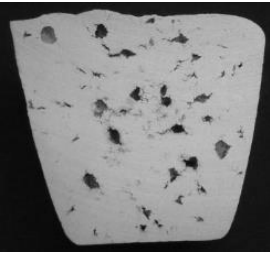
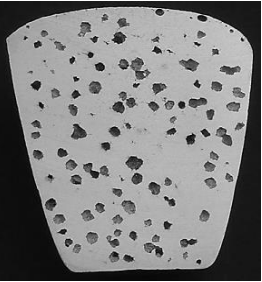

AC4CHによる実験結果

AC4CHにおけるポロシティの代表的な発生形態



→ガス、介在物が少ない溶湯の試験片断面に微細なポロシティが分散発生

各合金におけるポロシティ発生形態の特徴

溶湯品質	清浄（ガス、介在物が少）	ガスのみ多	介在物のみ多	ガス、介在物どちらも多
ADC12				
	内部中央に引け巣	内部中央に粗大なポロシティが発生	ポロシティが分散化する	粗大なポロシティが分散発生
AC4CH				
	微細な引け巣が分散発生	分散したポロシティがやや粗大化	ポロシティが分散化する	粗大なポロシティが分散発生

ポロシティ発生形態に違いあり

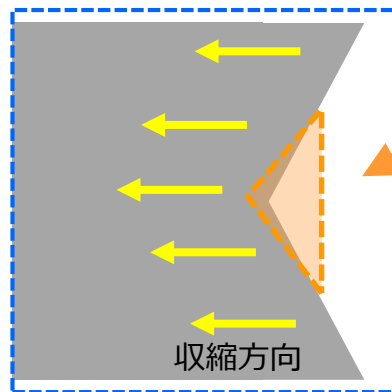
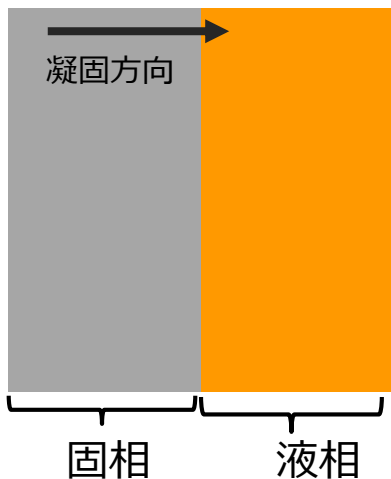
同様の傾向

→合金の凝固形態が影響

合金の凝固形態→スキンフォーメーション型、マツシイ型

■スキンフォーメーション型（表皮形成型凝固）→固相と液相間隔がない

ADC12

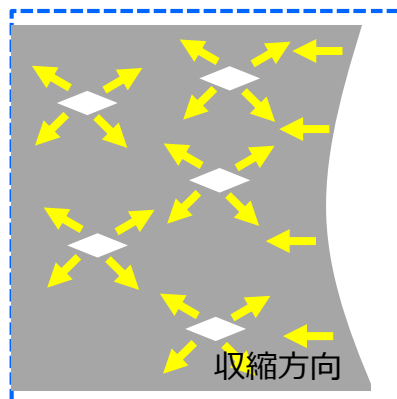
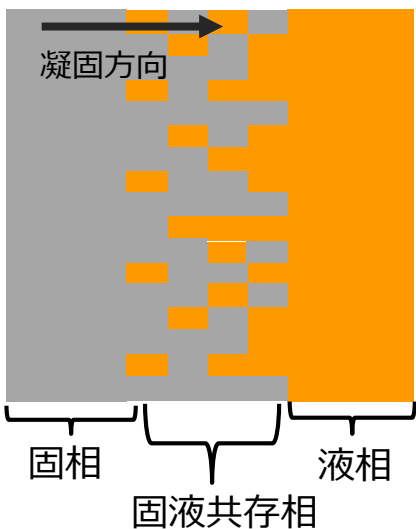


