

木工製品の持続可能性とそのデジタル化に関する研究

北見工業大学 ○藪島 雪人、裡 しゃりふ、久保 明彦

要旨

本研究は、木工製品の観点から SDGs の Goal 9（産業と技術革新の基盤を作ろう）を扱っている。これを実現するには、デジタル製造システムが従来の開発プロセスに取って代わる必要があり、この可能性は「オケクラフト」というブランド木工製品を使用したリバースエンジニアリングと3Dプリンティングを使用して調査する。前述したもので木工製品の開発改善ができることが分かっているが、克服しなければならない設計と製造の課題がいくつかある。

1. はじめに

近年、持続可能性の実現のために国連が設定した持続可能な開発目標（SDGs）¹⁾の導入が求められている。持続可能な開発目標（SDGs）は17個あり、その中でSDG8「働きがいも経済成長も」、SDG9「産業と技術革新の基盤を作ろう」、SDG11「住み続けられる街づくりを」およびSDG12「つくる責任つかう責任」は生産に深い関わりを持つ。特に、SDG9について国を挙げて様々な取り組みが行われている。そういった取り組みの中では製造工程のデジタル化が重要視される。ただ、製造工程のデジタル化を行う上では様々な技術的な問題が発生するので、こういった問題の解決に向けて様々な研究が行われている。

なお、SDG9の影響は木工業界にもみられる。図1は既存工程及び新工程を示している。

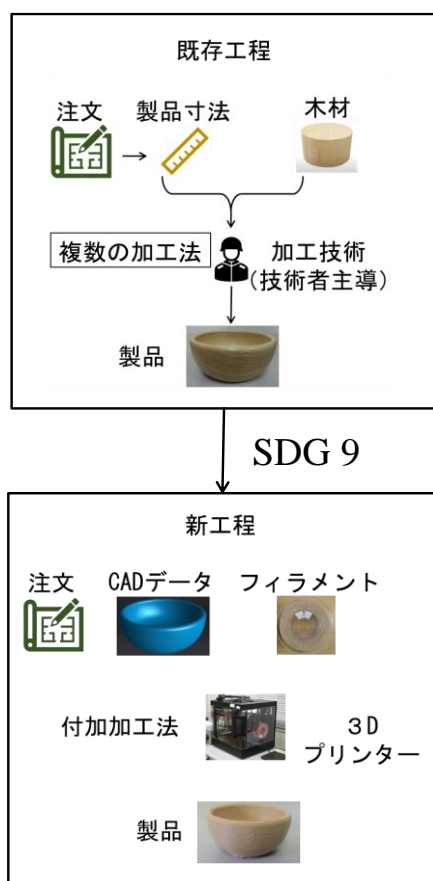


図1 新工程及び既存工程の流れ

図1の上側より従来の木工製造工程は、注文を受けてから製品の寸法や使用する木材を決め、人間主導で除去加工

により製品を完成させる。また、SDG9を踏まえて新技術を導入した新木工製造工程は、注文からCADデータを作成し、特殊なフィラメントを使用して製造を行う。製造は図にあるように3Dプリンターを用いて行う。つまり、機械主導の付加加工により製品を完成させる。この新木工製造工程を導入することで、廃材の減少や製造技術の簡易化が期待出来る。よって、SDGsの中のGoal9をクリアする事が出来ると考えられる。しかし、上記で説明した木工製品の新工程を実現するためにはいくつかの課題がある。その課題としては、より木に近く製造ミスの発生しにくい木質フィラメントの作成²⁾をしなければならない点や、注文からCADデータを作成するためのシステムの構築をしなければならない点、より滑らかに製造し木目を表現するGコードの作成手法の考案をしなければならない点の3点が挙げられる。また、3Dプリンターを用いた木工製品の製造に関してはまだまだ新境地のため、どのような問題があるのかが明らかになっていない事が多くある。そのため本研究では、3Dプリンターを用いた製造の技術的問題を明らかにすることを目的とした実験を行う。

2. 方法論

本研究では3Dプリンターを用いた製造の技術的問題を明らかにするため、図2のような実験工程で実験を行いました。

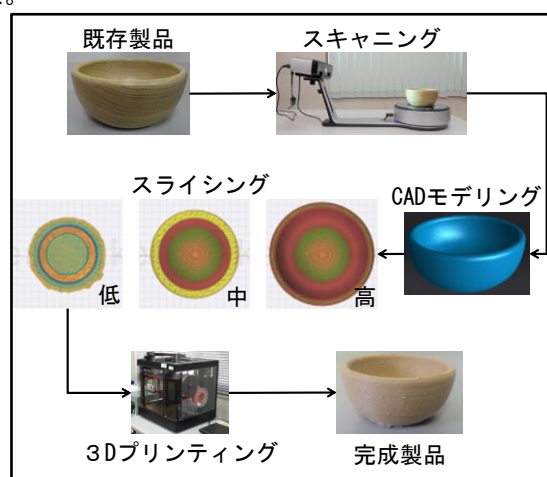





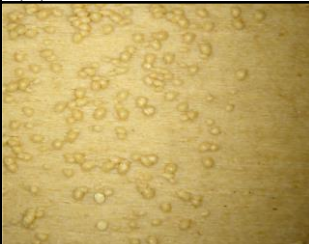


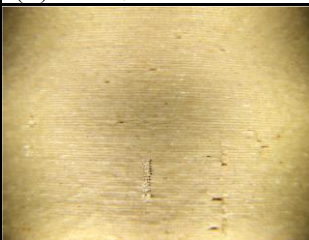
図2 実験工程

本実験では、図2にあるように既存品をスキャンすることでSTLデータを入手し、そのデータをスライシングする。それによりGコードを作成することが出来る。よって、3Dプリンティングが可能になり、作業を行うことで製品を作成するという製造工程になっている。本研究では、以上の手法から異なる形状の複数の製品を作製し、持続可能性について評価する。よって、3Dプリンターを用いた製造の技術的問題はどのようなものかを明らかにする。

