

新しい形の木質/プラスチック 複合材料の提案

公立大学法人秋田県立大学

(木材高度加工研究所) 山内秀文, 足立幸司

(システム科学技術学部) 邱建輝, 境英一, 野村光由

■はじめに

- 2050年の**カーボンニュートラル達成**を目指し、様々な分野で持続可能な生物資源への注目が高まっている。
- 中でも**木材**は、樹木により生産される生物材料にも関わらず、**すでに工業材料として利用**され、本質的な意味で持続的利用とカーボンニュートラルを達成しうる数少ない工業素材として注目されている。
- 秋田県立大学は日本の大学で唯一、この木材を専門的に研究する**木材高度加工研究所（木高研）**を擁しており、利用技術などを中心について多くの研究が進められている。

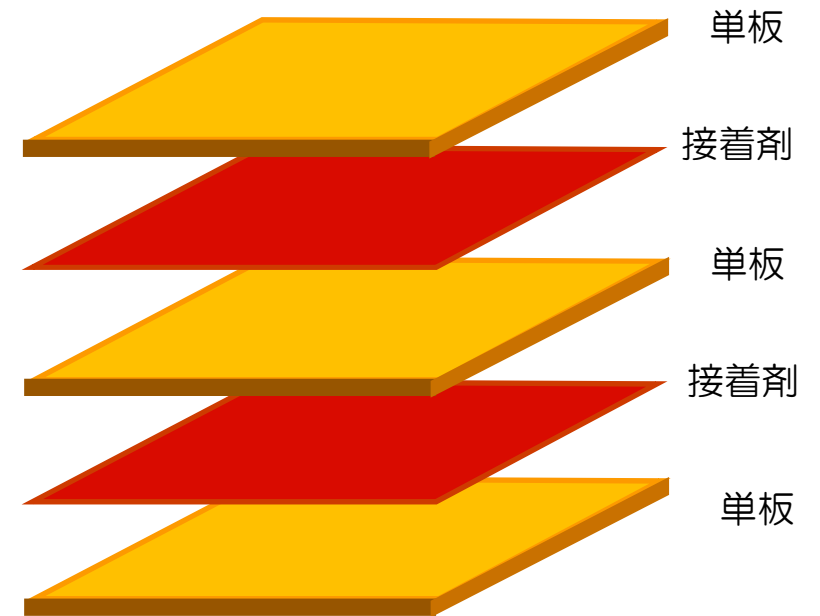


(令和元年 森林・林業白書)

■ 基盤技術①

木質材料製造における接着剤低減策 ～ 微量塗布接着技術 ～

- 木材は細胞構造に起因する多孔質構造を持ち、金属やプラスチックなどの他材料に比べ「**軽い割に非常に強い**」という特徴を持つ。
- 一方で、生物材料であるが故のばらつきが多さや、加工に伴う歩留まり低下などの問題から、**利用する際には**合板や集成材などの木質材料に**加工**されることも多い。



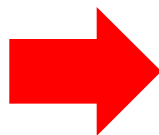
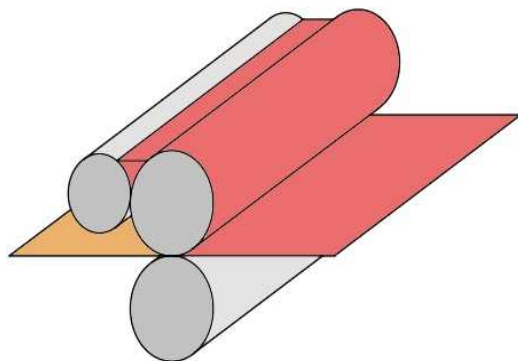
- ほとんどの木質材料の製造には接着剤が不可欠である。一方で、木質材料が使用する**接着剤使用量は非常に多く、木質材料の環境性能を下げる**一因となっている。

「十分な接着性能を得るために必要な最低限の接着剤量」を検討



微量塗布接着技術の開発

ロール塗布(従来法)



