

平成25年度戦略的基盤技術高度化支援事業
「高機能竹繊維を使った低炭素型軽量強化プラスチックコンポジットの開発」

研究開発成果等報告書

平成26年 3月

委託者 九州経済産業局

委託先 公益財団法人北九州産業学術推進機構

目 次

第1章 研究開発の概要.....	- 1 -
1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標.....	- 1 -
1-2 研究体制(研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者).....	- 3 -
1-3 成果概要.....	- 7 -
1-4 当該研究開発の連絡窓口.....	- 10 -
第2章 本論.....	- 11 -
【1. 低コスト化及び強度向上への対応】.....	- 11 -
【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立.....	- 11 -
【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発.....	- 13 -
【2. 射出成形加工技術の開発】.....	- 15 -
【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発.....	- 15 -
【3. 開発コンポジットの強度向上に資する材料最適供給のための竹粉碎・分級条件の決定】.....	- 20 -
【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立.....	- 20 -
【3-2】低コスト・低エネルギー前処理(過熱水蒸気処理、竹粉碎)方法の検討.....	- 22 -
【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討.....	- 26 -
第3章 推進委員会.....	- 27 -
第4章 全体総括.....	- 28 -
4-1 平成23～25年度研究開発成果.....	- 28 -
4-2 研究開発後の課題・事業化展開.....	- 33 -

第1章 研究開発の概要

1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

自動車業界では、地球温暖化や化石燃料の高騰等の影響により、低炭素型技術や燃費向上技術の導入が喫緊の課題となっている。こうした中、自動車メーカーからは「低炭素」、「低コスト」、「高性能」の素材開発が特に望まれており、その取り組みのひとつに、車体の軽量化を目的とした内外装部品素材へのプラスチック置き換えがある。

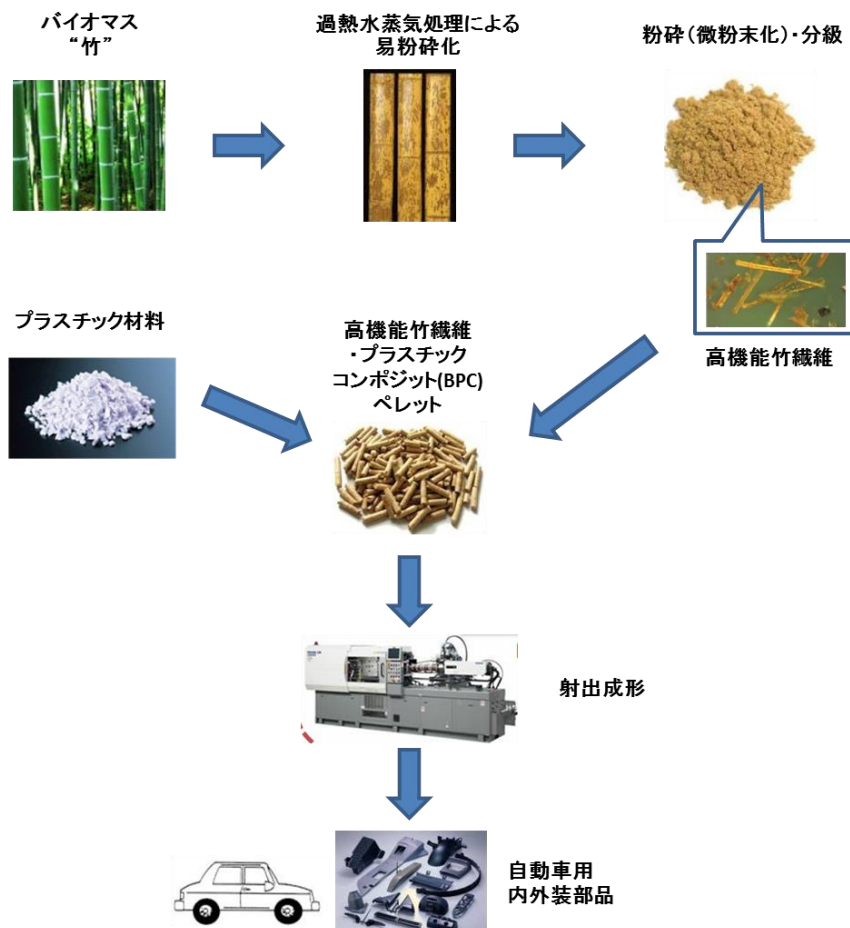
そうしたメーカーのニーズに応えるため、本研究開発では「カーボンニュートラル(低炭素)」で「安価」な素材であるバイオマス『竹』とプラスチックの複合材(コンポジット)(以下、「高機能竹繊維・プラスチックコンポジット:BPC」と呼ぶ)の成型加工技術を確立することを目指す。

本研究開発の最大の特徴は、単純にプラスチックと竹粉を混合するのではなく、高アスペクト比(短辺に比べて長辺が大幅に長い)の“高機能竹繊維”を混ぜ合わせることで、物性(強度等)を高めた「高性能」コンポジット成形品を製造できることである。

これにより、単価の高いABSやPC(ポリカーボネート)等の代替としてBPCを使用すれば、車体コストの低減を図ることが可能である。さらに、この研究開発が進めば、より高い強度が求められる部材(例えば、金属やガラス強化樹脂を使用しているもの等)の代替としてBPCを使用する事も可能であり、そのような素材と置き換えれば車体の「軽量化」にも大きく貢献できると考えている。

本研究開発では、未利用バイオマス資源と考えられる「竹」を、新しい技術である「過熱水蒸気処理技術」により高機能な繊維として加工し、さらにプラスチックと成形過程で複合化させることにより開発コンポジットの実用化技術の開発を行う。

高機能竹繊維・プラスチックコンポジット(BPC)製造プロセスのイメージ(図は全てイメージ)



目標及びその実施結果(詳細は第4章参照)

以下に示すように、本研究開発の当初の目的と目標を十分に達成する成果を得ることができた。

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立

汎用プラスチック材料に高機能竹繊維を混合することで、高剛性PPと同等の機械特性にする。

目標値: ①引張弾性率(JIS K7161) 1,450Mpa 以上 ⇒ 2,710Mpa 以上を達成した。

②荷重たわみ温度(JIS K7191) 52℃以上(錘 1.8MPa)(当初の 95℃以上、錘 0.45MPa から変更)
⇒ 75℃以上を達成した。

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発

自社ペレット化することでランナーリサイクルも行い、石油由来樹脂の価格の 20%削減する。

目標値: 汎用PP材価格 200 円/kg→160 円/kg

⇒ 複数のケースについてペレット製造コスト試算を行った結果、目標を達成可能なケースが存在することが分かった。

【2. 射出成形加工技術の開発】

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発

安定成形により、品質不良ゼロ及びサイクルタイムを10%短縮する。

目標値: 機械サイクルタイム 30 秒以内 ⇒ 29.14 秒を達成した。

【3. 開発コンポジットの強度向上に資する材料最適供給のための竹粉碎・分級条件の決定】

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立

竹粉体の形状制御目標:

・アスペクト比 1and 10 以上

⇒ アスペクト比の測定について様々な検討を行ったが、信頼性の高い測定値を得る方策を得るまでには至らなかった。(参考)画像解析ソフトによる解析では、(アスペクト比 10 以上)の存在比は、分級分画 63~150 μ m 試料で約半分、分級分画 150~250 μ m 試料では、約 7 割程度の割合で存在している。

・粒径/繊維長 250 μ m 以下、回収率 90%以上

⇒ 本研究開発における試料としては、250 μ m の篩目で分級を行った試料について検討を行っており、これを用いたBPCでおおむね機械特性目標を達成可能であることがわかった。本試料の回収率については、95%を達成した。

・水分含有率 5%以下

⇒ 1.4~3.2%を達成した。時間経過とともに吸湿する傾向にはあるが左記の含水率程度である。

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理(過熱水蒸気処理)方法の検討

竹の(微細)繊維化における粉碎・分級状況を確認しながら、より低コスト・低エネルギーで処理可能な条件を検討する。

⇒ 上記のコスト目標を達成可能とする前処理条件を見出した。

圧力: 常圧、温度: 200℃、設定温度保持時間: 1 時間

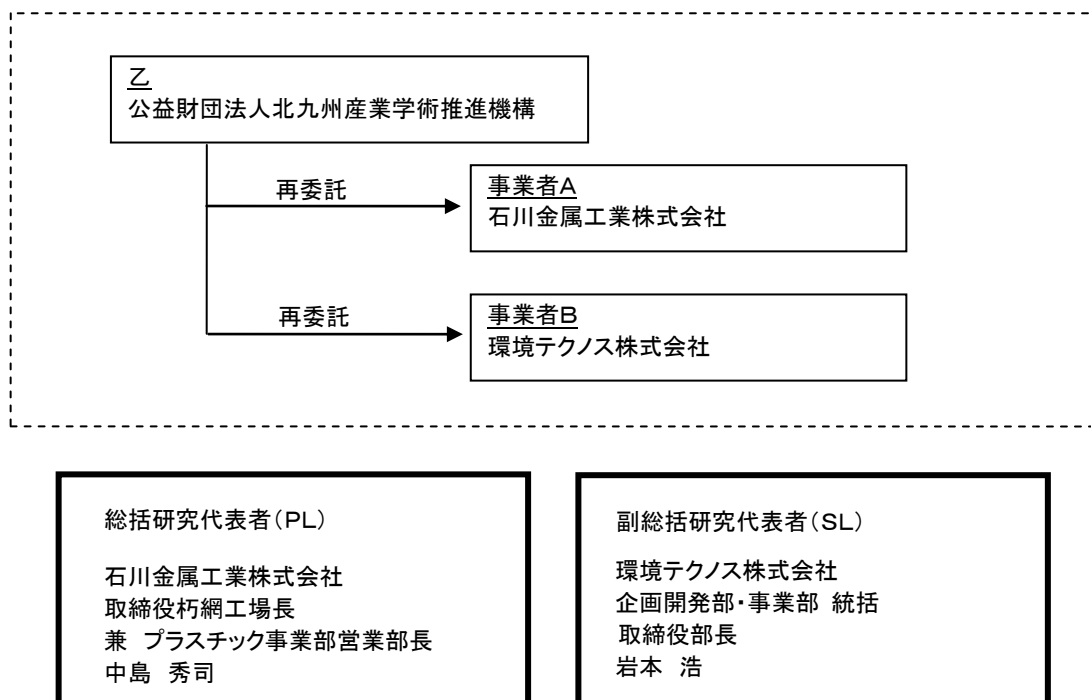
【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討