最終凝固部が大きく引ける

凝固収縮が全体で発生

■マツシイ型（粥状凝固）→固相と液相間隔が広く固液共存相を有する

AC4CH



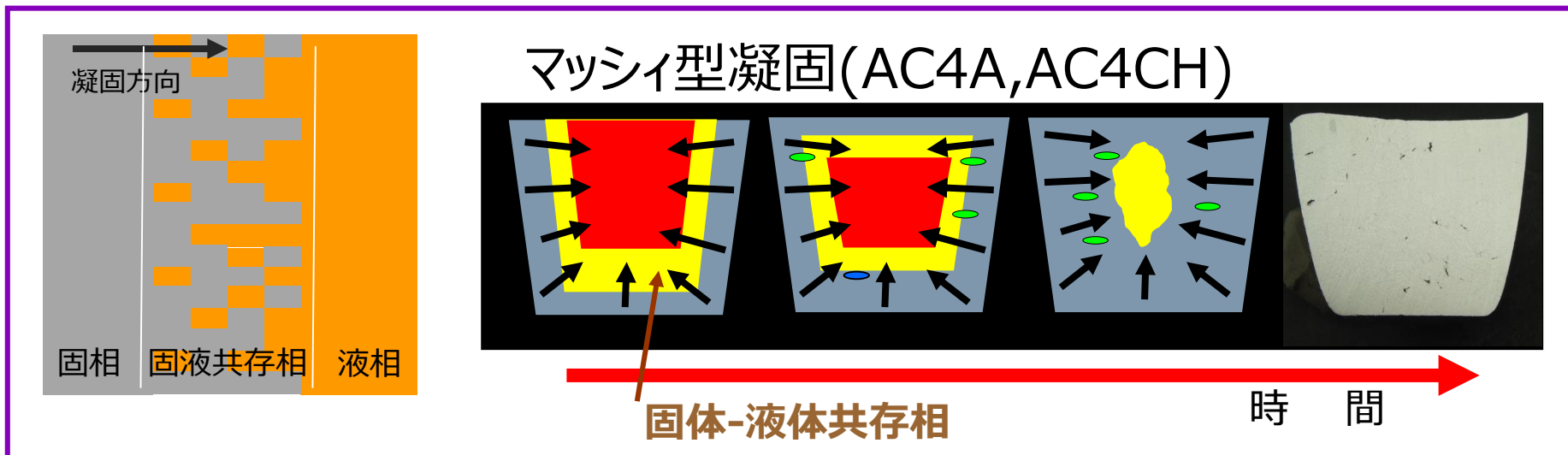
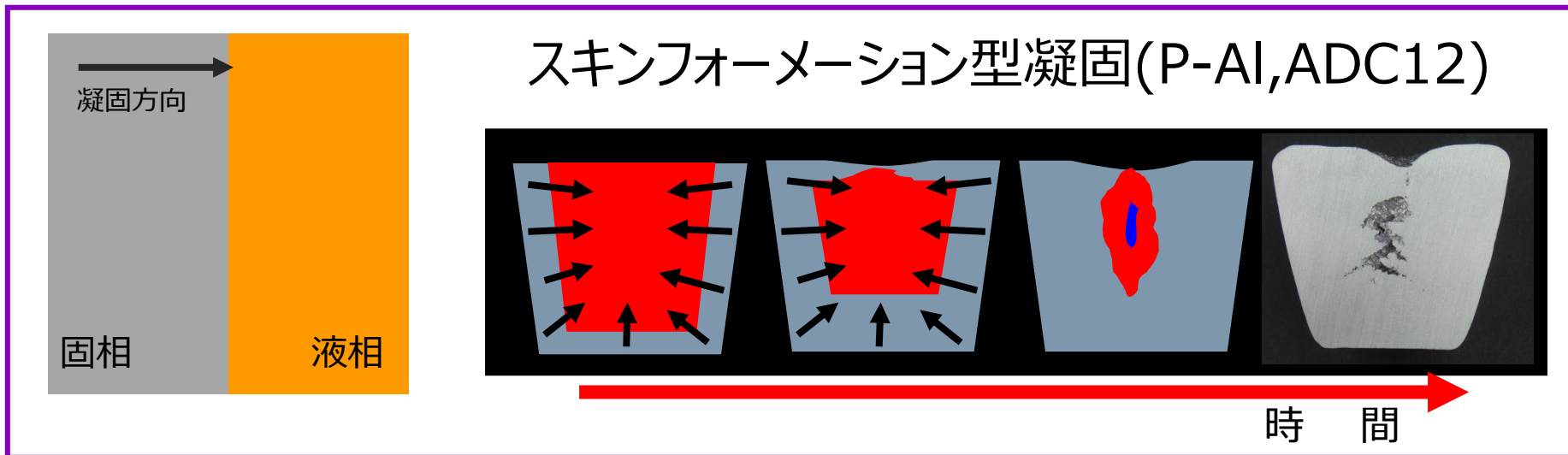
表面が面引けし、内部が部分的に引けが分散発生→固液共存相が引けに影響を及ぼすと考えられる

凝固収縮が部分的にも発生

→凝固形態が変わると凝固時の収縮に違いがある

清浄（ガス、介在物が少）な溶湯

■ 固相 ■ 固液共存相 ■ 液相



固相中の水素溶解度は低い→凝固時に固相から液相へ

ガスのみ多い溶湯

■ 固相 ■ 固液共存相 ■ 液相 ○ ガス

スキンフォーメーション型凝固(P-Al, ADC12)

