

平成25年度 傾斜的研究費（全学分） 研究報告書

【研究費区分】：⑤国際共同研究支援枠

【研究代表者所属】：理工学研究科 機械工学専攻

【研究代表者氏名】：真鍋 健一

【研究代表者氏名フリガナ】：マナベ ケンイチ

【研究代表者職】：教授

【国内研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・システムデザイン研究科、楊 明、教授
- ・理工学研究科、古島 剛、助教
- ・システムデザイン研究科、清水徹英、助教

【国外研究分担者（所属,氏名,職）】

- ・ Russian Academy of Science, Sergey ALEXANDROV, Research Professor
- ・ University of Wollongong, Zhengyi JIANG, Professor
- ・ Northeastern University, 張 自成, Associate Professor
- ・ University of Indonesia, Sugeng Supriade, Lecturer
- ・ Dublin City University, Bryan Mac Donald, Senior Lecturer

【研究課題名】：メゾ・マイクロメカニクスによる固体表界面の変形と破壊に関するスケール効果解明とその応用に関する国際共同研究

【研究実績の概要（600～800字程度で記入。図、グラフ等の使用も可。）】

本研究では基礎研究としてスケール効果に着目したマイクロ・メゾ領域における連続体表/界面の変形挙動と機構ならびに破壊挙動の解明を、またその応用研究として各種マイクロフォーミング技術への応用およびその設計法及び加工法の開発に取組み、スケール効果の観点で総合的にそれらの体系化を目指した。まず、塑性変形に伴う自由表面あれ進展挙動に関する研究では、金属箔の自由表面あれ進展に及ぼすスケール効果の因子となる結晶粒径の依存性を調べるため、単軸引張りにおける不均質モデルを用いた自由表面あれ挙動と破壊に及ぼす厚さに対する相対結晶粒径の影響について検討し、不均質モデルでそれら挙動を十分に予測でき、スケール効果の存在を示した。また工具面による接触圧下中の表面あれとその表界面の平滑化に伴う摩擦潤滑挙動に関しては、金属箔のマイクロ圧延で FEM と実験結果から FEM モデルの妥当性とそれをを用いた摩擦潤滑特性の予測の可能性を示した。また、マイクロ成形への応用としては、マイクロシートハイドロフォーミングを取り上げその装置開発からマイクロ対向液圧成形によるマイクロ円筒絞りに成功した。そのスケール効果が製品の微細化に伴う幾何学的厚肉化であるとして成形理論と数値解析からスケール効果の要因を明らかにした。またマイクロ絞り成形における表面あれ挙動に及ぼす結晶粒形状の影響をボロノイモデルで検討し、結晶粒径とは異なりその形状はあまり影響を及ぼさないことを示した。マイクロ対向液圧絞りではマクロ成形で実現困難であった超高压のフランジ周液圧付加が絞り限界を飛躍的に向上させ、超深絞りの可能性を示した。また、結晶粒微細化がマイクロ成形性向上に有効との知見から、金属管の新しい結晶粒微細化技術を開発しその可能性を示し

た。今後も基礎的研究成果からその応用としてのマイクロ成形技術の体系化を目指す計画である。

【学会発表（発表題目，発表大会名，年月を記入）】

- ・ Numerical modeling of size effect in micro hydromechanical deep drawing, Hideki Sato, Ken-ichi Manabe, Dongbin Wei and Zhengyi Jiang, Proc. of 9th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes (NUMISHEET 2014), pp.926-929, Melbourne, Australia (January 2014).
- ・ Size effects on free surface roughening and necking behavior of metal thin sheets using inhomogeneous finite element material model, T. Furushima K.MANABE and S. Alexandrov, Proc. of 9th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes (NUMISHEET 2014), pp.460-463 (January 2014).
- ・ The study on rolling deformation characterization in micro rolling for ultra-thin strip, H.B. Xie, K. Manabe, T. Furushima and Z.Y. Jiang, Proc. of 9th International Conference and Workshop on Numerical Simulation of 3D Sheet Metal Forming Processes (NUMISHEET 2014), pp. 888-891, Melbourne, Australia (January 2014).
- ・ Analysis of Axisymmetric Cup Forming of Metal Foil and Micro Hydroforming Process, Sato, H., Manabe, K., Wei, D., Jiang, Z., Proc. of the ASME 2013 International Mechanical Engineering Congress & Exposition, IMECE2013-64355, San Diego, USA. (November 2013).

【論文発表又は著書発行（発表題目，著者，発表誌又は出版社，年月を記入）】

- ・ サーボ式マイクロ対向液圧深絞り装置の開発とマイクロ円筒カップ成形実験，佐藤 英樹，真鍋 健一，伊藤 國吉， Dongbin WEI, Zhengyi JIANG, 日本塑性加工学会誌(塑性と加工)、55-636(2014),pp.44-49
- ・ Ductile fracture and free surface roughening behaviors of pure copper foils for micro/meso-scale forming, Tsuyoshi Furushima, Hitomi Tsunozaki, Ken-ichi Manabe, Sergei Alexsandrov, *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 76, pp. 34-48 (January 2014)
- ・ Formulation of Equivalent Plastic Strain Accumulated in Rotating Bending Process of Metal Tubes for Severe Plastic Deformation, Zicheng Zhang, Ken-ichi Manabe, Tsuyoshi Furushima, Kazuo Tada, *Advanced Materials Research* Vols. 887-888 (2014) pp. 907-911.
- ・ 金属箔材のマイクロフォーミングー圧延箔材の材料特性とマイクロ深絞り成形性ー，清水徹英，楊明，真鍋健一，日本塑性加工学会誌(塑性と加工)、55-636(2014),pp.3-8
- ・ Fabrication of noncircular multicore microtubes by superplastic dieless drawing process, Tsuyoshi Furushima, Atsushi Shirasaki, Ken-ichi Manabe, *Journal of Materials Processing Technology* 214, Issue 1 (2014) pp.29–35
- ・ Plastic anisotropy of ultra-thin rolled phosphor bronze foils and its thickness strain evolution in micro-deep drawing, Tetsuhide Shimizu, Masahiro Ogawa, Ming Yang, Ken-ichi Manabe, *Materials and Design*, 56(2014) pp.604-612.
- ・ Formulation of Equivalent Plastic Strain Accumulated in Rotating Bending Process of Metal Tubes for Severe Plastic Deformation, Zicheng Zhang, Ken-ichi Manabe, Tsuyoshi Furushima, Kazuo Tada, *Advanced Materials Research* Vols. 887-888 (2014) pp 907-911

【科学研究費補助金への応募状況，採択状況】

新規申請分

- ・ H26 年度挑戦的萌芽研究に応募し、採択（2年間）
- ・ H26 年度基盤研究Bに応募し、不採択
- ・ H26 年度特別研究員奨励費(外国人) 採択

【国等の提案公募型研究費，企業からの受託研究費・共同研究費の獲得状況】

- ・ 日本学術振興会 H26 年度二国間交流事業共同研究(ロシアとの共同研究)に申請し、採択（2年間）

【その他社会貢献】

【公的審議会・委員会等の公的貢献，生涯学習支援・普及啓発，国際貢献・国際交流等】

- ・ なし

【研究成果による特許等の工業所有権の出願・取得状況】

（工業所有権の名称，発明者，権利者，工業所有権の種類・番号，出願年月日，取得年月日）

- ・ なし

【研究分担額】

(研究代表者・分担者名,所属,金額(円))

- ・研究分担額なし