⇒BPP が製造可能なスペックでの竹繊維回収率を95%とする竹粉碎・分級条件を見出した。

1－2 研究体制（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）

（1）研究組織及び管理体制

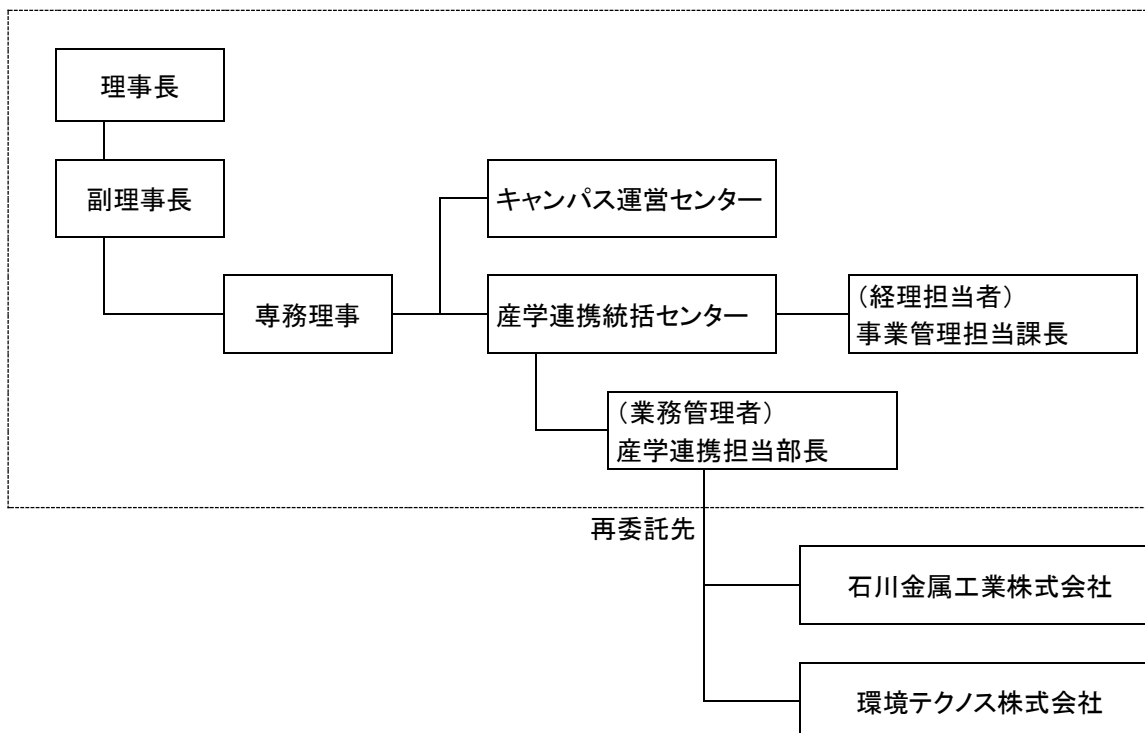
1）研究組織（全体）



2）管理体制

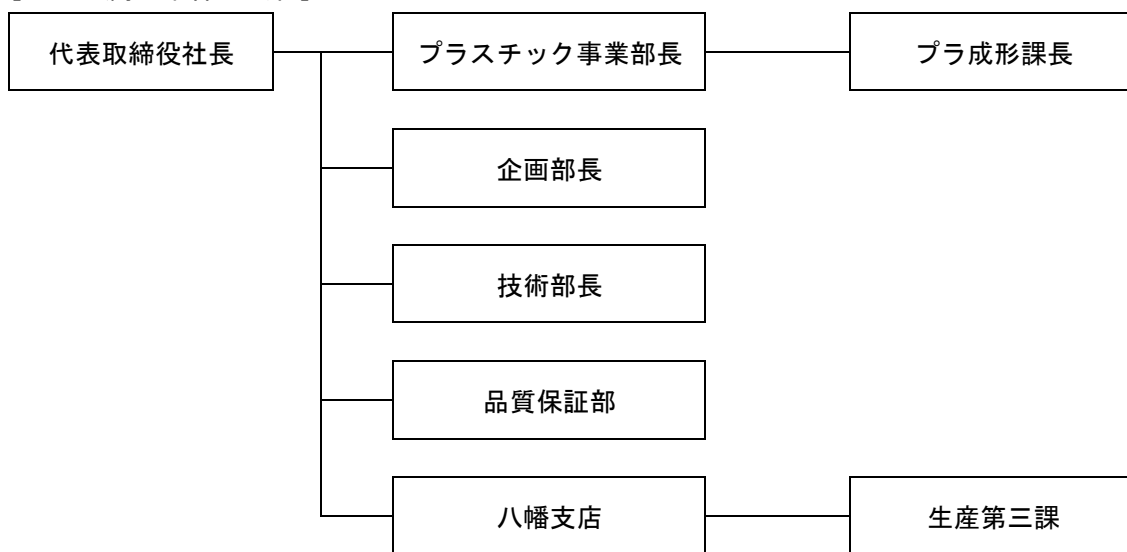
①事業管理者

[公益財団法人北九州産業学術推進機構]

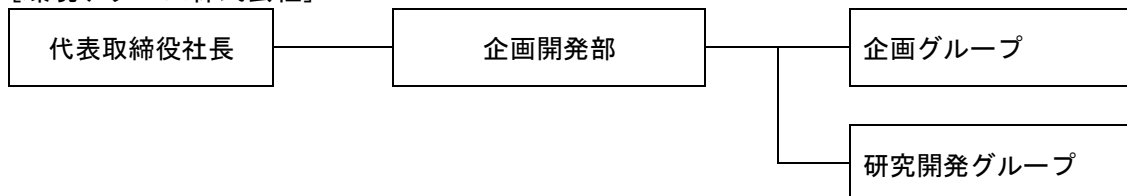


②再委託先

[石川金属工業株式会社]



[環境テクノス株式会社]



(2) 管理員及び研究員

【事業管理者】公益財団法人北九州産業学術推進機構

①管理員

氏 名	所属・役職	実施内容(番号)
牛島 雄二	産学連携統括センター 産学連携担当部長	【4】
湯村 隆史	産学連携統括センター 事業推進部事業管理担当課長	【4】
麻川 香織	産学連携統括センター 事業推進部事業管理担当	【4】

【再委託先】

②研究員

石川金属工業株式会社

氏 名	所属・役職	実施内容(番号)
中島 秀司	取締役 朽網工場長 兼 プラスチック事業部営業部長	【1-1】【1-2】【2-1】
中春 隆弘	プラスチック事業部 プラ成形課長	【1-1】【1-2】【2-1】
金丸 英生	八幡支店 生産第三課 係長	【1-1】【1-2】【2-1】
岩濱 茂	品質保証部 主任	【1-1】【1-2】【2-1】
木村 太一	プラスチック事業部 プラ成形課 成形係 主任	【1-1】【1-2】【2-1】
竹井 秀夫	プラスチック事業部 プラ成形課 成形係	【1-1】【1-2】【2-1】

環境テクノス株式会社

氏 名	所属・役職	実施内容(番号)
岩本 浩	企画開発部・事業部 統括 取締役 部長	【3-1】【3-2】【3-3】
山下 清春	事業部 部長代理	【3-1】【3-2】【3-3】
松田 晋太郎	企画開発部 課長	【3-1】【3-2】【3-3】
勝見 和彦	企画開発部 課長代理	【3-1】【3-2】【3-3】
高城 義幸	企画開発部 研究開発グループ 研究員	【3-1】【3-2】【3-3】

実施内容(番号)の説明

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発

【2. 射出成形加工技術の開発】

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発

【3. 開発コンポジットの強度向上に資する材料最適供給のための竹粉碎・分級条件の決定

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術確立

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理(過熱水蒸気処理)方法の検討

【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討

(3) 経理担当者及び業務管理者の所属、氏名

(事業管理者)

公益財団法人北九州産業学術推進機構

(経理担当者) 産学連携統括センター 事業推進部事業管理担当課長 湯村 隆史

(業務管理者) 産学連携統括センター 産学連携担当部長 牛島 雄二

(再委託先)

石川金属工業株式会社

(経理担当者) 企画部部長 天達 靖雄

(業務管理者) プラスチック事業部営業部長 中島 秀司

環境テクノス株式会社

(経理担当者) 管理部・営業部統括取締役 本村 修一

(業務管理者) 企画開発部・事業部 統括 取締役 部長 岩本 浩

(4)他からの指導・協力者名及び指導・協力事項

推進委員会委員

(外部推進委員)

氏 名	所属・役職	備 考
斉藤 淳	日産自動車九州株式会社 取締役執行役員	アドバイザー
西田 治男	九州工業大学エコタウン実証研究センター 教授	アドバイザー
主計 高広	株式会社主計物産 代表取締役社長	アドバイザー
大庭 英明	北九州市 産業経済局 新成長戦略推進室 戦略推進担当係長	アドバイザー
赤松 徹生	北九州市森林組合 参事	アドバイザー
田島 秀樹	株式会社ファルテック 開発センター長 執行役員	アドバイザー
内野 正和	福岡工業技術センター 機械電子研究所 機械技術課 材料強度評価チーム	アドバイザー
近藤 宏章	株式会社バンブーテクノ 代表取締役	アドバイザー

(内部推進委員)

氏 名	所属・役職	備 考
中島 秀司	石川金属工業株式会社 取締役朽網工場長兼プラスチック事業部営業部長	委
中春 隆弘	石川金属工業株式会社 プラスチック事業部 プラ成形課長	
岩本 浩	環境テクノス株式会社 企画開発部・事業部 統括 取締役 部長	委
松田 晋太郎	環境テクノス株式会社 企画開発部 課長	委
勝見 和彦	環境テクノス株式会社 企画開発部 課長代理	委
高城 義幸	環境テクノス株式会社 企画開発部 研究開発グループ 研究員	委

1-3 成果概要

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立(石川金属工業)

①高機能竹繊維と樹脂原料の配合サンプル材の製作・評価

高機能竹繊維(環境テクノス提供)とPP材を50:50及び10:90の割合で配合し、ペレット化テストを行った。ペレット化には『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』を用いて製作条件を探索した結果、最適な温度条件を確立することができ、高機能竹繊維プラスチックコンポジット(以下BPC)を製作できるようになった。

②試験片用金型の製作

評価用の試験片金型のJIS規格にもとづき最終仕様を決定し製作した。

金型規格 JIS K 7139(ISO 金型タイプ A 2個取り射出成形金型)「多目的試験片」

③配合サンプル材での試験片成形

高機能竹繊維とPP材を50:50及び10:90で配合したBPC材で、射出成形試験を行なった。いずれも成形性には問題がなく、懸念事項であった射出シリンダ内の残留がなく置換性にも問題ないことが解った。外観上で銀状が発生したが、乾燥条件を設定することで解消することが出来た。

④試験片の強度テスト

高剛性PP材と同等の機械特性を目標値として設定し、強度テストを実施した。

1. 引張弾性率(JIS K7161) 1,450Mpa以上 ⇒ 2,710Mpa以上を達成した。

2. 荷重たわみ温度(JIS K7191) 52℃以上(錘1.8MPa)(当初の95℃以上、錘0.45MPaから変更)
⇒ 75℃以上を達成した。

⑤配合比率決定

BPC材の高機能竹繊維とPP材の配合比率は、10:90でも引張弾性率・荷重たわみ温度の目標を達成可能である。しかし、コスト目標や低炭素化の観点からは竹繊維比率をできるだけ高める必要があり配合比率を、50:50と決定した。

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発(石川金属工業)

①ペレット化設備の考案

BPC材製造設備である『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』の設備仕様を考案した。考案に当っては、特に竹繊維と樹脂の混練性、繊維方向の制御性、竹繊維に対する耐摩耗性、流動性などを考慮した。また研究の進捗に伴い、粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造仕様についても考案した。

②配合比率決定よりペレット化設備の購入

上記のペレット化設備の考案を基にBPC材の配合比率も加味して仕様を検討し、『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』から構成されるペレット化設備を購入した。また研究の進捗に伴い粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造を実施した。実機テストでは問題なくペレット化ができることが確認できた。

③混合ペレット材の生産

高機能竹繊維のサイズの異なるペレットを生産し、試験片成形に供した。また6つのケースについてペレット製造コスト試算を行った結果、ケース⑥において、目標「石油由来樹脂価格の20%削減」を達成可能なことが分った。【汎用PP材価格200円/kg→(20%減)→BPCペレット160円/kg】

検討ケース	前提条件			BPCペレット	
	BPC生産規模	竹の収集	熱源供給の	製品原価	
	(トン/月)	既存システム	可能性	(試算値)	
①	100	無	無	⇒	181 円/kg
②	100	有	無（一部有）	⇒	171 円/kg
③	100	無	有	⇒	170 円/kg
④	200	無	有	⇒	166 円/kg
⑤	100	有	有	⇒	163 円/kg
⑥	200	有	有	⇒	159 円/kg

④混合ペレット材での試験片成形

高機能竹繊維のサイズの異なるペレットで試験片成形を行い、機械特性評価試験に供した。これにより竹繊維サイズによって機械特性に有意性があることが確認できた。また含水率は約3%あるが、乾燥温度条件の設定により外観面を向上出来ることが確認できた。

⑤試験片での自動車部品テスト

自動車部品規格での物性テストを行い、PP材に比べて曲げ性能・硬度を向上出来ることが確認できたが、アイゾット衝撃値は低下することが分った。アイゾット衝撃値は竹繊維の含有率を下げることで若干の良化が見られた。

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発(石川金属工業)

①成形機スクリュ・シリンダの考案

BPCは含有成分分析より塩素系成分を多く含有しているため、スクリュ、シリンダの材質は耐腐食性を重視した表面処理を施すこととした。シリンダは、今回購入した成形機メーカーで、複合合金を開発しており、標準装備しているためこれを採用した。

②射出成形機の購入

上記の、仕様を装備した射出成形機を購入し、設置した。

③混合ペレット材での試験片成形

試験片成形工程において発生するガス分を適切に外部に吸引できる金型構造や真空引き装置を備える試験片金型を得ることができ、射出成形機と取出装置・搬送装置を連動させることで、研究ノウハウの入った装置にすることが出来た。

④最適成形条件の決定

製品外観を向上するには、金型温度・材料乾燥条件の設定が重要であることが解った。また、シリンダ温度・射出圧力・射出速度・冷却時間の最適成形条件を試験片と製品について決定した。機械サイクルタイム30秒/個以下を達成するためには、製品の变形防止がポイントであることが分った。

⑤自動車部品金型での成形

顧客より金型を借用し成形テストを実施したところ、小型成形では問題なく射出成形できることが解ったが、顧客様の量産金型を使用し、大型射出成形テストを実施したところ、小型成形では分らなかった、樹脂流動の課題が明確になった。流動性の高い樹脂の活用を検討する必要がある。

