

記入日 令和 2年 6月 26日

機 関 名	産業技術センター		課題コード	H290902	計画事業年度	H29 年度 ~ R1 年度		
					実績事業年度	H29 年度 ~ R1 年度		
課 題 名	セルロースナノファイバーを用いた複合材料の成形加工技術の研究開発							
機関長名	佐藤 明			担当(班)名	輸送機材料グループ			
連 絡 先	018-862-3414			担当者名	野辺 理恵			
政策コード	2	政 策 名	社会の変革へ果敢に挑む産業振興戦略					
施策コード	1	施 策 名	成長分野の競争力強化と中核企業の創出・育成					
指標コード	1	施策の方向性	競争力強化による航空機産業と自動車産業の成長促進					
種 別	重点(事項名)		地域の独創性を高め世界に通用する企業を育成する研究開発				基盤	
	研究	○	開発		試験		調査	その他
	県単	○	国補		共同		受託	その他
評 価 対 象 課 題 の 内 容								
1 研究の目的・概要 セルロースナノファイバー(CNF)を用いた熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術を確立することを目的とする。CNFは木材から得られるパルプなどを原料とし、軽量かつ高強度な新規材料として注目を集めている。熱可塑性樹脂に混合した複合材料は自動車部品、家電製品筐体等への適用が期待されている。一方、耐熱性の向上、分散性の向上等、熱可塑性樹脂の補強材としての物性向上に関わる研究開発に課題がある。本研究では、解繊性・分散性・耐熱性に優れた複合化技術、寸法安定性・軽量性・力学特性などの向上を実現可能とする成形加工技術の確立を図る。								
2 課題設定時の背景(問題の所在、市場・ニーズの状況等)及び研究期間中の状況変化 CNFは木材から得られるパルプ等を原料とし、化学的・機械的処理によりナノサイズまで細かく解きほぐした繊維である。そのサイズは幅が5~20nm、長さが5μm以上であり、鉄の1/5の重量で強度は5倍、温度変化による変形が少ないといった優れた特性を持つ。さらに、膨大な資源量があり、植物由来のため環境負荷が少なく持続可能な資源であることから、その製造方法の研究および用途開発が盛んに行われている。CNFの特長を活かすためには、均一に解繊・分散させることが重要である。しかし、安価なパルプから低価格でCNFを解繊し、均一分散させる複合化技術はまだ確立されておらず、CNFが熱可塑性樹脂の補強材として広く普及するためには、複合化技術の開発が必要とされている。また、熱可塑性樹脂に複合する場合、成形加工時の温度で着色、劣化しない耐熱性が要求されるが、現状は200℃程度であり適応できる樹脂が少ない。自動車用部材として広く使用されているエンジニアリングプラスチックの成形温度に適応するためには300℃以上の耐熱性向上を図る改質技術が必要である。本研究では、自動車産業への参入を目的に、CNFの特長を活かした熱可塑性樹脂複合材料を創製するための成形加工技術の開発を行う。具体的には、解繊性・分散性に優れた複合化技術、寸法精度向上のための低圧射出成形技術の確立を目指す。さらに、付加価値の創出として、CNF/熱可塑性樹脂複合材料の軽量化を実現可能とする超臨界発泡成形技術およびCAE解析技術の開発を行う。また、耐熱性および樹脂との相溶性向上となる表面改質技術についても検討を行う。								
3 課題設定時の最終到達目標								
①研究の最終到達目標 CNFの特長を活かした熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術を確立し、その実用化を図る。CNF/熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術、CNF複合化技術およびCNF/熱可塑性樹脂複合材料の高付加価値化の三点について検討する。								
②研究成果の受益対象(対象者数を含む)及び受益者への貢献度 本研究によるCNF/熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術の確立は、プラスチック成形企業への波及効果が大きく、様々な成形加工技術への応用、市場開拓につながる。また、自動車業界においては軽量化、低コスト化、環境負荷低減等のメリットがあり内外装部品への適応が期待できる。原料の供給先である製紙業界においても新規の市場開拓となる。								

4 全体計画及び財源 (全体計画において == 計画—— 実績)