インクジェット法



スプレー法

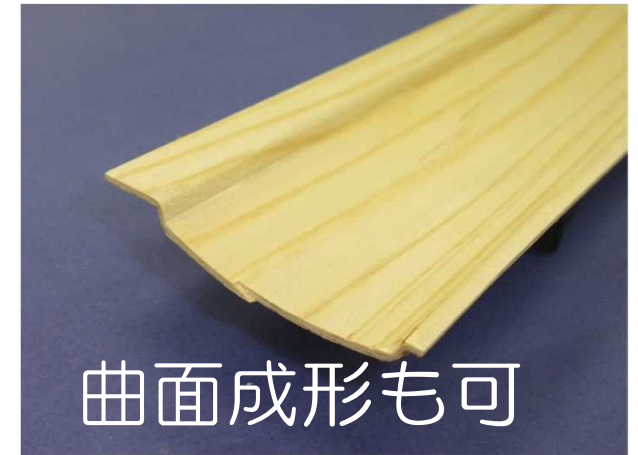
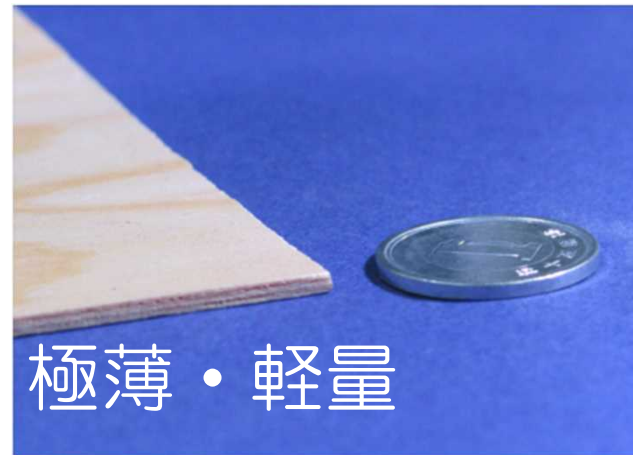
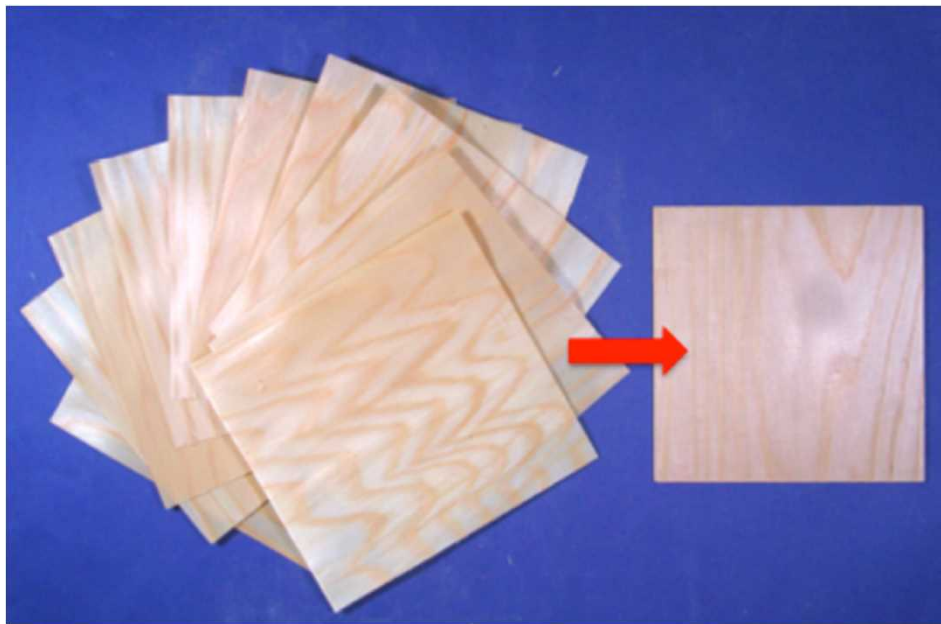


