

レーザー加工時の計算科学シミュレーションと加工条件の導出

2015年 8月 26日

村松 壽晴

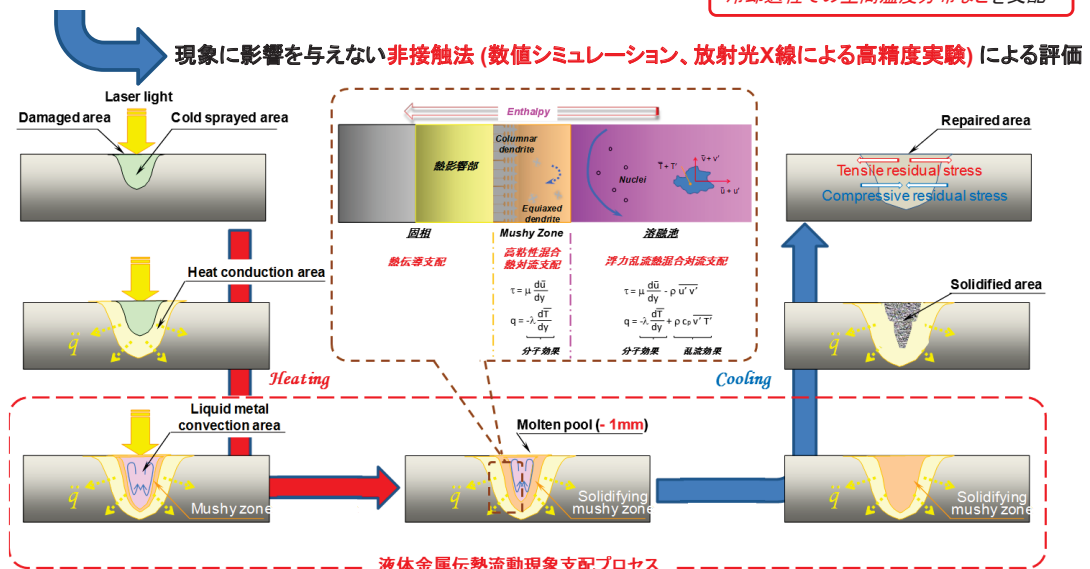
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
 敦賀事業本部 レーザー共同研究所



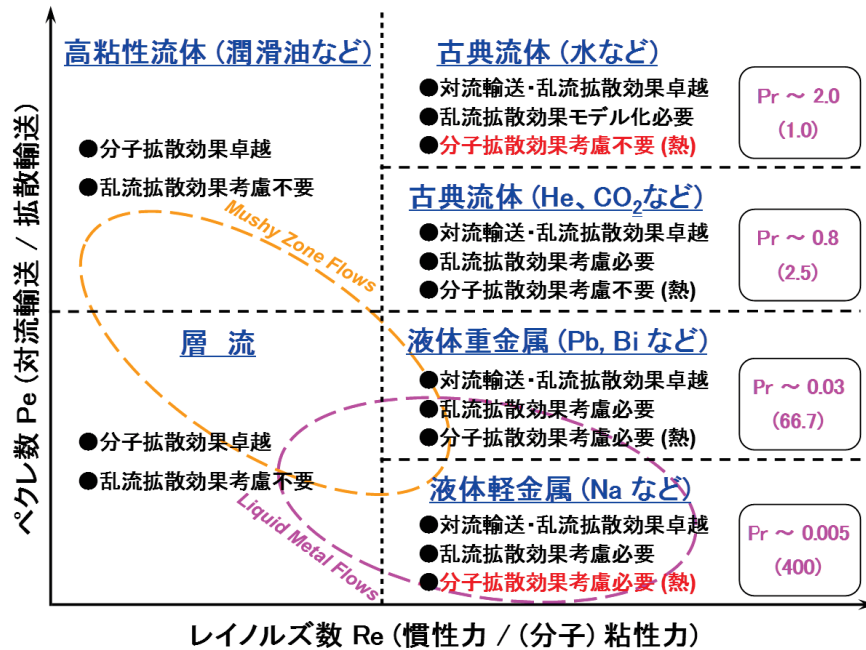
レーザー加工プロセスと主要伝熱流動現象 ～溶接加工を例として～

- ✓レーザー光－物質相互作用を通じた入熱
- ✓低プラントル流体としての液体金属伝熱流動現象 (直径数mm程度の溶融池)
- ✓半溶融帯 (Mushy zone) を通した溶融金属－固体材料間の熱的機械的相互作用
- ✓金属結晶化および残留応力生成