実施内容		到達目標	H29 年度	H30 年度	R1 年度	年度	年度	達成状況	
CNF／熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術開発		射出成形条件の最適化・確立、繊維配向・力学特性の評価、射出成形のCAE解析の検証						低融点ポリプロピレン(PP)を添加することで、CNF/PP複合材料の成形温度を30℃低下し、着色を抑制できる技術を確立した(H29で達成)。	
CNF複合化技術の開発		押出成形条件・表面改質技術の最適化・確立、分散状態観察手法の確立						相溶化剤の最適化および低温成形によるCNFの劣化抑制により、PPと比較してCNF/PP複合材料の弾性率が42%増加した(H30で達成)。	
CNF／熱可塑性樹脂複合材料の高付加価値化		超臨界発泡成形条件の最適化・確立、発泡構造と力学特性の評価手法の確立、発泡成形のCEA解析の検証						成形条件の最適化により、CNF/PP発泡体の気泡構造を改善し、未発泡PPより軽量かつ高強度となる技術を確立した。	
								合計	
計画予算額(千円)			7,200	5,000	5,000			17,200	
当初予算額(千円)			8,029	6,039	4,833			18,901	
財源内訳	一般財源		8,029	6,039	4,833			18,901	
	国費								
	その他								

5 研究成果の概要

・成果の分類 ☐ 解析データ、指針、マニュアル等 ☒ 新技術 ☐ 新品種
☐ ステップアップ研究における中間成果 ☐ 新製品 ☐ その他

・最終到達目標の達成度・成果の具体的な内容

1)成形加工技術開発

CNF複合材料の課題である、成形加工時の着色を低減することを目的に、CNF/PP複合材料に低融点PPを添加した。低融点PPを10%添加することで、210℃の成形温度を180℃に低下することができた。さらに、複合材料の明度が増加し、着色も低減できた。

2)複合化技術開発

CNFとPPの界面接着性を向上させるため、相溶化剤であるマレイン酸変性PPの最適化を行った。低温成形にてマレイン酸PPを1%添加することで、PPと比較してCNF/PP複合材料の引張弾性率が42%増加した。

3)高付加価値化

CNF/PP複合材料を軽量かつ高強度な新規材料として付加価値を高めるため、超臨界発泡射出成形の条件最適化を行った。発泡成形性に優れる長鎖分岐PPを添加することで、気泡構造が均一かつ微細になり、PPと比較してCNF/発泡体の曲げ弾性率が32%増加した。

口頭発表：国際会議 3件、プラスチック成形加工学会 2件

ポスター発表: プラスチック成形加工学会 1 件、化学系学協会東北大会 1 件

・成果の波及効果

○秋田県内企業のCNF複合材料による新製品開発の支援を行った。

○東北経済産業局の「自動車軽量化に資するものづくり基盤技術データベース構築事業(H29)」に参画し、「NC(ナノセルローズ)の複合材料の成形加工性、軽量化、力学特性に関する調査」を実施した。