現在の工業的な接着剤使用量の1/10~1/20でも十分な接着性能を得られる可能性があることを明らかにした。

また、この結果に微量塗布技術(インクジェット法、スプレー法、超音波振動法など)による差は無く、手段を問わないことも明らかにできた。これにより、既存木質材料の環境負荷やコストを大幅に低減できる可能性が示唆された。

多層化などにより、新しい機能性や用途を持つ材料が創れるのではないか？

薄い単板を多層積層する（例えば0.15mm厚の単板を10層積層する）ことで、これまでにない薄くて均質な**シート状の木質単板積層材（Micro Multiple Ply = MMP）**が作成可能となった。



MMPの物性を工業的に多用されている汎用プラスチックのそれと比較してみると、**MMPが著しく低密度であるにも関わらず高い引張ヤング率を持つ**事が判る。

MMPと汎用プラスチックの物性比較

	MMP	ポリエチレン	ポリプロピレン	塩ビ	ポリカーボネート
密度 (g/cm ³)	0.40-0.50	0.95-0.97	0.90-0.91	1.30-1.58	1.2
引張ヤング率 (GPa)	3.0-9.0	1.07-1.09	1.10-1.60	2.4-4.1	2.4
曲げ強さ (MPa)	25-150	-	41-55	69-110	93