冷却過程での空間温度分布などを支配



伝熱流動現象の分類と特徴



〔 プラントル数 Pr : (分子) 粘性力による運動量拡散 / (分子) 熱伝導によるエネルギー拡散 〕

SPLICE コードの主要目



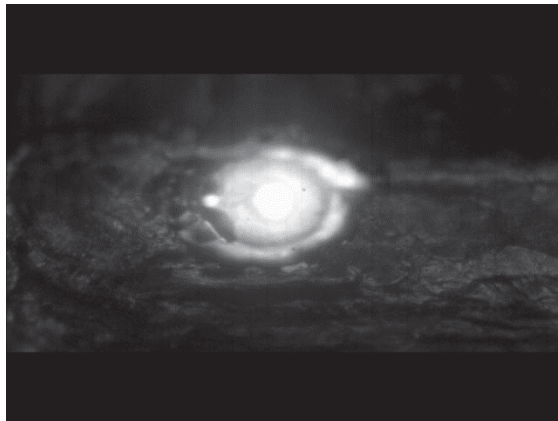
1. 基礎式 (気-液-固統一 非圧縮性粘性流体)
連続の式、運動量保存式、エネルギー保存式、界面移流方程式
2. 数学モデル
空間離散化 : FDM (staggered)
時間積分 : 2nd order Runge-Kutta 法
対流項近似 : 5th order WENO 法
圧力解法 : AMG-BiCGstab 法
3. 物理モデル
相変化 : 温度回復法
界面追跡 : THINC / WLIC 法 + Level Set 法
自由界面 : 表面張力 / マランゴニ効果
固相表現 : 埋め込み境界法
入熱近似 : ガウス分布 (平面)、
ランベルト-ベール則 (軸方向)

SPLICE (residual *S*tress control using *P*henomenological modeling for *L*aser welding repair process *I*n *C*omputational *E*nvironment)

ビードオンプレート溶接プロセスの計算科学シミュレーション

レーザー出力 : 160 W
ビーム径 : 0.6 mm
スウィープ速度 : 5 mm/s
母材 : 炭素鋼 (SS400)

2 mm



(a) 高速カメラ映像

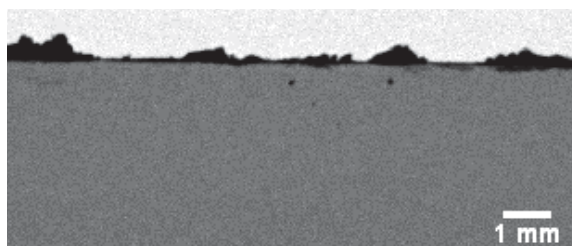


(b) SPLICE コード解析結果

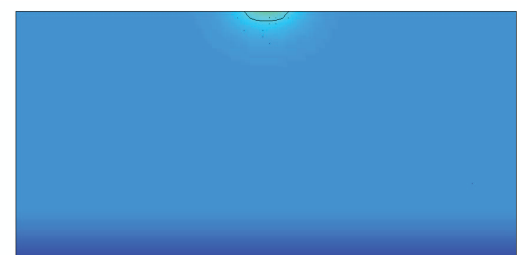


固定熱源による溶融池生成プロセスの計算科学シミュレーション

レーザー出力 : 300 W
ビーム径 : 0.8 mm
母材 : アルミニウム
(トレーサ粒子 : 炭化タンタル)



(a) SPring-8 放射光X線による高速カメラ映像



0.2
802 925 1049 1172 1296 1419

(b) SPLICE コード解析結果