凝固方向

固相 液相

時間

マツシイ型凝固(AC4A, AC4C)

凝固方向

固相 固液共存相 液相

時間

固体-液体共存相

溶湯評価のまとめ

溶湯中のSi量は、合金の凝固形態を変化させ、減圧凝固試験のポロシティ発生形態に影響を及ぼすことが分かった。

ADC12（凝固形態：スキnfォーメーション型）

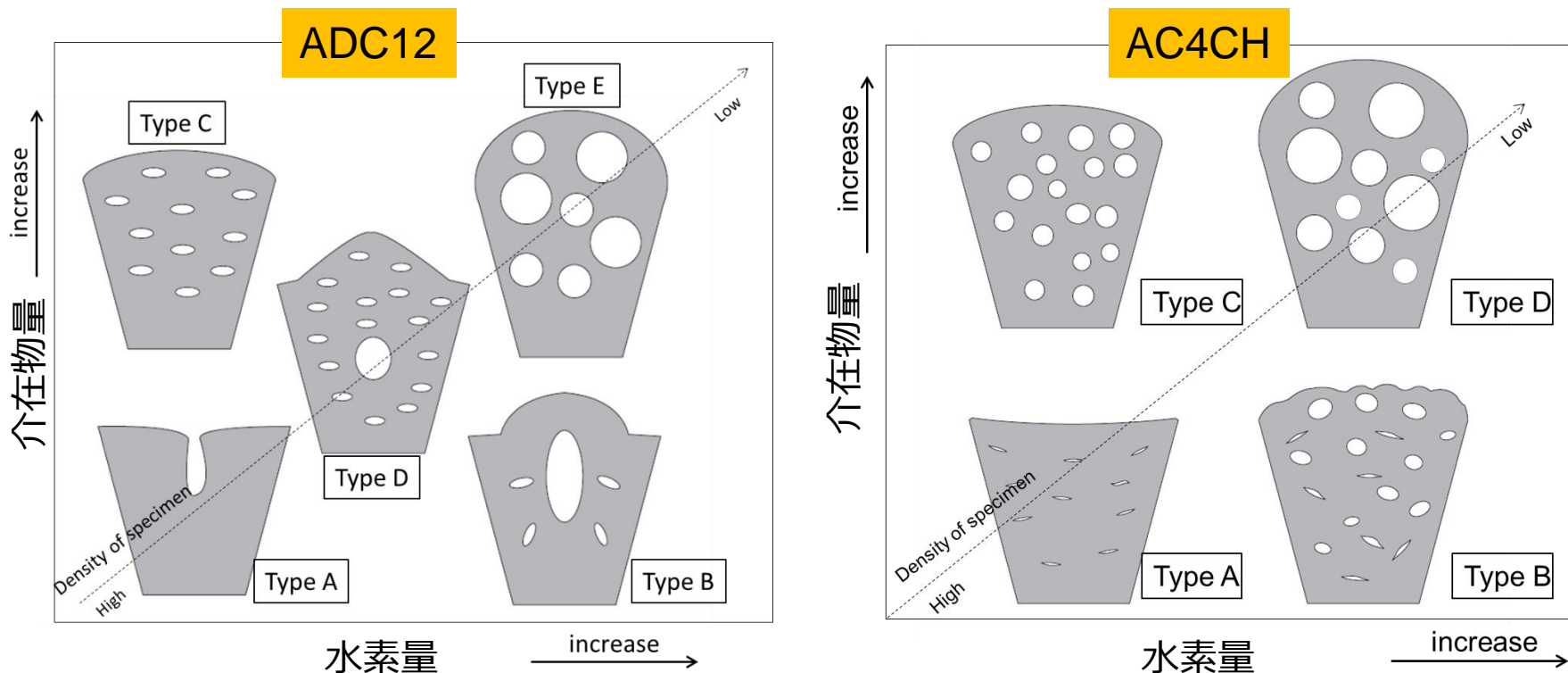
- ・清浄な溶湯は、試験片内部中央には、引け巣が発生した。
- ・ガス量の多い溶湯は、内部中央に粗大なポロシティが発生した。

AC4CH（凝固形態：マツシイ型）

- ・清浄な溶湯は、試験片内部に微細なポロシティが分散発生した。
- ・ガス量が多い溶湯は、内部にやや粗大なポロシティが分散発生した。

今後の展開

ADC12とAC4CHの減圧凝固試験におけるポロシティ発生形態モデル図



- ・ 減圧凝固法による評価は、合金の組成により発生形態が異なるため、それぞれの指標を基に評価する。
- ・ 溶解中の溶湯品質を評価することで、鋳造品の溶湯が起因となる不良を未然に防止できる。

溶湯品質評価による溶湯管理を行うことで不良の低減と品質の安定化を図る。