⑥自動車部品での自動車部品規格テスト

小型成形品で、引張試験・曲げ試験・衝撃試験・硬度試験・熱変形温度試験を実施し、試験片と同等の機械特性を得ることができた。硬度は、自動車規格に対し2倍以上の硬度があることが分った。アイゾット

衝撃値については向上が必要であるが、部品によってその目標値が異なるので事業化候補部品を決めて取り組んでいく。

【その他：BPC材PR活動の実施】

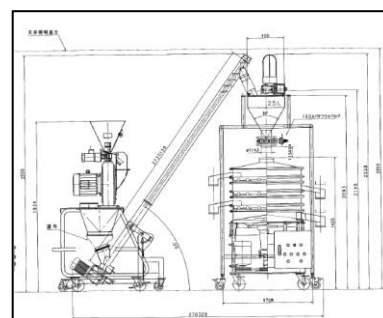
3年間で、展示会PRは延べ15か所。福岡県様、北九州市様、中小機構様など多くの方々から展示会のご提案をいただいた。企業訪問PRとしては、福岡の企業様から佐賀県まで訪問し、自動車部品メーカーにPR出来た。また、自動車業界以外の電気設備メーカーや建材メーカーなど、延べ8社に及んだ。その他業界紙など6件の取材をされ、北九州発信のサポイン研究内容が、広く知られるようになったと感じている。

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立（環境テクノス）

①高機能竹繊維原料の安定生産方法の確立及び試験用試料の作製

安定生産方法については、「粉碎→移送→分級」工程のシステム化について検討し、装置の省スペースによる連続運転を可能にした。試験用試料の作製に関しては、竹の性状や前処理条件の違いによる高機能竹繊維製造への影響を把握するために、条件の異なる過熱水蒸気処理竹を用いて竹繊維試料を作製した。

	サンプル No.	過熱水蒸気 処理温度(℃)	保持時間 (h)	備考
H24年度	1	180	2	生竹：管理竹林
	2	200	2	生竹：管理竹林
	3	220	2	生竹：管理竹林
	4	190	2	生竹：管理竹林
	5	200	1	生竹：管理竹林
	6	220	1	生竹：管理竹林
H25年度	1	210	1	生竹：管理竹林（夏期伐採）
	2	210	1	生竹：放置竹林（夏期伐採）
	3	210	1	乾燥竹：管理竹林（H23年度伐採）
	4	210	1	生竹：管理竹林（冬期伐採）



②高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討（粉碎技術の検討）

ピンミル方式（機械式）の「高アスペクト比竹繊維化微粉碎機」を、機器メーカーと共に考案・製作した。本機を使用して、排出スクリーンなどの条件検討を行い、生産性を高める結果（排出スクリーン径1.0mm）を得た。



③高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討（分級技術の検討）

本研究開発では、微粉末化された竹繊維の形状制御（分級）を必要としたため、機器メーカーと共に「高アスペクト比竹繊維振動選別機」の考案・製作した。

概ね63以下分画で25～30%、63～150分画で25～30%、150～250分画で25～30%の割合で分級出来ることを確認した。



④事業化を見据えた分級技術の検討

事業化を見据え試料の生産性をたかめるために、竹微粉碎化システム全体の自動化を実施した。微粉碎工程から分級工程までの一連の流れについて、7kg～10kg/hの処理が可能となり、作業の効率化（作業人員の削減）と共に、竹繊維粉末の生産性は初年度比で、3倍程度向上した。

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理（過熱水蒸気処理）方法の検討（環境テクノス）

①過熱水蒸気処理条件の検討

ベンチスケールのドラム缶処理装置での検討ならびに、大型処理装置により過熱水蒸気処理を行った。実機を想定した処理条件としては、200～210℃付近での処理が最適と考えられ、低エネルギー化の視点では、乾燥竹の処理が処理時間の短縮に優位である結果を得た。

②竹繊維の性状確認試験

製品検査的意味合いでの、評価方法が必要と考え、その方法の確立を目指して様々な検討を行ってきたが、信頼性が高く尚かつ簡易に試料性状を評価する方法を構築するまでには至らなかった。しかしながら、測定結果から竹繊維性状の傾向は把握できており、装置の分級機能が概ね機能していることや、アスペクト比の高い試料の存在比が、分級分画 63～150 μm 試料で約半分、分級分画 150～250 μm 試料では、約 7 割程度の割合で存在していることがわかった。

【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討（環境テクノス）

本研究開発の中では、竹繊維の性状としては、250 μm 篩い目以下の試料を、事業化を検討する際の竹繊維のスペックとして検討していくこととした。竹繊維を製造する工程での回収率（歩留まり）はおおよそ 95%を達成した。

1－4 当該研究開発の連絡窓口

公益財団法人北九州産業学術推進機構 産学連携統括センター

産学連携担当部長 牛島 雄二

連絡先 tel : 093-695-3006 fax : 093-695-3018

e-mail : y-ushi.jima@ksrp.or.jp

第2章 本論

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立

①高機能竹繊維と樹脂原料の配合サンプル材の製作・評価

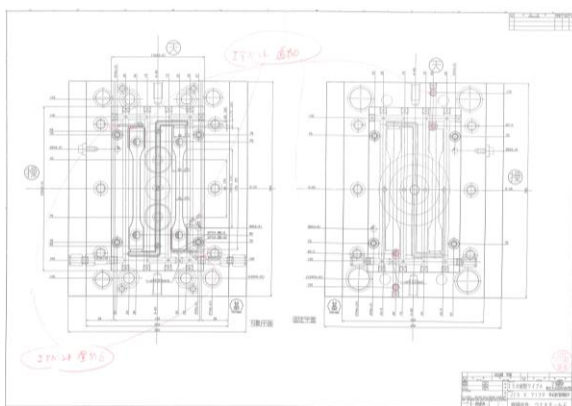
高機能竹繊維（環境テクノス提供）とPP材を 50:50 及び 10:90 の割合で配合し、ペレット化テストを行った。ペレット化には『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』を用いて製作条件を探索した結果、最適な温度条件を確立することができ、高機能竹繊維プラスチックコンポジット（以下BPC）を製作できるようになった。

	配合比率 高機能竹繊維:PP材 ① 50:50 ② 10:90 ニーダー温度 160℃～180℃ 混練性問題なし ニーダー温度は 160℃が最適
	シリンダ温度 160℃～170℃ ダイス温度 150℃～190℃ ① 150℃ ダイス部固化 NG ② 190℃ ペレット同士がくっつく NG ③ 160℃ ペレットサイズばらつき大 NG ④ 175℃ ペレット形状 OK

②試験片用金型の製作

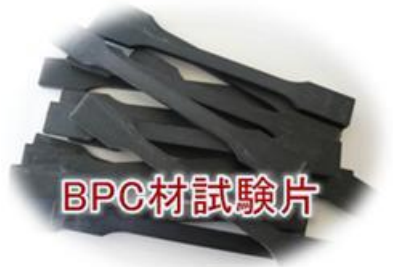
評価用の試験片金型の JIS 規格にもとづき最終仕様を決定し製作した。

金型規格 JIS K 7139 (ISO 金型タイプ A 2 個取り射出成形金型) 「多目的試験片」



③配合サンプル材での試験片成形

高機能竹繊維とPP材を 50:50 及び 10:90 で配合したBPC材で、射出成形試験を行なった。いずれも成形性には問題がなく、懸念事項であった射出シリンダ内の残留がなく置換性にも問題ないことが解った。外観上で銀状が発生したが、乾燥条件を設定することで解消することが出来た。

	試験片成形(JIS K 7152-1) 金型離型問題なし 成形性問題なし 可塑化時の臭気があるため、換気等の検討が必要。
 BPC材試験片	ショット重量:28.90g 1 キャビ:10.08g 2 キャビ 10.09g サイクルタイム:25.85 秒 外観に銀状有り。乾燥温度調査が必要。
 PP材試験片	強度テストで、比較試験用にBPC材試験片と同条件にて、サンプル取りを行なった。

④試験片の強度テスト

高剛性PP材と同等の機械特性にするため以下の目標値を設定した。これに対して下の表に示すような結果が得られ、目標を達成することができた。

1. 引張弾性率(JIS K7161) 1,450Mpa 以上 ⇒ 2,710Mpa 以上を達成した。
2. 荷重たわみ温度(JIS K7191) 52℃以上(錘 1.8MPa)(当初の 95℃以上、錘 0.45MPa から変更)
⇒ 75℃以上を達成した。

	試験日	1月17日	1月17日	2月26日	2月26日	2月26日	2月26日	2月26日	2月26日	2月26日
		(主材PP)	0%	50%	50%	50%	50%	10%	50%+添加2.5%	0%
		竹繊維配合比率	竹繊維サイズ	試験場所	目標値	実績値	実績値	実績値	実績値	実績値
① 引張弾性率 (JIS K 7161)	1450Mpa以上	—	—	2820Mpa	3010Mpa	3280Mpa	2710Mpa	1590Mpa	2380Mpa	1040Mpa
①' 引張強さ (JIS K 7161)	—	20.5Mpa	16.9Mpa	16.8Mpa	17.2Mpa	18.3Mpa	15.9Mpa	19.2Mpa	27.0Mpa	21.8Mpa
② 荷重たわみ温度 (JIS K 7191)	95℃以上 (0.45Mpa)	51.3℃ (1.80Mpa)	95.7℃ (1.80Mpa)	80℃ (1.80Mpa)	86℃ (1.80Mpa)	87℃ (1.80Mpa)	75℃ (1.80Mpa)	63℃ (1.80Mpa)	—	—
(注)※目標値は、プライムポリマー銘柄物性表による										

当初の目標は達成できたため、以降は自動車メーカーの意見に基づいた評価項目を仮目標とおいて評価を進めることとした。その結果としては、曲げ弾性率・曲げ強度には問題はないが引張強度が目標より

りやや低くアイゾット衝撃強度も低いことが分った。そこで、添加剤による強度向上及び衝撃強度向上を試みたところ、引張強度は 37.8MPa と大幅に向上したが、アイゾット衝撃強度については 3.3KJ/m²となり大きな効果は得られなかった。

⑤配合比率決定

竹繊維含有割合と添加剤の割合がBPC材の耐衝撃性に与える影響を調べた結果を以下に示す。

竹繊維プラスチックコンポジット(PP)物性評価試験内容

	単位	プライムポリマー J-3056HP	サンプル②	サンプル②	サンプル②	サンプル②	サンプル②
			50%+添加2.5% 250μ m以下	50%+添加5.0% 250μ m以下	20%+添加2.5% 250μ m以下	10%+添加2.5% 250μ m以下	5%+添加2.5% 250μ m以下
アイゾット衝撃	kJ/m ²	5.7	3.3	2.9	3.8	4.3	4.7

竹繊維の含有率を下げるほどアイゾット衝撃値が上昇するが、最大でも 4.7kJ/m²であり(竹繊維比率 5%)、PP 材 100%の 5.7kJ/m²にまでは上がらなかった。また添加剤を増やした場合の影響も見たが逆に低下する結果となった。竹繊維含有量を低減するほどアイゾット衝撃値の特性は向上することが分ったが、竹繊維含有 5%～20%の場合はコストの低い竹繊維の量が少ないためコスト目標の達成が厳しくなる。また低炭素化の観点からも竹繊維比率をできるだけ高める必要がある。以上より、配合比率を「竹繊維：PP材＝50：50」「添加剤比率：2. 5%」と決定した。

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発

①ペレット化設備の考案

BPC材製造設備である『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』の設備仕様を考案した。考案に当っては、特に竹繊維と樹脂の混練性、繊維方向の制御性、竹繊維に対する耐摩耗性、流動性などを考慮した。また研究の進捗に伴い、粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造仕様についても考案した。粉塵対策としてはニーダーカバーと集塵機設置、ペレットのブロッキング対策としては、ダイス形状変更、カッター刃変更などを考案した。

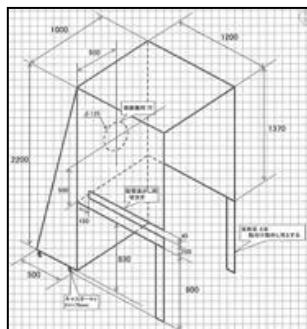
加圧式ニーダー



二軸一軸押出機



加圧ニーダーカバー方案図



加圧式ニーダーカバー設置外観



②配合比率決定よりペレット化設備の購入

上記のペレット化設備の考案を基にBPC材の配合比率も加味して仕様を検討し、『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』から構成されるペレット化設備を購入した。また研究の進捗に伴い粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造を実施した。実機テストでは問題なくペレット化ができることが確認できた。

