

CNF特別WEBセミナー　＜ナノセルロースの新時代～スペシャルからユニバーサルへ～＞　（2020年9月11日開催）		
Q&A回答集		
多くのご質問をいただき有難うございました。いただいたご質問について講演者の皆様からの回答を掲載いたします。 （※　一般公開が難しい一部の質問については回答を控えさせていただいておりますのでご了承ください）		
ご講演者様名	ご質問内容	講演者からのご回答
三菱総合研究所 舟橋　龍之介　氏	マーケティングが、かなりプロダクトアウト的な発想と感じましたが、マーケットインのアプローチについてご意見をお聞かせください。	プロダクトアウトとマーケットインの考え方に優劣はなく、新製品・サービスを検討する上では両者とも必要と考えます。 その上で本セミナーでは、新規事業のフィージビリティスタディとして、「自社技術により差別化されている顧客への提供価値」を起点に「事業コンセプト」という大きな方向性を定義し、その大きな方向性の中で市場環境などを織り込みながら新製品・サービスを検討するアプローチをご紹介します。 「事業コンセプト」を定義する段階ではプロダクトアウトの考え方を含んでおり、「事業コンセプト」を基に新製品・サービスを検討する段階ではマーケットインの考え方を含んでおります。
	今後に向けてのご説明の中で、デジタル活用の例をご紹介頂きましたが、第一工業製薬様の分子構造解析技術は個社独自のものでしょうか、あるいは一般的に利用可能なのでしょうか。	東京大学（現　第一工業製薬）添田氏のご研究はデジタルを活用したものではなく、「CNF表面を被覆している界面活性剤分子層の分子密度と厚みをプラスチックの種類に応じて最適化することで延性が向上し、靱性の高い材料となる」ことを実験で明らかにしたものです。 この研究結果に基づけば、材料開発の調整パラメータとしては少なくとも分子密度、分子層の厚み、プラスチックの種類の3つがありますが、全てのパターンを実験するとなると途方もない労力を要することになります。 本セミナーでは、以上の内容を踏まえ、添田氏の研究成果にシミュレーションデータやマテリアルズ・インフォマティクスを活用することで、製品試作の効率化を図るアプローチもあるのではないかとご提案させていただきました。
	外部から見えますとCNFの本格的な実用化のスピードは非常に遅いように思えるのです。	一般的に、新素材の実用化には多くの年月を要します。実際、東レの炭素繊維は航空機の用途展開に30年以上を要しました。CNFは企業での研究が始まってから15～20年の段階であり、実用化のスピードが遅いとは必ずしも言えないのではないと考えます。
東京大学 齋藤　継之　氏	結晶化度が20%でバックされている、セルロースナノファイバーがねじれているなどの最新知見の紹介ありがとうございました。これらはセルロースⅠ型ではあるのでしょうか？あるいは新たな結晶型なのでしょうか。	結晶性を維持している画分はセルロースⅠ型です。
	最後のエマルジョンの話、大変興味深く拝聴しました。熱プレスで複合体が作れるとのことですが、親水性ポリマー、疎水性ポリマーの両方に適用できるのでしょうか。	懸濁重合（または乳化重合）でできるポリマーであれば、適用できます。
	自己消火性キセロゲルのお話を大変興味深く拝聴いたしました。どなたのご研究なのかを聞き逃してしまいました。ご教示ください。効率的にチャージが生成し断熱層が形成されているのでしょうか。	当研究室の知見です。現在論文が近々公開されるので、ご参照いただければと存じます。
	Pickeringエマルジョンについて、ナノセルロースと通常のセルロースでモノマーの重合中の分散安定化効果は異なるのでしょうか。	通常のセルロースとはどのようなものを指しますでしょうか？もし、水溶性の誘導体関係（例えばカルボキシメチル化セルロース）や粉体状の微結晶セルロースであるとなると、ナノセルロースのほうが安定化します。
	ビッカリングエマルジョンから透明複合樹脂を作る部分について、今一度詳しくご説明頂けないでしょうか。	当該論文は、藤澤秀次先生のお仕事ですので、下記論文をご参照ください。 https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.biomac.6b01615