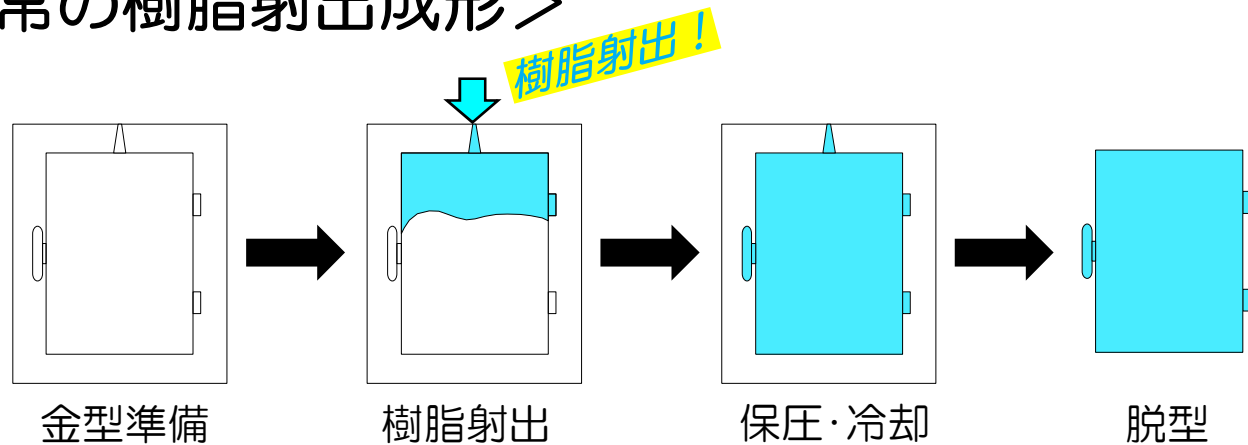
■基盤技術②

木質(MMP)/プラスチック複合材料の成形

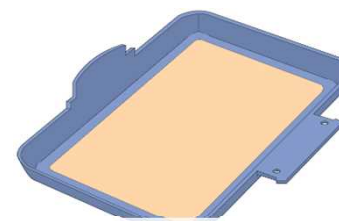
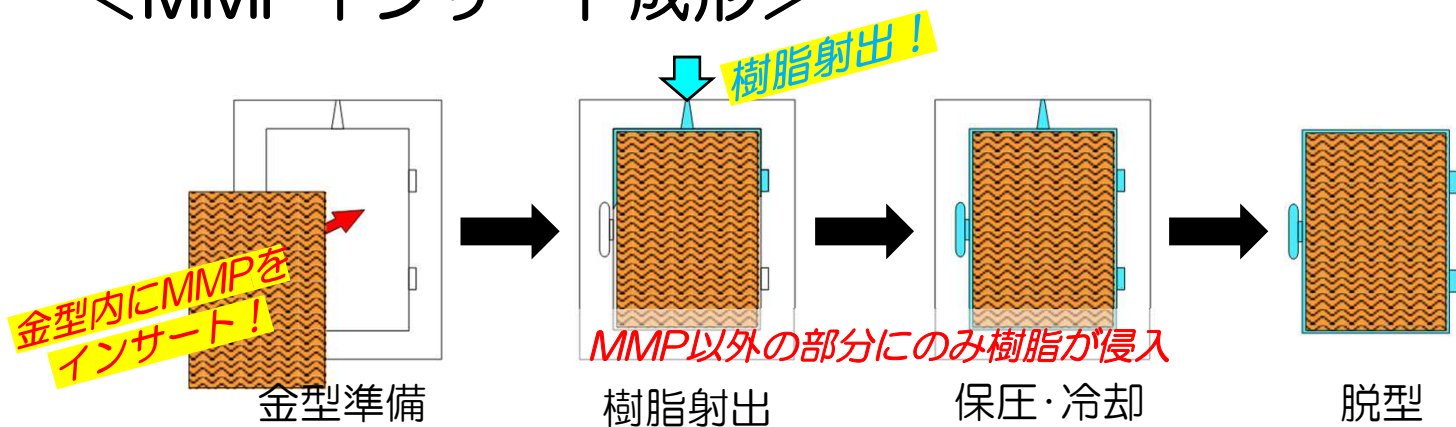
	木質材料	プラスチック
カーボンニュートラル	○	×
重さ	○	○
形状形成	△	○
歩留まり	△	○

両者の利点を組合わせた、
全く新しい形の「木質/プラスチック複合材料」を考案

<通常の樹脂射出成形>



<MMPインサート成形>



単なる樹脂の表面加飾ではなく
木部と樹脂が複合(結合)される!

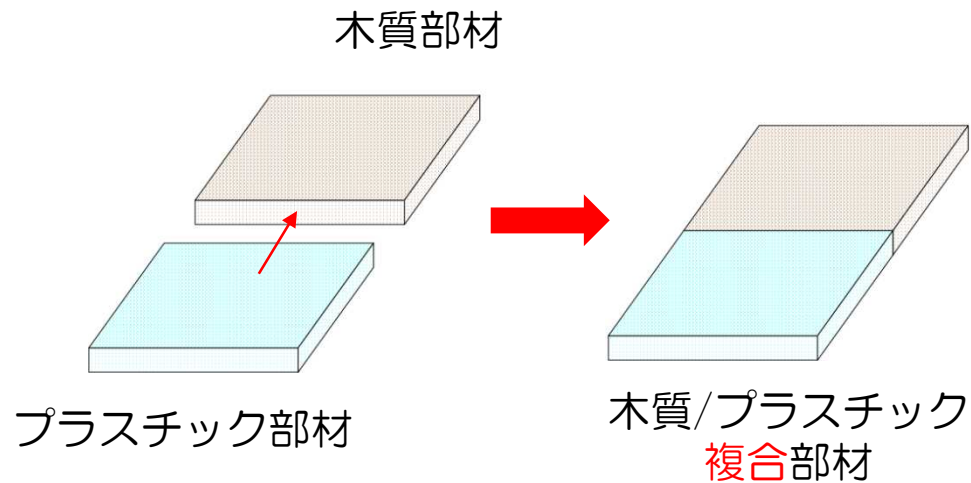
本技術の特徴

射出成形や注型成形時の金型(型枠)内に木質材料を配置してインサート成型することで、部材の面部分などの単純・大面積部位を木質材料に置き換えて軽量化と剛性の向上を図るとともに、継手などの複雑な形状や特別な機能を必要とする部分には樹脂を配置して複合化している点にある。

ポリプロピレン(PP)と複合したモデルではその**重量が2/3に軽量化**され、**樹脂の使用量は重量割合で1/4まで低減**できた。しかも、その部材の剛性は大幅に向上し、**軽量化と剛性向上を同時に達成**できることが明らかになった。