③混合ペレット材の生産

高機能竹繊維のサイズの異なるペレットを生産し、試験片成形に供した。またペレット製造コスト試算を行ったが、製造コストに影響が大きい因子として下記のような事項が挙げられた。

- ・BPC ペレット製造に関する企業形態(工程ごとの独立形態 or プロセス全体の一体型)
- ・BPC ペレットの製造規模や立地場所
- ・原料(主に竹)の購入価格
- ・BPC 製造に伴うランニングコスト(主に過熱水蒸気処理の熱源)
- ・原料や製品の収集運搬コスト

など

上記を踏まえ、主に BPC ペレット生産規模、原料購入価格、熱源供給の可否について条件を設定し、6つのケースについてコスト試算を行った。以下にその結果を示す。

BPCペレットの製造原価試算結果

検討ケース	前提条件			BPCペレット	
	BPC生産規模	竹の収集	熱源供給の	製品原価	
	(トン/月)	既存システム	可能性	(試算値)	
①	100	無	無	⇒	181 円/kg
②	100	有	無(一部有)	⇒	171 円/kg
③	100	無	有	⇒	170 円/kg
④	200	無	有	⇒	166 円/kg
⑤	100	有	有	⇒	163 円/kg
⑥	200	有	有	⇒	159 円/kg

ケース⑥において、目標「石油由来樹脂価格の20%削減」を達成可能なことが分った。

【汎用PP材価格 200 円/kg→(20%減)→BPC ペレット 160 円/kg】

④混合ペレット材での試験片成形

PP材以外で、ABS材と竹繊維の混合ペレットを製造し、試験片の射出成形テストを行った。PP材と同じ項目で物性評価の数値を以下に示す。

竹繊維プラスチックコンポジット(ABS)物性評価試験内容							
2013年12月2日 石川金属工業株式会社							
	引張特性			荷重たわみ温度	アイゾット衝撃	曲げ特性	
	引張強さ	破壊伸び	弾性率			強さ	弾性率
単位	Mpa	%	Mpa	℃	kJ/m ²	Mpa	Mpa
ABS材+竹繊維(50:50)	50.8	1.8	3,610	92	2.1	81.6	6,030

物性項目	単位	試験法	高剛性			
			テクノ ABS 110	テクノ ABS 130	テクノ ABS 150	テクノ ABS 170
引張強さ	MPa (kg/cm ²)	ASTM-D638 ISO 527	53.9 (550)	49.0 (500)	43.1 (440)	35.3 (360)
曲げ強さ	MPa (kg/cm ²)	ASTM-D790 ISO 178	91.2 (930)	88.3 (900)	73.5 (750)	58.8 (600)
曲げモジュラス	MPa (kg/cm ²)	ASTM-D790 ISO 178	2990 (30500)	2750 (28000)	2350 (24000)	1860 (19000)
アイゾット衝撃強さ	J/m (kg-cm/cm)	ASTM-D256 23℃	157 (16)	196 (20)	314 (32)	392 (40)
シャルピー衝撃強さ	KJ/m ²	ISO 179 -20℃	12 (10)	20 (10)	26 (23)	36 (33)
ロックウェル硬さ	Rスケール	ASTM-D785 ISO 2039	R114 R113	R112 R109	R106 R105	R91 R89
メルトフローレート	g/10分 (TestTemp℃)	JIS-K7210	22.0 (220)	17.0 (220)	16.0 (220)	9.0 (220)
メルトマスフローレート		ISO 1133	23	18	16.0	9.0
熱実用温度	℃	ASTM-D648	94	91	90	89
荷重たわみ温度		ISO 75	83	80	79	76

物性項目の、引張強さ 47Mpaに対し 50.8Mpaと向上、曲げ強さ 75Mpaに対し 81.6Mpaと向上、荷重たわみ温度 80℃に対し 92℃と、PP材同様の項目については向上が見られる。アイゾット衝撃は、20kJ/m²に対し 2.1kJ/m²と下がっている。ABS材は、B(ブタジエン)のゴム成分が入っているため、差が出にくいのではと予想していたが、大きく下がる結果となった。PP材同様、製品形状での物性を確認する予定としている。PC材は、アドバイザー様より、230℃で燃焼する現象がでるとの情報を受け、テストの方法を再検討している。

⑤試験片での自動車部品テスト

自動車部品規格での物性テストを行い、曲げ特性は向上出来ることは確認できたが、アイゾット衝撃値は、低下することが確認できた。竹繊維の含有率を下げることで若干の良化が見られた。

竹繊維プラスチックコンポジット(PP)物性評価試験内容

	単位	竹繊維プラスチックコンポジット(PP)物性評価試験内容							
		プライムポリマー J-3056HP	50%+添加0%	50%+添加2.5%	50%+添加5.0%	50%+添加7.5%	50%+添加10.0%	50%+添加12.5%	50%+添加15.0%
引張強さ	Mpa	21	27.0	20.0	18.0	19.4	37.8	35.8	34.8
引張伸び	%	70	1.7	0.92	0.93	1	1.9	1.8	1.7
弾性率	Mpa	1,150	2,380	3,380	3,080	3,000	3,490	3,320	3,340
荷重たわみ温度	℃	90(0.45Mpa)	87(1.80Mpa)	102(1.8Mpa)	98(1.8Mpa)	118(1.8Mpa)	115(1.8Mpa)	114(1.8Mpa)	112(1.8Mpa)
アイゾット衝撃	kJ/m ²	5.7	1.9	2.5	2.1	2.1	3.3	2.6	2.8
曲げ特性	強さ	Mpa	27	49.1	38.4	33.7	35.3	62.8	59.7
	弾性率	Mpa	1850	3,520	5,620	5,120	4,950	5,650	5,220

竹繊維プラスチックコンポジット(PP)物性評価試験内容

	単位	竹繊維プラスチックコンポジット(PP)物性評価試験内容				
		プライムポリマー J-3056HP	50%+添加2.5%	50%+添加5.0%	20%+添加2.5%	10%+添加2.5%
アイゾット衝撃	kJ/m ²	5.7	3.3	2.9	3.3	4.3

【2. 射出成形加工技術の開発】

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発

①射出成形機スクリュ・シリンダの考案

スクリュ、シリンダの材質検討について、含有成分分析より、塩素系成分が多く含有しているため、材質は腐食性を重視した表面処理を施すこととした。シリンダは、今回購入した成形機メーカーで、複合合金を開発しており、標準装備しているため採用した。今回の分析は、摩耗性・腐食性に対して行っており、成形機メーカーで開発した合金に影響があると思われる 10 種類の成分を測定している。

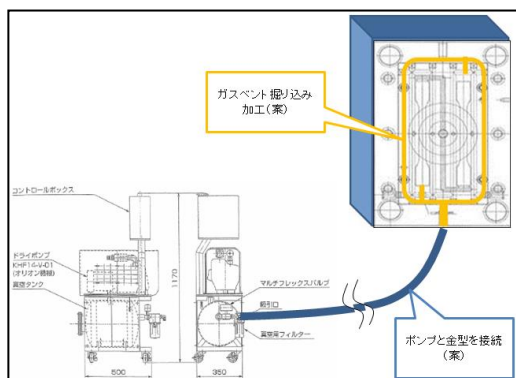
②射出成形機の購入

上記の、仕様を装備した射出成形機を購入し、設置した。

③混合ペレット材での試験片成形

試験片射出成形時に発生するガス分の不具合を解消するため、金型にガスベントの彫込みと真空ポンプ設置により強制的に排出する改造を行った。

試験片金型改造方案図



射出成形機改造方案図



射出成形機は、全自動運転を可能にするため、コンベアと成形機を連動させる改造を行った。

④最適成形条件の決定

成形機改造終了により、様々なテストを行い、試験片成形時の最適成形条件の決定を行った。

代表的な成形条件であるシリンダ温度と金型温度の設定は以下ようになった。

		シリンダ温度 (NH1)					結果
		180℃	190℃	200℃	210℃	220℃	
金型温度	40℃	×	×	×	×	×	流動悪
	50℃	×	×	×	△	×	外観悪
	60℃	×	△	○	◎	×	外観良
	70℃	×	△	○	◎	×	外観良
	80℃	×	△	○	○	×	バリ悪
結果		流動悪	外観悪	外観良	臭気弱	臭気強	

結果より、外観が良く臭気の弱い温度条件を決定した。

【シリンダ温度 (NH1) : 210℃】 【金型温度 : 60℃～70℃】

上記の結果より、シリンダ温度と金型温度を固定し、射出圧力と冷却時間の設定を行った。

シリンダ温度 (NH1) 210℃ 金型温度 60℃							
		射出圧力					結果
		60Mpa	70Mpa	80Mpa	90Mpa	100Mpa	
冷却時間	5 秒	×	×	△	△	×	変形大
	10 秒	×	○	○	△	×	寸法悪
	15 秒	×	○	◎	△	×	寸法良
	20 秒	×	○	◎	△	×	寸法良
	25 秒	×	×	×	×	×	サイクル NG
結果		流動悪	ヒケ有	外観良	バリ大	型残り	

結果より、寸法が良く外観の良い条件を決定した。

【射出圧力 : 80Mpa】 【冷却時間 : 15 秒】

上記、4 項目について基本条件を決定した。

	シリンダ温度(NH1)	金型温度	射出圧力	冷却時間
成形基本条件	210℃	60℃～70℃	80Mpa	10 秒～15 秒

(※これは、基本条件であって、製品形状に合わせ、詳細の条件は設定する。)

上記基本条件を基に、B社製品の最適条件を設定した。

⑤自動車部品金型での成形

混合ペレットによる成形テストを行い、不具合箇所の確認を行った。(A社様借用金型)



外観不具合要因はあるが、成形性に問題なく射出が来ている。ゲート径の詰り不具合の発生を懸念していたが、ゲート径φ1mmでも問題なく成形できた。

⑥自動車部品での自動車部品規格テスト

「⑤自動車部品金型での成形」で射出成形テストを行ったB社製品の自動車部品内装規格を頂き、物性性能試験を行うこととした。性能試験を、B社借用金型で射出成形した製品で実施する検討をしたが、形状・サイズより「セールインナー」のみが実施可能であった。実施結果を以下に示す。

	曲げ特性		アイゾット衝撃		荷重たわみ温度	ロックウェル硬度
	強さ	弾性率				
単位	Mpa	Mpa	kJ/m ²	破壊状態	℃	HRR
セールインナー (PP:竹繊維:添加剤=50:50:2.5)	51.1	3,980	2.6	完全破壊	82(1.8Mpa)	91
試験片 (PP:竹繊維:添加剤=50:50:2.5)	62.8	5,650	3.3	完全破壊	118(1.8Mpa)	未実施
PP材(PP100%)	27	1650	5.7	完全破壊	90(0.45Mpa)	未実施

結果より、製品形状でもPP材100%の物性を上回ることが解った。また、B社要望試験内容の目標値からは、アイゾット衝撃値以外は上回る結果となった。アイゾット衝撃値の向上を新たな目標とし、今後の研究開発に取り組む。

【その他:BPC材PR活動の実施】

※研究開発に係わる調査及びPR結果

3年間で、展示会PRは延べ 15 か所。福岡県様、北九州市様、中小機構様など多くの方々から展示会のご提案をいただき、九州から関東圏までの広範囲で活動した。企業訪問PRとしては、福岡の企業様から佐賀県まで訪問し、自動車部品メーカーにPR出来た。また、自動車業界以外の電気設備メーカーや建材メーカーなど、延べ 8 社に及んだ。

・展示会PR

- ① 2012 年 2 月 21 日～22 日 「九州新技術・新工法展示商談会」
(場所:日産自動車(株)テクニカルセンター)
- ② 2012 年 5 月 23 日～25 日 「人とくるまのテクノロジー展 2012」(場所:パシフィコ横浜)
- ③ 2012 年 9 月 4 日～5 日 「大分・福岡次世代技術展示商談会」(場所:(株)デンソー本社)
- ④ 2012 年 11 月 15 日～16 日 「九州新技術・新工法展示商談会」(場所:トヨタ自動車(株)本社)
- ⑤ 2012 年 12 月 5 日 「九州新技術・新工法展示商談会」(場所:トヨタ自動車九州(株))
- ⑥ 2012 年 12 月 13 日～15 日 「エコプロダクツ 2012」(北九州市ブース)(場所:東京ビッグサイト)
- ⑦ 2013 年 2 月 7 日 「北九州ビジネス交流会 2013」(場所:西日本総合展示場)
- ⑧ 2013 年 5 月 22 日～24 日 「人とくるまのテクノロジー展 2013」(場所:パシフィコ横浜)
- ⑨ 2013 年 5 月 29 日～31 日 「中小企業総合展 2013」(場所:インテックス大阪)
- ⑩ 2013 年 10 月 15 日 「九州自動車新技術・新工法展示商談会」(場所:ダイハツ九州(株))
- ⑪ 2013 年 10 月 23 日 「九州自動車新技術・新工法展示商談会」
(場所:ダイハツ工業(株)企業年金基金会館)
- ⑫ 2013 年 11 月 12 日～14 日 「モノづくりフェア 2013」(場所:マリンメッセ福岡)
- ⑬ 2013 年 12 月 12 日～14 日 「エコプロダクツ 2013」研究調査及びPR(場所:東京ビッグサイト)
- ⑭ 2014 年 2 月 20 日 「中国地域・九州地域新技術・新製品展示商談会」
(ホンダ展示商談会)(場所:(株)本田技術研究所)