3. 結果

本実験で製造したもの及び基になった製品を下の表 1 に示す。また、表 1 の詳細についてこれより記す。(A)は既存の茶碗の画像であり、(B)はその茶碗の表面の拡大画像である。次に、(C)は前述している茶碗を基に作製した茶碗の画像であり、(D)はその茶碗の表面の拡大画像である。次に、(E)は既存の御猪口の画像であり、(F)はその御猪口の表面の拡大画像である。最後に、(G)は前述している御猪口を基に作製した御猪口の画像であり、(H)はその御猪口の表面の拡大画像である。

表 1 既存品と製造品の比較

(A) 茶碗 (既存品)	(B) A の表面
	
(C) 茶碗 (製造品)	(D) C の表面
	
(E) 御猪口 (既存品)	(F) E の表面
	
(G) 御猪口 (製造品)	(H) G の表面
	

上記の表 1 から分かるように、(E)のような複雑な形状をした御猪口を基に(G)の御猪口を作製した。この事より、3D プリンターを用いた木工品の製造において、複雑形状の造形は柔軟に対応出来ると言える。しかし、(B)と(D)、(F)と(H)を比較すると分かるように、(B)や(F)といった既存品の表面は凹凸も無くとても滑らかなが、(D)や(H)といった製造品の表面には凹凸が確認出来る。これより、3D プリンターを用いた木工品の製造には表面造形の粗さといった問題点があることが明らかになった。他にも表面問題として、木工製品の同一性である木目が3D プリンターを用いた木工品の製造には確認できない事が分かった。また、表 1 からは分からないが、3D プリンターを用いて製造を行うと中身が空洞なため、既存品と重心位置が異なる可能性がある。以上のことをまとめると、3D プリンターを用いた木

工品の製造の特徴として、複雑形状の造形は柔軟に対応出来るが、表面造形の粗さや木目の有無といった表面的問題を多く抱えている。また、重心位置が異なる可能性がある。

次に持続可能性の評価を行う。持続可能性は材料効率、エネルギー効率、製品効率、システム効率の4つの効率^{3, 4)}で評価することが出来る。それを踏まえたうえで、本研究では効率毎にいくつかの評価項目を設け行った。

材料効率は材料の無駄、コスト、環境影響で評価を行う。その結果、無駄に関しては新工程の方が付加加工で行っているため廃材が少なく無駄が少ない。コストに関しては既存工程の方が木を使っているため低コスト。環境影響に関しては既存工程の方が材料を木材としているので環境に与える影響が小さい⁵⁾。

エネルギー効率は加工時間、加工工程に発生する消費エネルギーの2項目で評価を行う。その結果、加工時間に関しては既存工程の方が短時間で製造できるため効率が良い。加工工程で発生する消費エネルギーに関しては不明なため評価不可。

製品効率は消費者の使用満足度の1項目で評価を行う。また、満足度に関しては手触り、値段、耐久性の3項目で評価します。その結果、手触りに関してはつるつるである既存システムの方が高評価。値段に関しては新システムが不明なため評価不可。耐久性に関しても不明なため評価不可。

システム効率は人材育成の難度、機械維持コストで評価を行う。その結果、人材育成に関しては新システムの方が短期間なため効率が良い。機械維持に関してはどちらも不明なため評価不可。

4. 今後の方針

本研究により、3D プリンターを用いた木工品の製造における特徴が明らかとなった。その中でも表面造形の課題解決が大切であると考えられ、その解決策として今後はスライシングを行う際の詳細設定の変更、材料や機材の見直しをすべきだと考えられる。

5. 結論

持続可能性の評価を見ると分かるように材料の無駄の少なさや人材育成の容易さにおいては新システムが長けているが、他の項目については既存システムの方が長けていると判断出来る。これより、現段階での新システムの導入は現実的ではないが、今後の3D プリンター産業の発展によって改善できる点は多くあるため、伸びしろは十分にある。

6. 参考文献

- 1) 一、持続可能な開発目標 (SDGs) と日本の取組、外務省、日本政府、URL
=<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/oda/sdgs/pdf/SDGs_pamphlet.pdf> (last accessed 2021. 02. 10)
- 2) A.K. Das, D.A. Agar, M. Rudolfsson, and S.H. Larsson. A review on wood powders in 3D printing: processes, properties and potential applications, *Journal of Materials Research and Technology*, 15, pp. 241-255, 2021.
- 3) A.M.M.S. Ullah, T. Akamatsu, M. Furuno, M.A.K. Chowdhury, and A. Kubo. Strategies for Developing Milling Tools from the Viewpoint of Sustainable Manufacturing. *International Journal of Automation Technology*, 10(5), pp. 727-736, 2016.
- 4) K. Saiga, A.M.M.S. Ullah, A. Kubo, and Tashi. Sustainable Reverse Engineering Process. *Procedia CIRP*, 98, pp. 517-522, 2021.
- 5) A.M.M.S. Ullah, H. Hashimoto, A. Kubo, and J. Tamaki. Sustainability analysis of rapid prototyping: material/resource and process perspectives. *International Journal of Sustainable Manufacturing*, 3(1), pp. 20-36, 2013.