■MMPとプラスチックの接合機構解明

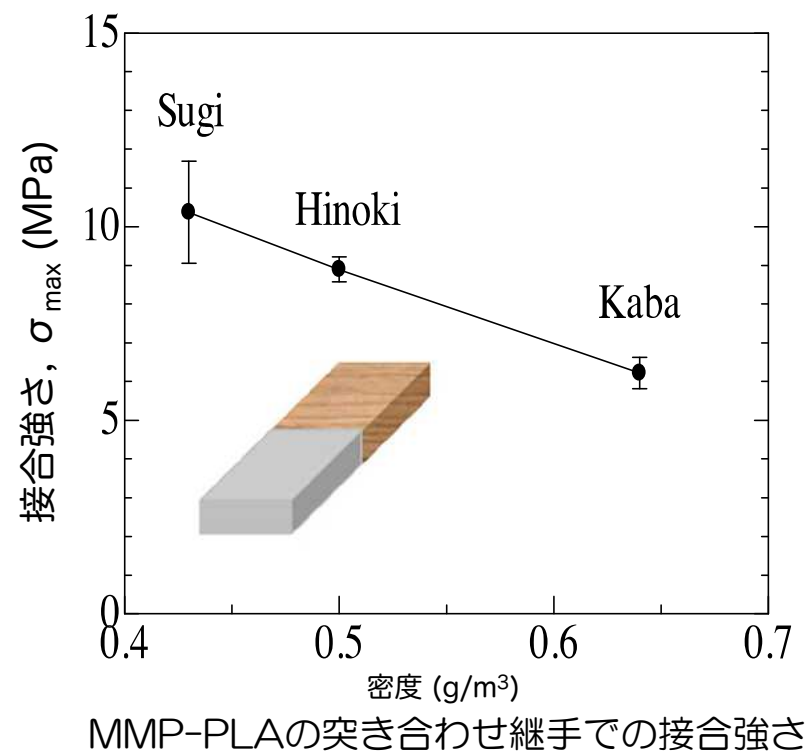
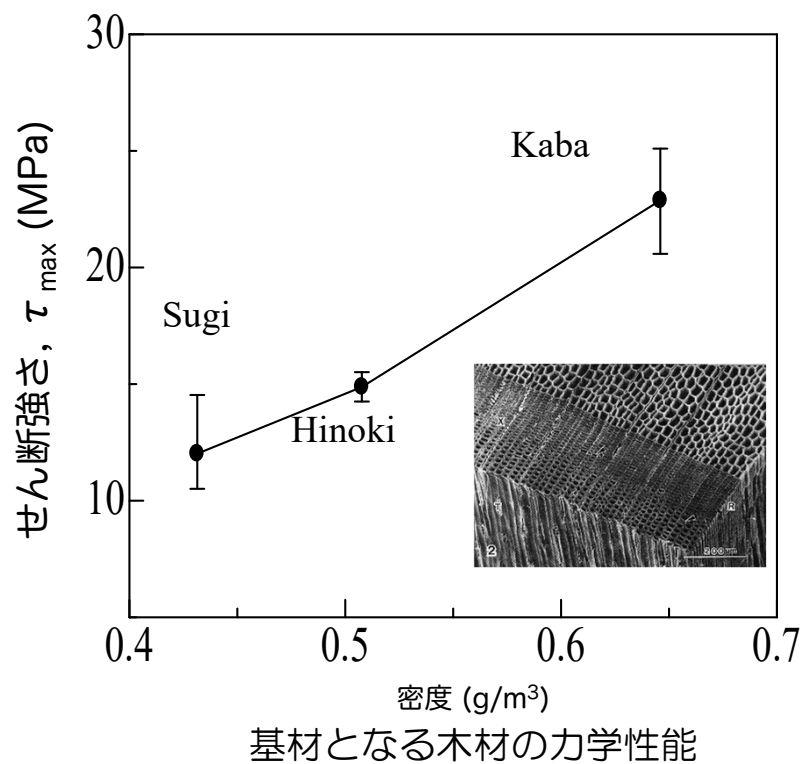
本技術の最も大きな特徴は、木質部材と樹脂を木口端面のみで接合している点