- ⑮ 2014 年 2 月 26 日～28 日 「量産試作加工技術展(エネテックジャパン)」
(場所:東京ビッグサイト)

・企業訪問PR

- | | | |
|---|------------------|-------|
| ① | 2012 年 11 月 26 日 | A社設計部 |
| ② | 2013 年 2 月 18 日 | B社 |
| ③ | 2013 年 6 月 6 日 | A社購買部 |
| ④ | 2013 年 6 月 27 日 | C社 |
| ⑤ | 2013 年 6 月 28 日 | D社 |
| ⑥ | 2013 年 7 月 16 日 | E社 |
| ⑦ | 2013 年 8 月 7 日 | F社 |
| ⑧ | 2013 年 11 月 22 日 | G社 |
| ⑨ | 2013 年 12 月 11 日 | H社 |

・その他PR

- | | | |
|---|------------------|---------------------------------|
| ① | 2012 年 11 月 22 日 | パーツネット北九州総会にてプレゼン(場所:リーガロイヤル小倉) |
| ② | 2013 年 10 月 10 日 | ワークショップ 2013 にてプレゼン(場所:八女市) |
| ③ | 2013 年 7 月 4 日 | 日経ビジネス様取材 |
| ④ | 2013 年 9 月 25 日 | 未来パレットだより掲載 |
| ⑤ | 2013 年 12 月 25 日 | 北九州市政だより新春号掲載 |
| ⑥ | 2014 年 2 月 17 日 | ビジネスサポートふくおか 2 月号掲載 |

今回のPR活動で、全国的に北九州市発信の高機能竹繊維プラスチックコンポジットの開発が、広まったと感じている。また、福岡県・北九州市共に、環境及び自動車産業へのPR活動を積極的におこなっており、今後の研究開発の追い風になる。

【3. 開発コンポジットの強度向上に資する材料最適供給のための竹粉碎・分級条件の決定】

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立

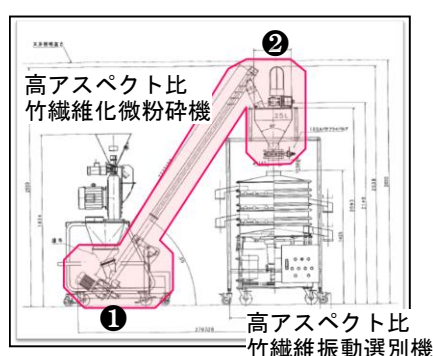
①高機能竹繊維原料の安定生産方法の確立及び試験用試料の作製

(1)安定生産方法の確立

本研究開発では、【3-1】②で述べる微粉碎工程及び【3-1】③で述べる分級工程が高機能竹繊維原料を製造(調製)する基本的な工程となっている。事業化等を見据えた形で安定的に高機能竹繊維原料を生産するためには、この工程のシステム化が必須であったため、その検討を実施した。また、高機能竹繊維原料は、微粉末という性状もあることから、飛散による作業環境への影響も考慮して検討を行った。

その結果、「粉碎→移送→分級」工程について、狭いスペースでの連続運転が可能となり、上記の問題点(試料の飛散)も解決することができた。

検討するに当たり、最も留意したのは「粉碎試料の流動性」であり、特に移送部と各機器の接続部分(①及び②)での試料の「詰まり」や「ロス」を起こさない構造とした。



(2)試験用試料の作製

過熱水蒸気処理の最適条件や後工程(BPCペレット化、BPC射出成型)において要求される高機能竹繊維原料の性状を把握するために、様々な条件で過熱水蒸気処理した竹について、「微粉末竹繊維製造装置」を用いて粉碎・分級し、竹繊維試料を作製した。

作製した竹試料の主な過熱水蒸気処理条件並びに処理に用いた竹の性状は以下のとおりである。

【過熱水蒸気処理条件】

	サンプル No.	過熱水蒸気 処理温度(℃)	保持時間 (h)	備考
H24年度	1	180	2	生竹：管理竹林
	2	200	2	生竹：管理竹林
	3	220	2	生竹：管理竹林
	4	190	2	生竹：管理竹林
	5	200	1	生竹：管理竹林
	6	220	1	生竹：管理竹林
H25年度	1	210	1	生竹：管理竹林(夏期伐採)
	2	210	1	生竹：放置竹林(夏期伐採)
	3	210	1	乾燥竹：管理竹林(H23年度伐採)
	4	210	1	生竹：管理竹林(冬期伐採)

H24年度の試料については、パイロットスケールにおける過熱水蒸気処理条件(温度、保持時間)を導き出すために実施し、200~210℃付近の温度で処理した竹が本工程上最適と判断した。H25年度の試料については、使用する竹の状況や管理状態による影響を把握するために実施し、本工程上は、特に相違は無く、過熱水蒸気処理に費やすエネルギーを考慮すると乾燥竹が優位になる結果となった。

②高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討(粉碎技術の検討)

粉碎機の試料粉碎方式は、気流式の装置(ジェットミル等)と機械式の装置(カッターミル等)とに二分される。本研究開発においては試料のアスペクト比を保持することが要求されるため、基礎研究結果を基に、ピンミル方式(機械式)の「高アスペクト比竹繊維化微粉碎機」を、機器メーカーと共に考案、製作した。

以下に機器の納入及び試運転状況の結果を示す。

【高アスペクト比竹繊維化微粉碎機】		
	機器納入日	平成 23 年 10 月 28 日
	機器の運転	異常なし
	・ 一次粉碎を行った実試料を用いて、試料粒度 5mm 以下(正常運転)及び 10mm 程度(負荷運転)の 2 条件により、機器性能を確認。	
	試運転状況	試料処理量：5～10kg/h
	・ 排出スクリーン径 0.36mm 及び 1.0mm の試験において、共に、時間あたり 10kg 程度の処理量を確認 ・ 排出試料もサンプル品と遜色なし ・ 歩留り：95%以上 (※対投入原料 10kg)	

機器処理条件としては、排出スクリーン開孔穴径の違い(0.36mm, 1.0mm)による処理サンプルの形状確認を行い、微粉碎機排出スクリーン径 1.0mm の処理の方が、生産性を高める結果を得た。

③高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討(分級技術の検討)

本研究開発における微粉末竹繊維の基本粒径(繊維長)は、 $250\mu\text{m}$ 以下試料を主な検討対象としているが、最終製品(BPC)の物性を高める検討も行うために、微粉末化された竹繊維の形状制御(分級)を必要とする。さらに事業化を見据え、この分級を連続的に運転する必要もあるため、機器メーカーと共に「高アスペクト比竹繊維振動選別機」の考案し、製作した。

以下に機器の納入及び試運転状況の結果を示す。

【高アスペクト比竹繊維振動選別機】		
	機器納入日	平成 23 年 10 月 31 日
	機器の運転	異常なし
	・ 試料粒径(繊維長) $300\mu\text{m}$ 以下の微粉碎試料を用いて確認。残留試料の割合は少ない。 ・ 各篩いの目詰まりも少なく連続運転に支障なし	
	試運転状況	試料処理量：5～10kg/h
	・ 振動体のウェイト位相について、2 条件を確認。 ・ 1 サイクル(試料投入、分級、排出)計 3 分の運転条件において、10kg/h の処理を確認。 ・ 歩留り：98%以上 (※対投入原料 10kg)	

本研究開発では、目開き $63\mu\text{m}$ 、 $150\mu\text{m}$ 、 $250\mu\text{m}$ の篩い使用して分級を行った。試料の性状によって多少の違いはあるものの、概ね 63 以下分画で 25～30%、63～150 分画で 25～30%、150～250 分画で 25～30%の割合で分級出来ることを確認した。

④事業化を見据えた分級技術の検討

【3-1】①(1)に示した粉碎・分級工程のシステム化により、装置全体として密閉型での試料移送が可能となり、安全で粉塵飛散を伴わない装置を開発することが出来た。

しかしながら、各装置の制御は独立していたため、本システムにおける試料の生産性は初年度から大幅には向上していない状況にあった。上記課題を解決するために、竹微粉碎化システム全体の自動化を目指し、高アスペクト比竹繊維振動選別機の運転サイクル等に合せたシステム全体の制御や機器の改造を実施した。

【機器の納入状況/試運転結果】

《機器納入日》平成 25 年 9 月 6 日(金)

《設置場所》環境テクノス(株) ひびき研究所

・購入範囲の物品及び書類等の確認を行った。

→不備なし

《試運転結果》実施日:平成 25 年 9 月 6 日(金)

無負荷運転及び実試料を用いた試運転を行った。

・無負荷運転→問題なし

・試運転結果→問題なし



上記の「高アスペクト比竹繊維振動選別機再改造」により、竹微粉碎化システム全体の自動化が可能となった。本研究開発における装置規模で、微粉碎工程から分級工程までの一連の流れについて、7kg～10kg/hの処理が可能となり、作業の効率化(作業人員の削減)と共に、生産性についても初年度比で、2倍程度向上した。

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理(過熱水蒸気処理、竹粉碎)方法の検討

①過熱水蒸気処理条件の検討

【3-1】①(2)に示した条件で、過熱水蒸気処理の検討を行った。H24 年度は、ベンチスケールのドラム缶処理装置で詳細な条件検討を行い、その結果を踏まえ、H25 年度はパイロットスケールの大型処理装置により過熱水蒸気処理を行った。以下にその外観を示す。



ドラム缶処理装置



SHS 処理装置の外観およびかごの様子

過熱水蒸気処理条件としては、処理後の竹の性状や粉碎・分級工程における作業負荷、及び後工程における射出成型状況や BPC テストサンプルの試験結果から、200～210℃付近で処理した竹が性能的に最適と考えられた。低エネルギー化の視点では、含水率の影響から乾燥竹の処理が処理時間の短縮に優位である結果となった。

②竹繊維の性状確認試験

本研究開発では、様々な過熱水蒸気処理を施し、粉碎分級を行った微粉末竹繊維について、その性状把握を目的として、以下の装置による測定を行った。

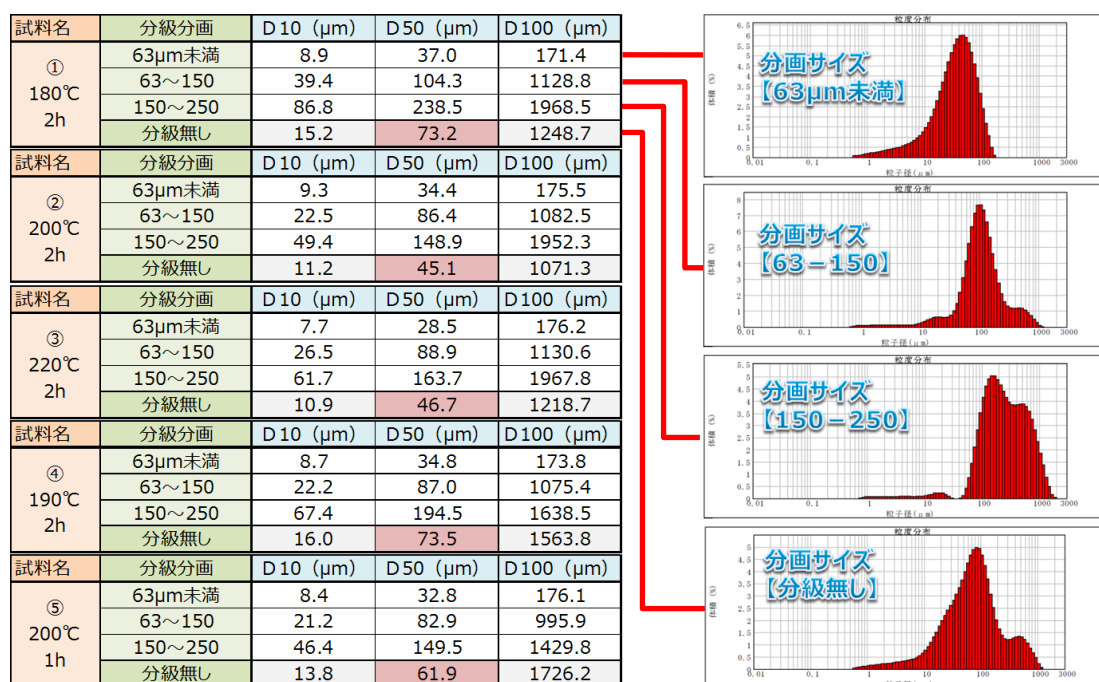
- 1) レーザー回折式粒度分布測定
- 2) 画像解析式粒度分布測定
- 3) 画像データを基にした画像解析ソフトによる解析