○国際的雑誌へ論文を投稿予定である。

観 点																				
最終到達目標の達成度	1	○ A ● B ○ C ・成形加工技術開発では、CNF/PP複合材料に低融点PPを10%添加することで、210℃の成形温度を180℃まで低下させ、複合材料の明度も増加、着色も低減できた。複合化技術開発では、最適化したマレイン酸変性PPを1%添加することで、PPと比較し、CNF/PP複合材料の引張弾性率が42%増加しており、当初の目標はほぼ達成している。 ・超臨界発泡射出成形では、長鎖分岐PPを添加することで、気泡構造が均一かつ微細になる技術を確立し、CNF/発泡体の曲げ弾性率を32%増加することができ、CNFの特性を活かした発泡射出技術を確認したといえる。 ・CNFとPPの複合化に際して、各種添加物の添加により、成形温度の低減と着色の防止ができた。 ・CNFとPPの複合材料に超臨界発泡射出成形を適用することで、軽量化と曲げ弾性率の向上が達成できた。 A. 十分達成できたC. 達成できなかった B. ほぼ達成できた ※研究課題の難易度(事前評価の技術的達成可能性得点率)を加味した達成度 事前評価の技術的達成可能性得点率 58 % □ S ■ A □ B □ C □ D																		
	研究成果の効果	2	○ A ● B ○ C ○ D ・樹脂にCNFを混合もしくは発泡成形によって、軽量化かつ強度を上げる技術は、環境対応の側面から、非常に有望な技術であることから、今後市場が開拓され、さらにその市場が拡大すると予想される。そういった状況の中で、PPにCNFを複合成形し、成形温度の低温化、引張弾性率向上の目処がたったことは、今後この分野での波及効果は非常に大きいと思われる。また研究の最終年度から既に県内企業とも共同研究等による技術支援を行っており、今後、県内企業への展開が期待される。 ・研究過程で得た成果を県内企業が行う新製品開発の試作品の作製に展開した。 A. 効果大 B. 効果中 C. 効果小 D. 効果測定困難																	
		総合評価	○ S 当初見込みを上回る成果 ○ A 当初見込みをやや上回る成果 ● B 当初見込みどおりの成果 ○ C 当初見込みをやや下回る成果 ○ D 当初見込みを下回る成果 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"><thead><tr><th colspan="2">判定基準</th></tr></thead><tbody><tr><td>S</td><td>2つの評価項目がともにAの課題のうち特に優れる課題</td></tr><tr><td>A</td><td>2つの評価項目がともにAの課題(S評価を除く)</td></tr><tr><td>B</td><td>2つの評価項目がともにB以上の課題(S評価、A評価を除く)、もしくは2つの評価項目がAとCの課題</td></tr><tr><td>C</td><td>2つの評価項目がともに、もしくは、いずれかがC以下の課題(B評価、D評価を除く)</td></tr><tr><td>D</td><td>2つの評価項目がCとDの課題</td></tr></tbody></table>							判定基準		S	2つの評価項目がともにAの課題のうち特に優れる課題	A	2つの評価項目がともにAの課題(S評価を除く)	B	2つの評価項目がともにB以上の課題(S評価、A評価を除く)、もしくは2つの評価項目がAとCの課題	C	2つの評価項目がともに、もしくは、いずれかがC以下の課題(B評価、D評価を除く)	D
	判定基準																			
	S	2つの評価項目がともにAの課題のうち特に優れる課題																		
	A	2つの評価項目がともにAの課題(S評価を除く)																		
B	2つの評価項目がともにB以上の課題(S評価、A評価を除く)、もしくは2つの評価項目がAとCの課題																			
C	2つの評価項目がともに、もしくは、いずれかがC以下の課題(B評価、D評価を除く)																			
D	2つの評価項目がCとDの課題																			
(参考) 過去の評価結果	事前	中間(30年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)	中間(年度)														
	B	B																		

セルロースナノファイバーを用いた複合材料の成形加工技術の研究開発

(産業技術センター、H29～R1)

秋田県内企業の自動車産業への参入を目指し、セルロースナノファイバー（CNF）を用いた熱可塑性樹脂複合材料の成形加工技術を確立することを目的とする。

【CNFの特長】

- ◆ 軽くて強い
 - 鉄の5倍の強度、1/5の重量
- ◆ 温度変化による変形が少ない
 - 熱膨張率がガラスの1/50
- ◆ 環境負荷の少ない持続可能な資源
- ◆ 膨大な資源量



熱可塑性樹脂の補強材として期待



【課題】

- 解繊（繊維を解きほぐすこと）が困難
- 耐熱性が低く、成形中の変色が起こる
- 分散性が悪く、補強効果が低い



安価なハルプから低価格でCNFを
解繊・複合化する技術革新が必要！！

【研究内容】

CNF/熱可塑性樹脂の複合化技術の開発

- ◆ 射出成形条件の最適化
- ◆ 力学特性の評価

CNF複合化技術の開発

- ◆ 押出混練条件の確立
- ◆ CNF分散の観察手法の確立

CNF/熱可塑性樹脂複合材料の高付加価値化

- ◆ 超臨界発泡射出成形による軽量化



【研究成果の貢献度】

- ・ プラスチック成形企業への波及効果が大きく、様々な成形加工技術への応用、市場開拓につながる。
- ・ 自動車産業→軽量化、低コスト化、環境負荷低減が期待できる。
- ・ 製紙産業→新規の市場開拓が期待できる。

輸送機産業を初めとして、

建築、家電等の様々な産業への適応が可能！！