研究タイトル：

電磁熱対流の数値解析に関する研究

氏名：	益田 卓哉／MASUDA Takuya	E-mail：	masuda@yonago-k.ac.jp
職名：	講師	学位：	博士（工学）

所属学会・協会：	日本機械学会，日本流体力学会，日本伝熱学会
キーワード：	数値流体力学（CFD），自然対流，電磁流体力学（MHD），直接数値計算（DNS），OpenFOAM
技術相談 提供可能技術：	・高次精度差分スキームによる電磁熱対流の直接数値シミュレーション ・フリーライセンスの OpenFOAM を用いた熱輸送と流れの数値解析 ・GPGPU を活用した流れの大規模数値シミュレーション

研究内容：液体金属自然対流の遷移機構の解明

液体金属の熱対流は，冶金工程，半導体単結晶の製造法，CPU の冷却材，惑星のダイナモ作用など，さまざまな高温環境下で見られます．その熱対流は浮力の増加に伴って振動する傾向がありますが，半導体単結晶を製造する場合，溶融金属の流れが振動すると大きな単結晶棒を作ることはできません．実際の製造工程では磁場を印加することで対流が振動することを防いでいますが，その加減は現状では経験則に頼らざるを得ません．

本研究の目的は，半導体単結晶製造プロセスのさらなる高精度化と高効率化のために，液体金属熱対流の遷移メカニズムを明らかにすることです．しかし，実際の製造工程で見られる対流では浮力と表面張力とが複合的に作用しているため，遷移メカニズムを解明することは困難です．そこで，本研究では容器内の温度差による浮力のみに起因する自然対流を研究対象としています．

図 1 は本研究における解析対象の模式図です．これまでに本解析対象に関して 3 次元数値シミュレーションを実施し，3 次元定常流から 3 次元振動流（図 2）への遷移が定常モードと振動モードという 2 種類の 3 次元撹乱成分により形成されることを明らかにしました．

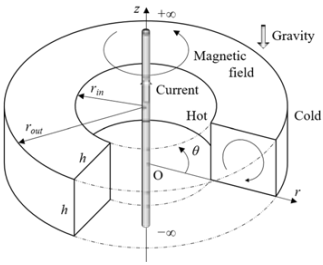

図 1　解析モデル

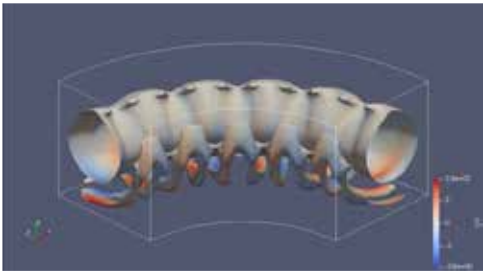

図 2　対流構造

担当科目	本科科目：工業熱力学，熱工学，エネルギー機械／専攻科科目：熱・物質移動論
近年の業績 （研究・教育論文、特許含む）	・Takuya Masuda, Toshio Tagawa, Transition of natural convection of liquid metal in an annular enclosure, Physics of Fluids, Vol.34, 024107 (2022). ・Takuya Masuda, Toshio Tagawa, Effect of asymmetry of channels on flows in parallel plates with a sudden expansion, Symmetry, Vol.13, 1857 (2021). ・Takuya Masuda, Toshio Tagawa, Linear stability analysis of three-dimensional natural convection at low Prandtl number in an annular enclosure in the presence of a toroidal magnetic field, AIP Advances, Vol.10, 125208 (2020).

提供可能な設備・機器：

名称・型番（メーカー）	
OpenFOAM（OpenFOAM Foundation, OpenCFD）	C++ AMP (Microsoft)