竹繊維の性状確認試験では、現場での製品検査的意味合いでの、評価方法が必要と考え、その方法の確立を目指して様々な検討を行ってきたが、信頼性が高く尚かつ簡易に試料性状を評価する方法を構築するまでには至らなかった。現状では、実際とは多少異なる結果であるという認識をした上で、レーザー回折式粒度分布測定による性状確認が、一定の精度もあり、製品検査的意味合いでは現場での測定も可能であり現実的と言える。課題として、今後も測定装置や測定技術の進展を鑑みながら、状況を合せた評価手法を検討していく必要がある。

以下に、上記の解析結果を基にした「竹粉体の形状制御の目標値の達成状況」を示す。

(1) アスペクト比 1 and 10 以上

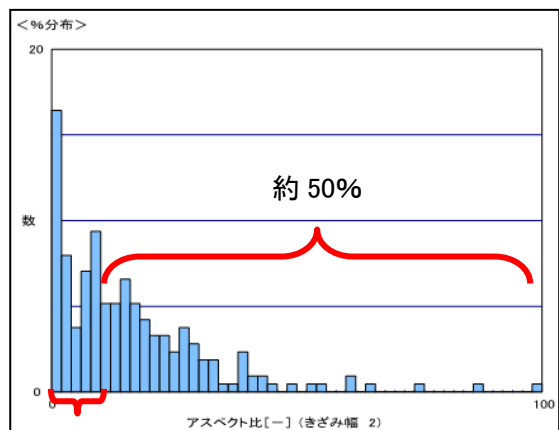
レーザー回折式粒度分布測定結果では以下のような結果となった。



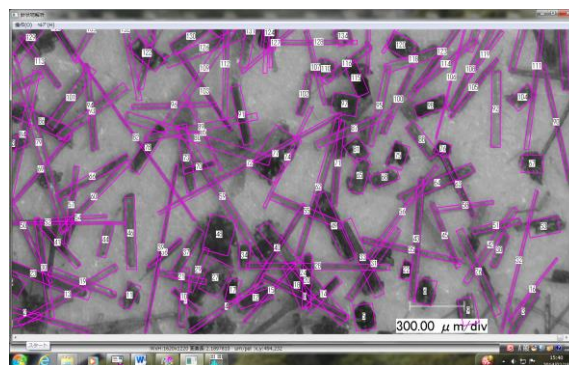
処理温度が低いほど中央粒径（D50）が大きくなっている（特に分級無し）ことがわかる。これは、一次粉碎での負荷と同じ傾向であった。サンプル①（180℃、2h）について、分画サイズごとの粒度分布図を見ると、ピークは分級サイズ内に収まっており、分布の幅もそれほど大きくないことから、装置の分級機能は、概ね正常に機能しているものと推察された。

また、下記に示した画像データを基にした画像解析ソフトによる解析では、アスペクト比の高い試料（アスペクト比 10 以上）の存在比は、分級分画 63～150 μm 試料で約半分、分級分画 150～250 μm 試料では、約 7 割程度の割合で存在していることがわかった。

○分画 63～150 μm 試料の画像解析ソフトによる解析結果（粒子形状の傾向）

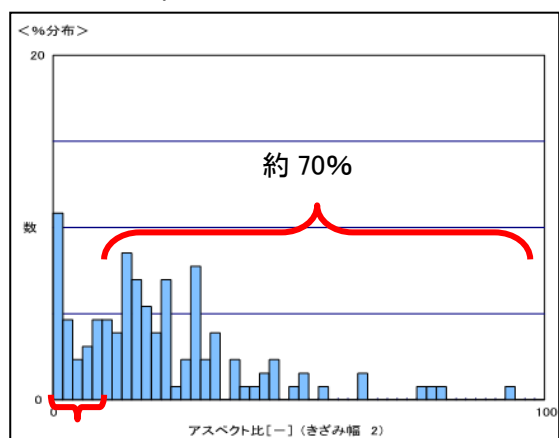


アスペクト比の%分布(サンプル②)



画像解析画面(サンプル②)

○分画 150～250 μm 試料の画像解析ソフトによる解析結果（粒子形状の傾向）



アスペクト比の%分布(サンプル②)

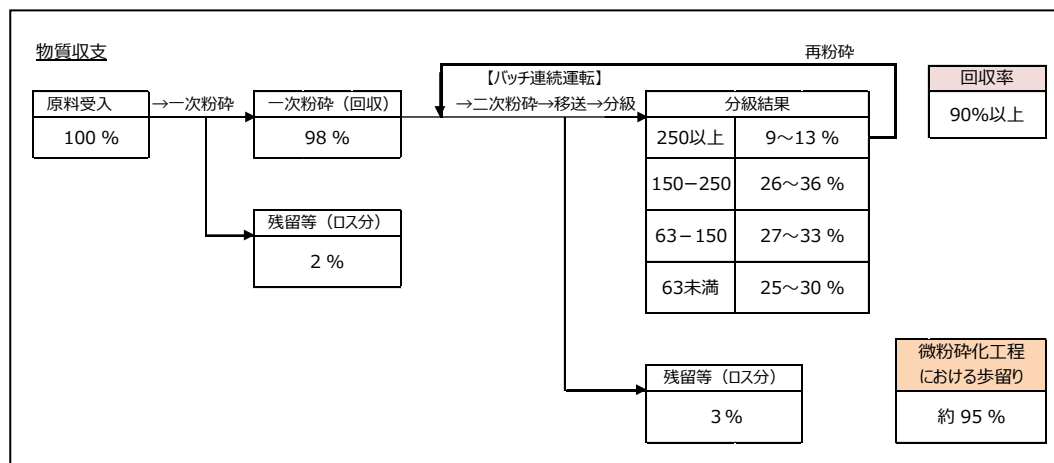


画像解析画面(サンプル②)

(2) 粒径/繊維長 250 μm 以下、回収率 90%以上

粒径や繊維長に関しては、目開き 250 μm 篩いで分級した試料について、後工程の射出成型時に現状では操作上問題は生じていない(分級なし試料では、射出成型時に問題あり)このことから、厳密には繊維の長辺としては 250 μm 以上の試料が存在するものの、分級の目的は達成できた。

回収率に関しては、H25 年度の結果をまとめると、一次粉碎の工程で 2%、二次粉碎～分級の工程で 3%、ロスが発生しており、全体としての回収率(歩留まり)はおおよそ 95%を達成した。



(3)水分含有率 5%以下

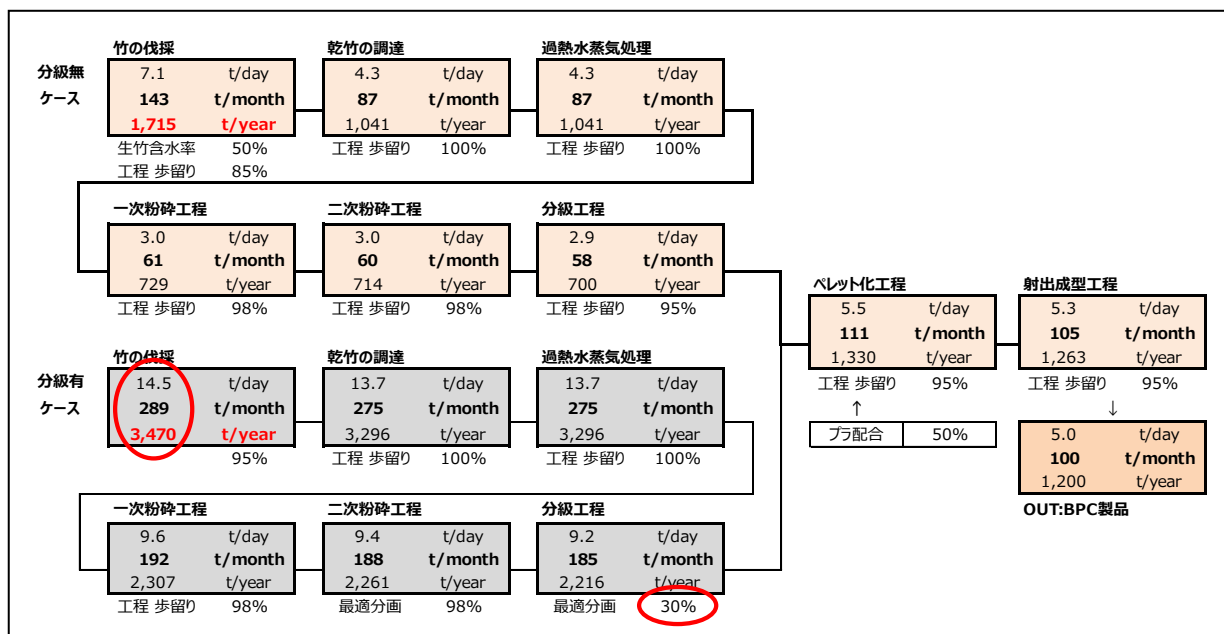
5 つのサンプルについて水分含有量を測定した結果は以下のとおり(1.4～3.2%)であり、すべてのサンプルが目標である。(時間経過とともに吸湿する傾向にはあるが、悪条件でないかぎり は 5%以下を維持) (単位: %)

サンプル名	①	②	③	④	⑤
処理温度	180℃	200℃	220℃	190℃	200℃
処理時間	2h	2h	2h	2h	1h
63μm未満	3.2	3.0	2.6	2.0	2.0
63～150	3.3	2.8	2.4	2.1	1.7
150～250	3.1	2.6	2.4	1.9	1.7
250μm以上	3.2	3.0	2.6	2.1	1.7
分級なし	2.8	2.2	2.4	2.0	1.4

【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討

本研究開発の中では、成型工程で要求される竹繊維のスペックについて、成形品の物性検査により最適と考えられる形状を把握することと共に、事業化を見据えた形での製品におけるスペックを検討した。

【1-2】③で検討したコスト試算の中でも、実際に供給可能と考えられる竹原料の量や不適部位の削減等を鑑み、竹繊維の性状としては、250 μ m 篩目以下の試料を、事業化を検討する際の竹繊維のスペックとして検討していくこととした。以下にその一例(シミュレーション結果)を示す。



製品製造量と原料(竹)調達必要量のシミュレーション例

上記検討の中では、現状で事業化を見据えた場合、竹繊維の最適部位をあまり限定することは、不適部位の利用方法や廃棄物としての取扱量が増加するため、現段階では可能な限り不適部位を出さない形での竹繊維粉末について、BPC の製品化を検討することが優位と判断した。また、供給可能な竹の量としても、100 トン/月レベルの BPC 生産を目指した場合においても、広域から収集することが必要(単独の市町村等ではまかなえない量)となり、コストも増加することが懸念されることから、竹繊維の性状としては、250 μ m 篩目以下の試料を、現段階での事業化を検討する際の竹繊維のスペックとした。

竹繊維試料を製造する工程での回収率については、【3-2】②(2)に示したように工程全体での回収率(歩留まり)はおおよそ 95%を達成した。

第3章 推進委員会

事業の推進および進捗管理の観点で、推進委員会を重要な場と認識して実施したが、振り返ってみると推進委員会での報告・論議・示唆は本研究開発にとって非常に有益な場であったことが分る。

以下に平成25年度に実施した推進委員会概要を記す。

【第1回推進委員会】

日時:平成25年7月30日(火)13:30～15:30

場所:公益財団法人北九州産業学術推進機構 産学連携センター2階 特別会議室

主な報告内容:

- ・高アスペクト比竹繊維振動選別機改造(竹粉碎装置の自動化)
- ・竹繊維の性状確認
- ・竹の原料調達等に関する調査
- ・ペレット化・成形性向上のための設備改造
- ・射出成形加工技術の開発
- ・研究開発に係る調査及びPR結果

【第2回推進委員会】

日時:平成25年12月5日(木)13:30～15:30

場所:公益財団法人北九州産業学術推進機構 産学連携センター2階 中会議室2

主な報告内容:

- ・PP50%+竹繊維 50%サンプル(添加剤 0、2.5、5%)の物性評価試験結果
- ・ペレット化装置(加圧式ニーダー、2軸1軸押出機)の改造結果
- ・試験片金型改造結果
- ・ABS50%+竹繊維 50%サンプルの物性評価試験結果
- ・対外PR活動状況
- ・竹繊維振動選別機再改造結果
- ・試験資料の作製結果
- ・竹繊維の性状確認取り組み状況

【第3回推進委員会】

日時:平成26年2月21日(金)15:30～17:30

場所:公益財団法人北九州産業学術推進機構 産学連携センター2階 特別会議室

主な報告内容:

- ・BPC成形加工用試験試料の作製
- ・竹繊維の性状確認
- ・添加剤配合割合検討
- ・最適成形条件検討
- ・自動車部品金型での成形
- ・自動車部品での自動車部品規格テスト検討、・対外PR活動状況

第4章 全体総括

4-1 平成23～25年度研究開発成果

1. 目標及びその実施結果

以下に示すように、本研究開発の当初の目的と目標を十分に達成することができた。

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立

汎用プラスチック材料に高機能竹繊維を混合することで、高剛性PPと同等の機械特性にする。

目標値：①引張弾性率(JIS K7161) 1,450MPa 以上

⇒ 2,710～3,280MPa

(竹繊維比率 50%、竹繊維長 4 グレード(250μm 以上、250～150μm、150～63μm、63μm 以下))

②荷重たわみ温度(JIS K7191) 52℃以上(錘 1.8MPa)(当初 95℃以上、錘 0.45MPa から変更)

⇒ 75～87℃ (同 上)

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発

自社ペレット化することでランナーリサイクルも行い、石油由来樹脂の価格の 20%削減する。

目標値：汎用PP材価格 200 円/kg→160 円/kg

⇒ BPC(ペレット)の製造コストについては、製造プラントのスケールや立地場所、その他付随する外部の要因等にも大きく影響を受けるため、本研究開発では以下に示す 6 つのケースについてコスト試算(検討)を行った(H25 年度第 2 回推進委員会)。ケース6で目標達成が可能なが分った。コストに影響を及ぼす代表的な要因としては、原料(竹)の購入費用や加熱水蒸気処理の際の熱源費用、原料・製品などの移送費などが挙げられた。

検討ケース	前提条件			B P C ペ レ ッ ト	
	B P C 生 産 規 模 (ト ン / 月)	規 模 の 収 集 既存システム	熱源供給の 可能性	製品原価	
				(試算値)	
①	100	無	無	⇒	181 円/kg
②	100	有	無(一部有)	⇒	171 円/kg
③	100	無	有	⇒	170 円/kg
④	200	無	有	⇒	166 円/kg
⑤	100	有	有	⇒	163 円/kg
⑥	200	有	有	⇒	159 円/kg

【2. 射出成形加工技術の開発】

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発

安定成形により、品質不良ゼロ及びサイクルタイムを10%短縮する。

目標値：機械サイクルタイム 30 秒以内

⇒ 29.14 秒を達成した。

【3. 開発コンポジットの強度向上に資する材料最適供給のための竹粉碎・分級条件の決定】

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立

竹粉体の形状制御目標：・アスペクト比 1and 10 以上

⇒ 本件については、繊維状竹試料のアスペクト比を評価する方法や装置に関して、実情と照らし

合わせて様々な検討や測定(レーザー回折式粒度分布測定、画像解析式粒度分布測定装置、画像データを基にした画像解析ソフトによる解析)を行ったが、信頼性の高いと考えられる測定値を得る方を構築するまでには至っていない。本研究開発以降も測定技術の進捗を把握していくと共に、最適な測定装置(現場での製品検査的意味合い)の検討は実施していく予定である。

以下、【参考】

○画像解析式粒度分布測定結果より

- ・63 μm の篩目で分級を行った試料については、その多くが粒状試料であり、分布の中央値は(15~20) μm にある。
- ・(63~150) μm 分画並びに(150~250) μm 分画の試料については、粒状試料と繊維状試料が混在している(ピークが2つ)。

○画像データを基にした画像解析ソフトによる結果より

- ・(63~150) μm 分画の試料では、約半数(46%~55%)がアスペクト比 10 以上の試料であった。
- ・(150~250) μm 分画の試料では、およそ7割(70%~74%)がアスペクト比 10 以上の試料であった。

・粒径/繊維長 250 μm 以下、回収率 90%以上

⇒ 本研究開発における試料としては、250 μm の篩目で分級を行った試料について検討を行っており、おおむね機械特性目標を達成可能であることがわかった。本試料の回収率については、H24 年度の結果では 93%、H25 年度結果では 95%を達し、目標の 90%以上を達成した。

以下、【参考】

画像解析式粒度分布測定結果より、200°C2h の処理を施した試料については、

- ・最小粒径(円相当径) : 2.5 μm
- ・最大粒径(円相当径) : 202 μm
- ・分布の中央値(円相当径) : 6.7 μm

・水分含有率 5%以下

⇒ 1.4~3.2%を達成した。時間経過とともに吸湿する傾向にはあるが左記の含水率程度。

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理(過熱水蒸気処理)方法の検討

竹の(微細)繊維化における粉碎・分級状況を確認しながら、より低コスト・低エネルギーで処理可能な条件を検討する。

⇒ 上記のコスト目標を達成可能とする前処理条件を見出した。

圧力:常圧、温度:200°C、設定温度保持時間:1 時間

【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討

竹繊維加工工程とBPC成形工程の連携を円滑に行い、事業化を念頭に自動車部品規格をクリアするBPCが製造可能なスペックでの竹繊維回収率について検討を行う。尚、目標値については、研究開発の進捗により各段階都度設定する。

目標値:一日あたりの生産性 1.2~2.0 倍 (対初期製造量)

⇒ 一日あたりの生産量を、開発当初 3kg/h(分級試料合計)から機器改良を進めることで、7~10kg/h(分級試料合計)に高め、その回収率も 95%(H25 年度結果)を達成した。

2 研究開発活動で得られた成果

【1. 低コスト化及び強度向上への対応】

【1-1】高機能竹繊維とプラスチック原料の最適配合割合及び添加剤の配合技術の確立(石川金属工業)

①高機能竹繊維と樹脂原料の配合サンプル材の製作・評価

高機能竹繊維(環境テクノス提供)とPP 材を 50:50 及び 10:90 の割合で配合し、ペレット化テストを行った。ペレット化には『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』を用いて製作条件を探索した結果、最適な温度条件を確立することができ、高機能竹繊維プラスチックコンポジット(以下BPC)を製作できるようになった。

②試験片用金型の製作

評価用の試験片金型の JIS 規格にもとづき最終仕様を決定し製作した。

金型規格 JIS K 7139(ISO 金型タイプ A 2 個取り射出成形金型)「多目的試験片」

③配合サンプル材での試験片成形

高機能竹繊維とPP 材を 50:50 及び 10:90 で配合したBPC材で、射出成形試験を行なった。いずれも成形性には問題がなく、懸念事項であった射出シリンダ内の残留がなく置換性にも問題ないことが解った。外観上で銀状が発生したが、乾燥条件を設定することで解消することが出来た。

④試験片の強度テスト

高剛性 PP 材と同等の機械特性を目標値として設定し、強度テストを実施した。

1. 引張弾性率(JIS K7161) 1,450Mpa 以上 ⇒ 2,710Mpa 以上を達成した。
2. 荷重たわみ温度(JIS K7191) 52℃以上(錘 1.8MPa)(当初の 95℃以上、錘 0.45MPa から変更)
⇒ 75℃以上を達成した。

⑤配合比率決定

BPC材の高機能竹繊維とPP 材の配合比率は、10:90 でも引張弾性率・荷重たわみ温度の目標を達成可能である。しかし、コスト目標や低炭素化の観点からは竹繊維比率をできるだけ高める必要があり配合比率を、50:50 と決定した。

【1-2】高機能竹繊維とプラスチック原料のペレット化技術の開発(石川金属工業)

①ペレット化設備の考案

BPC材製造設備である『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』の設備仕様を考案した。考案に当っては、特に竹繊維と樹脂の混練性、繊維方向の制御性、竹繊維に対する耐摩耗性、流動性などを考慮した。また研究の進捗に伴い、粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造仕様についても考案した。

②配合比率決定よりペレット化設備の購入

上記のペレット化設備の考案を基にBPC材の配合比率も加味して仕様を検討し、『加圧式ニーダー』『二軸一軸押出機』から構成されるペレット化設備を購入した。また研究の進捗に伴い粉塵対策、ペレットのブロッキング対策などの改造を実施した。実機テストでは問題なくペレット化ができることが確認できた。

③混合ペレット材の生産

高機能竹繊維のサイズの異なるペレットを生産し、試験片成形に供した。また6つのケースについてペレット製造コスト試算を行った結果、目標達成可能なケースがあることが分った。【汎用PP材価格 200 円/kg→(20%減)→BPC ペレット 160 円/kg】

④混合ペレット材での試験片成形

高機能竹繊維のサイズの異なるペレットで試験片成形を行い、機械特性評価試験に供した。これにより竹繊維サイズによって機械特性に有意性があることが確認できた。また含水率は約3%あるが、乾燥温度条件の設定により外観面を向上出来ることが確認できた。

⑤試験片での自動車部品テスト

自動車部品規格での物性テストを行い、PP材に比べて曲げ性能・硬度を向上出来ることが確認できたが、アイゾット衝撃値は低下することが分った。アイゾット衝撃値は竹繊維の含有率を下げることで若干の良化が見られた。

【2-1】混練性向上のため射出成形機スクリュ・シリンダの開発(石川金属工業)

①成形機スクリュ・シリンダの考案

BPCは含有成分分析より塩素系成分を多く含有しているため、スクリュ、シリンダの材質は耐腐食性を重視した表面処理を施すこととした。シリンダは、今回購入した成形機メーカーで、複合合金を開発しており、標準装備しているためこれを採用した。

②射出成形機の購入

上記の、仕様を装備した射出成形機を購入し、設置した。

③混合ペレット材での試験片成形

試験片成形工程において発生するガス分を適切に外部に吸引できる金型構造や真空引き装置を備える試験片金型を得ることができ、射出成形機と取出装置・搬送装置を連動させることで、研究ノウハウの入った装置にすることが出来た。

④最適成形条件の決定

製品外観を向上するには、金型温度・材料乾燥条件の設定が重要であることが解った。また、シリンダ温度・射出圧力・射出速度・冷却時間の最適成形条件を試験片と製品について決定した。機械サイクルタイム30秒/個以下を達成するためには、製品の変形防止がポイントであることが分った。

⑤自動車部品金型での成形

顧客より金型を借用し成形テストを実施したところ、小型成形では問題なく射出成形できることが解ったが、顧客様の量産金型を使用し、大型射出成形テストを実施したところ、小型成形では分らなかった、樹脂流動の課題が明確になった。流動性の高い樹脂の活用を検討する必要がある。

⑥自動車部品での自動車部品規格テスト

小型成形品で、引張試験・曲げ試験・衝撃試験・硬度試験・熱変形温度試験を実施し、試験片と同等の機械特性を得ることができた。硬度は、自動車規格に対し倍以上の硬度があることが分った。アイゾット衝撃値については向上が必要だが、部品によってその目標値が異なるので事業化候補部品を決めて取り組んでいく。

【その他:BPC材PR活動の実施】

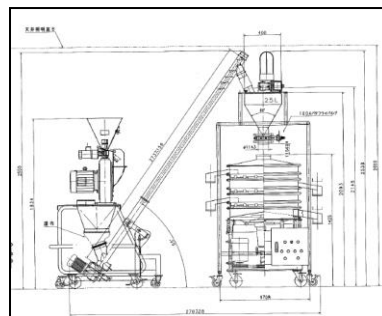
3年間で、展示会PRは延べ15か所。福岡県様、北九州市様、中小機構様など多くの方々から展示会のご提案をいただいた。企業訪問PRとしては、福岡の企業様から佐賀県まで訪問し、自動車部品メーカーにPR出来た。また、自動車業界以外の電気設備メーカーや建材メーカーなど、延べ8社に及んだ。その他業界紙など6件の取材をされ、北九州発信のサポイン研究内容が、広く知られるようになったと感じている。

【3-1】事業化を念頭においた高機能竹繊維安定生産方法及びアスペクト比制御技術の確立（環境テクノス）

①高機能竹繊維原料の安定生産方法の確立及び試験用試料の作製

安定生産方法については、「粉碎→移送→分級」工程のシステム化について検討し、装置の省スペースによる連続運転を可能にした。試験用試料の作製に関しては、竹の性状や前処理条件の違いによる高機能竹繊維製造への影響を把握するために、条件の異なる過熱水蒸気処理竹を用いて竹繊維試料を作製した。

