

氏名	いまむら のぶゆき 今村 信幸
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第726号
学位授与の日付	平成26年9月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端フアイブ科学専攻
学位論文題目	プラスチック材料の高機能化のための配合技術と成形技術の研究
審査委員	(主査)教授 西村寛之 教授 木村照夫 教授 濱田泰以 大阪ガスケミカル(株) 執行役員 有機材料部門長 川崎真一

論文内容の要旨

今日、資源循環型の社会形成が求められており、資源・エネルギー消費削減の観点から、使用済みプラスチック製品の回収・再利用は企業経営の上で重要な事業の一つである。近年のリサイクルおよび回収に関する法令およびリサイクル技術の向上により、プラスチックのリサイクル率は少しずつ向上しているものの、現在の廃棄物問題を解決するには至らず、更なるリサイクル技術の開発および向上が重要な課題である。また、化石資源消費の大幅削減、大量消費・大量廃棄の社会システムから脱却し、地球温暖化防止、循環社会形成等を目指すことや、温室効果ガス排出削減による「低炭素化社会」、環境に調和した「資源循環型社会」の実現に向けた取り組みが強く求められている。しかしながら、廃プラスチック成形品および植物由来樹脂成形品に関する知見や製造技術においては十分とは言えず、これらの成形における相溶化材の効果や力学特性および熱特性について詳細に検討することは学術的にも工業的にも重要である。

本論文では廃PETボトルおよび廃PP、バイオマスを利用したプラスチック成形品の創製および物性評価について詳細に検討を行っている。

第1章では、緒論として一般的な廃棄物問題やリサイクル方法、プラスチック材料等に関する問題について述べている。第2章では、廃HDPEフィルム/LLEフィルムコンパウンド成形品、および廃PET/PP/PE/PSコンパウンド成形品に対するLLEの添加効果および力学特性について検討している。その結果、ポリ α オレフィン共重合体とLLDPEの積層品であるLLEは相溶化材として、廃HDPEフィルムと容器のコンパウンドの異形押出部の融着接合に有効であることを明らかにした。第3章では、相溶化技術を応用して廃ガス用ポリエチレン管と廃PETボトルの複合材料を作製し、力学物性等について検討している。その結果、相溶化材添加複合材料の機械的特性は、新品のPPやABS/PBTアロイと同等以上の値を示すことを明らかにしている。第4章では、相溶化技術を応用して廃PET/PP/PE/PSコンパウンド材料に対してエポキシ系添加剤であるEGMAまたはLLEを添加し、力学物性について検討している。その結果、相溶化材としてEGMAを用いることにより、廃PET/PE/PP/PS成形品の衝撃特性を向上させることを明らかにし、廃PET/PE/PP/PS成形品の力学物性に対して相溶化材の添加が大きく影響することを示している。

第5章では、バガス繊維とPLAの複合材料を試作して、各種機械的物性を評価している。その結果、PLAにバガス繊維を20%および30%配合した場合、引張弾性率は増加する傾向を示し、またバガス繊維を複合化することにより耐熱性が向上することを明らかにしている。第6章では、PLAにPA11や難燃剤を添加し、植物由来樹脂の含有量が50%以上となるPLAコンパウンド成形品を創製し、機械的特性および難燃特性について検討している。その結果、PLA/PA11/相溶化材/難燃剤=100/50/25/50の配合比率では植物由来樹脂の含有量が67%もあり、市販のPLA/PC/難燃剤の樹脂と同等の機械的特性と難燃性を有することを見出している。第7

章では、相溶化材を用いて廃 PP と天然繊維や木質粒子による複合材料の機械的特性を検討している。その結果、廃 PP の Izod 衝撃値は、天然繊維や木質粒子と相溶化材を組み合わせることにより、飛躍的に向上することを明らかにしている。これら廃 PP 複合材料は、今後、従来のタルクフィラー含有 PP 樹脂の代替として、自動車部品や家電・電子機器部品に適用できる可能性を示している。

第 8 章では、結論として本研究で得られた知見がまとめられている。

論文審査の結果の要旨

本論文では、使用済み PET ボトルに対して添加する相溶化材を選択することにより PET ボトルキャップやラベルを分別すること無く多種ポリマーの相溶化を向上させることに成功し、日用品として利用可能なリサイクル PET 成形品の創製方法を見出している点に特徴がある。さらに PLA/PA11/難燃剤の成形品に対しても相溶化材の効果を見出し、成形品と同等の力学特性を維持しつつ高い難燃特性を有する成形品の創製に成功している点についても評価できる。これらの研究成果により、従来分別回収が必要であった PET ボトルを分別することなしに成形品創製を可能にしたことは、工業的に大変意義があり、さらに相溶化材の効果について定量的に検討したことは学術的な観点からも評価できる。本論文の内容は次の 7 報に報告されており、7 報すべて申請者を筆頭著者とするものである。

1. Nobuyuki Imamura, Hiroyuki Nishimura, Mariko Kato, Hiroki Sakamoto, and Shinichi Kawasaki,
” EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF USED MATERIALS FOR PLASTIC RECYCLE”, SPE ANTEC Technical Papers, pp.15-21 (2011)
2. Nobuyuki Imamura, Masahiro Muto, Tatsuro Ueda, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura, Hiroki Sakamoto, Shinichi Kawasaki, and Takahiro Nishino, ” RECYCLE TECHNOLOGY OF USED PLASTIC MATERIALS”, SPE ANTEC Technical Papers, pp.1-6 (2012)
3. Nobuyuki Imamura, Hiroki Sakamoto, Shinichi Kawasaki, Tetsuya Takemoto, Takahiro Nishino, Tatsuro Ueda, and Hiroyuki Nishimura, ” Evaluation of Mechanical Properties on Bagasse Reinforced PLA Injection Molding”, Journal of Materials Life Society, Vol.25 Symposia, pp.89-94 (2013)
4. Nobuyuki Imamura, Hiroki Sakamoto, Yuji Higuchi, Shinichi Kawasaki, Masayuki Okoshi, Hiroyuki Yamamoto, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura, and Takahiro Nishino, ” EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTY AND FLAME RESISTANCE ON BIO-BASED POLYMER COMPOUNDS”, SPE ANTEC Technical Papers, pp.216-222 (2013)
5. 今村信幸・樋口裕思・阪本浩規・大越雅之・山本裕之・山田和志・西村寛之・西野雄大・川崎真一,
” 植物由来樹脂複合材料の機械的特性と難燃性評価”, 成形加工, 第 26 巻, 第 3 号, pp.125-132 (2014)
6. Nobuyuki Imamura, Hiroki Sakamoto, Yuji Higuchi, Hiroyuki Yamamoto, Shinichi Kawasaki, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura, and Takahiro Nishino, ” EVALUATION OF NATURAL FIBER REINFORCED RECYCLED POLYPROPYLENE COMPOSITES”,

SPE ANTEC Technical Papers, pp.587-594 (2014)

7. Nobuyuki Imamura, Hiroki Sakamoto, Yuji Higuchi, Hiroyuki Yamamoto, Shinichi Kawasaki, Kazushi Yamada, Hiroyuki Nishimura, Takahiro Nishino, ” Effectiveness of Compatibilizer on Mechanical Properties of Recycled PET Blends with PE, PP, and PS”, Materials Sciences and Applications, Vol.5, pp.548-555 (2014)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工業的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。