我々の提案する複合部材

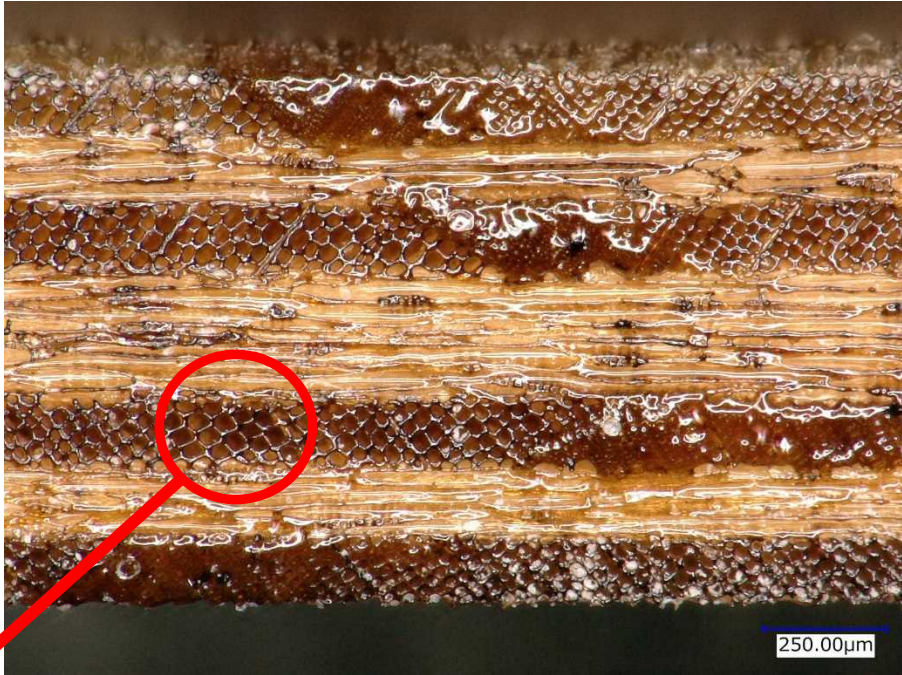
木材とPP汎用の熱可塑性プラスチックは、表面加飾時のように圧倒的な接合面積を与えても、**相溶化材や接着剤、インターフェイス材料を用いないと接合が困難**であることが多い。

一方、本技術では表面加飾時などに比べ接合面積は極めて小さいにも関わらず、比較的高い接合性能が得られる。これは、その接合機構を**従来と全く異なる機構**に求めているためである。



一般的に**木材では密度と力学性能が比例関係（左図）**にあり、密度が高い木材ほど高い力学性能を持つ。

これに対して、突き合わせ継手で接合した**複合材の接合強さは密度と反比例（右図）**し、**密度の高い木材と組み合わせるほど接合性能が低下**することが明らかになった。



この木部空隙にプラスチックが貫入！



試験時の破壊性状

■本技術の応用・展開の可能性と今後の課題

<本技術の特徴>

- ・樹脂種類の選択幅が広い
- ・相溶化材などが不要
=リサイクルも容易
- ・MMPにより全木口で接合可
- ・木質部材に寸法制限なし

<今後の課題>

- ・接合の絶対性能向上
- ・射出成形時の条件
- ・反りや歪みへの対応
=寸法変化挙動差の制御
など

本技術を利用することで、環境対応でありがちな「環境のために性能を我慢する」のではなく、**木材に高い自由度**を与えて様々な新用途を開拓できる可能性を開くとともに、樹脂成形技術だけでは実現が難しかった部材の**大幅な軽量化と高強度化(高剛性化)の両立**、部材の大型化などを実現できる可能性があり、様々な用途への展開が期待できます。