	サンプル No.	過熱水蒸気 処理温度(℃)	保持時間 (h)	備考
H24年度	1	180	2	生竹：管理竹林
	2	200	2	生竹：管理竹林
	3	220	2	生竹：管理竹林
	4	190	2	生竹：管理竹林
	5	200	1	生竹：管理竹林
	6	220	1	生竹：管理竹林
H25年度	1	210	1	生竹：管理竹林（夏期伐採）
	2	210	1	生竹：放置竹林（夏期伐採）
	3	210	1	乾燥竹：管理竹林（H23年度伐採）
	4	210	1	生竹：管理竹林（冬期伐採）



②高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討（粉碎技術の検討）

ピンミル方式（機械式）の「高アスペクト比竹繊維化微粉碎機」を、機器メーカーと共に考案・製作した。本機を使用して、排出スクリーンなどの条件検討を行い、生産性を高める結果（排出スクリーン径 1.0mm）を得た。



③高機能竹繊維アスペクト比制御技術の検討（分級技術の検討）

本研究開発では、微粉末化された竹繊維の形状制御（分級）を必要としたため、機器メーカーと共に「高アスペクト比竹繊維振動選別機」の考案・製作した。

概ね 63 以下分画で 25～30%、63～150 分画で 25～30%、150～250 分画で 25～30%の割合で分級出来ることを確認した。



④事業化を見据えた分級技術の検討

事業化を見据え試料の生産性をたかめるために、竹微粉碎化システム全体の自動化を実施した。微粉碎工程から分級工程までの一連の流れについて、7kg～10kg/hの処理が可能となり、作業の効率化（作業人員の削減）と共に、竹繊維粉末の生産性は初年度比で、3倍程度向上した。

【3-2】低コスト・低エネルギー前処理（過熱水蒸気処理）方法の検討（環境テクノス）

①過熱水蒸気処理条件の検討

ベンチスケールのドラム缶処理装置での検討ならびに、大型処理装置により過熱水蒸気処理を行った。実機を想定した処理条件としては、200～210℃付近での処理が最適と考えられ、低エネルギー化の視点では、乾燥竹の処理が処理時間の短縮に優位である結果を得た。

②竹繊維の性状確認試験

製品検査的意味合いでの、評価方法が必要と考え、その方法の確立を目指して様々な検討を行ってきたが、信頼性が高く尚かつ簡易に試料性状を評価する方法を構築するまでには至らなかった。しかしながら、測定結果から竹繊維性状の傾向は把握できており、装置の分級機能が概ね機能していることや、アスペクト比の高い試料の存在比が、分級分画 63～150 μm 試料で約半分、分級分画 150～250 μ

m 試料では、約 7 割程度の割合で存在していることがわかった。

【3-3】成型工程で要求されるスペックを満たす竹繊維回収率向上に関する検討(環境テクノス)

本研究開発の中では、竹繊維の性状としては、250 μ m 篩い目以下の試料を、事業化を検討する際の竹繊維のスペックとして検討していくこととした。竹繊維を製造する工程での回収率(歩留まり)はおおよそ 95%を達成した。

4-2 研究開発後の課題・事業化展開

本事業で開発した竹繊維とプラスチックのコンポジット材料を実際の製品に適用するに当たっては、あらゆる製品に共通した要求特性というものはなく、個々の製品毎に要求特性が異なる。従って今後は事業化を予定する製品毎の要求特性を詳細に把握し、それに対する評価試験を実施し不足する特性についてはその向上を計る研究開発を行っていく必要がある。これまでの開発の経験から耐衝撃性の向上がひとつの課題になると考えられる。更に大型部品成形の際の樹脂流動性の向上も検討する必要がある。また性能開発以外に、安価な竹の入手ルート、水蒸気過熱処理のエネルギー低減のための熱源調達、前処理・破碎処理・コンポジット化の各設備の集約などの検討課題もある。また、直接的な BPC 品質に関する課題ではないが、竹繊維粉末の品質評価方法についても精度を上げる必要もある。以上のような今後の課題を踏まえ、本事業提案時の事業化計画よりも追加研究を1年延長した計画を予定している。以下に事業化計画の概要を示す。

計画名: 高機能竹繊維プラスチックコンポジット射出成形品の製品製造及び販売。																																																																																			
① この事業により開発する技術を用いた製品等(※)。 ※製品等が複数ある場合は、製品等ごとに記載すること。																																																																																			
<table border="1"> <tr> <th>製品等の名称</th> <th>製品等の概要(用途、特徴等)</th> </tr> <tr> <td>(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)</td> <td>高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術により、自動車部品であるバッテリーカバーを生産する。</td> </tr> <tr> <td>(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)</td> <td>高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジットを使用し、押出し成形を行い建材であるフローリング部材を生産する。</td> </tr> <tr> <td>(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許</td> <td>竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、特許取得によりライセンス料での売り上げが見込める。</td> </tr> </table>							製品等の名称	製品等の概要(用途、特徴等)	(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)	高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術により、自動車部品であるバッテリーカバーを生産する。	(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)	高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジットを使用し、押出し成形を行い建材であるフローリング部材を生産する。	(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許	竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、特許取得によりライセンス料での売り上げが見込める。																																																																					
製品等の名称	製品等の概要(用途、特徴等)																																																																																		
(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)	高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術により、自動車部品であるバッテリーカバーを生産する。																																																																																		
(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)	高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジットを使用し、押出し成形を行い建材であるフローリング部材を生産する。																																																																																		
(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許	竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、特許取得によりライセンス料での売り上げが見込める。																																																																																		
② この事業終了から事業化に至るまでのスケジュール。 ※製品等が複数ある場合は、製品等ごとに記載すること。																																																																																			
<table border="1"> <tr> <th>製品等の名称</th> <th colspan="6">(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)</th> </tr> <tr> <th>開発事業者</th> <td colspan="6">石川金属工業株式会社</td> </tr> <tr> <th>想定するサンプル出荷先</th> <td colspan="6">I社</td> </tr> <tr> <th rowspan="6">スケジュール</th> <th>事業終了後の経過年数</th> <th>1年目</th> <th>2目</th> <th>3年目</th> <th>4年目</th> <th>5年目</th> </tr> <tr> <td>サンプルの出荷</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>追加研究</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>設備投資</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>製品等の生産</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>製品等の販売</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <th rowspan="3">売上見込</th> <td>売上高(千円)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>60,000 千円</td> </tr> <tr> <td>販売数量(単位を記載)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>240,000 個</td> </tr> <tr> <td>売上高の根拠</td> <td colspan="5">I社は自動車メーカーのTier1として、複数社のバッテリーカバーを生産。 24 万個 × @250 円 = 60,000 千円程度の売り上げが見込める。</td> </tr> </table>							製品等の名称	(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)						開発事業者	石川金属工業株式会社						想定するサンプル出荷先	I社						スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2目	3年目	4年目	5年目	サンプルの出荷						追加研究						設備投資						製品等の生産						製品等の販売						売上見込	売上高(千円)					60,000 千円	販売数量(単位を記載)					240,000 個	売上高の根拠	I社は自動車メーカーのTier1として、複数社のバッテリーカバーを生産。 24 万個 × @250 円 = 60,000 千円程度の売り上げが見込める。				
製品等の名称	(1) 自動車樹脂部品(バッテリーカバー)																																																																																		
開発事業者	石川金属工業株式会社																																																																																		
想定するサンプル出荷先	I社																																																																																		
スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2目	3年目	4年目	5年目																																																																													
	サンプルの出荷																																																																																		
	追加研究																																																																																		
	設備投資																																																																																		
	製品等の生産																																																																																		
	製品等の販売																																																																																		
売上見込	売上高(千円)					60,000 千円																																																																													
	販売数量(単位を記載)					240,000 個																																																																													
	売上高の根拠	I社は自動車メーカーのTier1として、複数社のバッテリーカバーを生産。 24 万個 × @250 円 = 60,000 千円程度の売り上げが見込める。																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th>製品等の名称</th> <th colspan="6">(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)</th> </tr> <tr> <th>開発事業者</th> <td colspan="6">石川金属工業株式会社</td> </tr> <tr> <th>想定するサンプル出荷先</th> <td colspan="6">J社</td> </tr> <tr> <th rowspan="6">スケジュール</th> <th>事業終了後の経過年数</th> <th>1年目</th> <th>2年目</th> <th>3年目</th> <th>4年目</th> <th>5年目</th> </tr> <tr> <td>サンプルの出荷</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>追加研究</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>設備投資</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>製品等の生産</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>製品等の販売</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <th rowspan="3">売上見込</th> <td>売上高(千円)</td> <td></td> <td></td> <td>6,000 千円</td> <td>12,000 千円</td> <td>12,000 千円</td> </tr> <tr> <td>販売数量(単位を記載)</td> <td></td> <td></td> <td>12,000 個</td> <td>24,000 個</td> <td>24,000 個</td> </tr> <tr> <td>売上高の根拠</td> <td colspan="5">フローリング部材を開発し、生産・納入する。 2 万 4 千個 × @500 円 = 12,000 千円の売り上げが見込める。</td> </tr> </table>							製品等の名称	(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)						開発事業者	石川金属工業株式会社						想定するサンプル出荷先	J社						スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	サンプルの出荷						追加研究						設備投資						製品等の生産						製品等の販売						売上見込	売上高(千円)			6,000 千円	12,000 千円	12,000 千円	販売数量(単位を記載)			12,000 個	24,000 個	24,000 個	売上高の根拠	フローリング部材を開発し、生産・納入する。 2 万 4 千個 × @500 円 = 12,000 千円の売り上げが見込める。				
製品等の名称	(2) 住宅建材樹脂部品(フローリング部材)																																																																																		
開発事業者	石川金属工業株式会社																																																																																		
想定するサンプル出荷先	J社																																																																																		
スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目																																																																													
	サンプルの出荷																																																																																		
	追加研究																																																																																		
	設備投資																																																																																		
	製品等の生産																																																																																		
	製品等の販売																																																																																		
売上見込	売上高(千円)			6,000 千円	12,000 千円	12,000 千円																																																																													
	販売数量(単位を記載)			12,000 個	24,000 個	24,000 個																																																																													
	売上高の根拠	フローリング部材を開発し、生産・納入する。 2 万 4 千個 × @500 円 = 12,000 千円の売り上げが見込める。																																																																																	
<table border="1"> <tr> <th>製品等の名称</th> <th colspan="6">(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許</th> </tr> <tr> <th>開発事業者</th> <td colspan="6">石川金属工業株式会社</td> </tr> <tr> <th>想定するサンプル出荷先</th> <td colspan="6">(自動車1次取引先)</td> </tr> <tr> <th rowspan="6">スケジュール</th> <th>事業終了後の経過年数</th> <th>1年目</th> <th>2年目</th> <th>3年目</th> <th>4年目</th> <th>5年目</th> </tr> <tr> <td>特許出願</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>出願公開</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>特許権設定</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>ライセンス付与</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td>売上高(千円)</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15,000 千円</td> </tr> <tr> <th rowspan="2">売上見込</th> <td>売上高の根拠</td> <td colspan="5">竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、ライセンス料での売り上げが見込める。 ライセンス料を売上金額の5%と設定した場合 売上 300,000 千円 × 5% = 15,000 千円/年間</td> </tr> </table>							製品等の名称	(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許						開発事業者	石川金属工業株式会社						想定するサンプル出荷先	(自動車1次取引先)						スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	特許出願						出願公開						特許権設定						ライセンス付与						売上高(千円)					15,000 千円	売上見込	売上高の根拠	竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、ライセンス料での売り上げが見込める。 ライセンス料を売上金額の5%と設定した場合 売上 300,000 千円 × 5% = 15,000 千円/年間																
製品等の名称	(3) 高機能竹繊維と汎用プラスチックのコンポジット成形技術に係る特許																																																																																		
開発事業者	石川金属工業株式会社																																																																																		
想定するサンプル出荷先	(自動車1次取引先)																																																																																		
スケジュール	事業終了後の経過年数	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目																																																																													
	特許出願																																																																																		
	出願公開																																																																																		
	特許権設定																																																																																		
	ライセンス付与																																																																																		
	売上高(千円)					15,000 千円																																																																													
売上見込	売上高の根拠	竹繊維成形技術は、自動車部品の軽量化を行う上で不可欠な技術であるため、ライセンス料での売り上げが見込める。 ライセンス料を売上金額の5%と設定した場合 売上 300,000 千円 × 5% = 15,000 千円/年間																																																																																	