	キセロゲルの製造条件についてお教えいただける範囲で教えていただけますと幸いです。	TEMPO酸化CNFの水分散液に、塩化アルミニウムを添加し、ゲル化します。その後、溶媒をエタノール、ヘキサンへと置換し、オープン乾燥です。要点は、下記論文に記載のものと同様です。こちらはオープンアクセスですので、どなたでもご覧になれます。ただ、今回お話しした内容と完全に同じものは、近々論文が公開される予定ですので、今しばらくお待ちください。 https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fchem.2019.00316/full
	エレメンタリーナノセルロースは16本でできている。右手構造で捻れているとのこと説明を詳しく教えて欲しいです。	近年は18本鎖がもっともらしいと提案されています。例えば、以下の論文をご参照ください。オープンアクセスですので、どなたでもご覧になれます。 https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsanm.8b01438
		今年、生合成機構の解析からも、このモデルの妥当性が証明されました。下記の論文です。 https://science.sciencemag.org/content/369/6507/1089
		捻じれ構造については、例えば下記をご参照ください。 https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jp3089929
		https://chemrxiv.org/articles/Local_Crystallinity_in_Twisted_Cellulose_Nanofibers/12639686/1
熊本県産業技術センター 永岡　昭二　氏	PEDOT/s-CNFの割合はどのくらいでしょうか？	モル比でEDOT:s-CNF(グルコース単位)=2:1でございます。
	PEDOTの分子量はどの位でしょうか？	PEDOTが溶剤に溶けにくいこともあり、分子量に関しては、現在、調査しておりません。
	s-CNFはDSが1　以上になっても結晶性を維持しますがどうしてでしょうか？	XRDパターンから観察されたとおり、平均DS値1.7程度まで、結晶性を維持します。 微視的に観るとセルロースの6位から硫酸基の導入が始まっていると考えられ、2位あるいは3位のところが残存していることが考えられます。セルロースの6位に導入されたCNFの割合が多いs-CNFをドーパントとしてしております。XRDパターンから、110面、11バー0面が先に壊れ、分子鎖間の200面の結晶面が残存します。STEMやTEM写真から、観察されるように原料のCNFに比較して、繊維幅は小さくなります。
	窓ガラス中間膜の近赤外線遮断効率（温度）について聞きたいですが、PEDOT/CNFと他の吸収剤を比較する時、塗布層の厚み或は有効物質の量は揃えましたか？	塗布層の厚みはそろえております。11ミクロン程度でございます。
	分散液安定性はいかがでしょう	分散液は安定です。凝集は起こりません。PVA塗工液のpHは3～4程度であり、安定です。
	PEDOT/s-CNPと導電性ポリマーを用いた保温性の合わせガラスの実証実験、興味深く拝聴しましたが、量産性とコストと言う面ではまだまだ市場性は厳しいのでしょうか？	市販の赤外線カット合わせガラスの売価は約30,000円/㎡程度です。遮熱ガラスの原材料のPEDOT/s-CNFの1平米当たりの塗布量は220mg程度で、しかも、常圧でロールtoロールで塗工するため、約30,000円/㎡以下となると考えています。開発品は市場性はあると思います。課題として、CNFの硫酸化を再現性良く、効率良く、量産化することが上げられます。現在、量産化できる企業を探索しております。
	商品化へ向けて必要なことを教えてください。今の品質と価格で商品化可能でしょうか？価格は現行品よりも相当に効果になるのでしょうか？	今の品質と価格で商品化可能であると思います。質問事項21に記載のとおり、市販の赤外線カット合わせガラスよりもコストは安価となります。市販の売価が18000円となります。課題はs-CNFの製造、すなわち、CNFの硫酸化を再現性良く、効率良く、量産化することになります。現在、量産化できる企業を探索しております。

京都大学
矢野 浩之 氏

	1. ナノ分散しているナノセルロースと、そうでないナノセルロースと同じ「ナノセルロース」と呼んでよいものでしょうか。2. 樹脂強化剤としてナノセルロースを活用する場合、ガラス繊維や炭素繊維のような均質性、均一性といったものがナノセルロースでは担保されにくく、強化剤としての効果も不均一となりばらつきが大きくなるように思います。「工業材料と同等・同様の品質を実現した」ナノセルロースの製造は可能なのでしょうか。	大型産業資材とするためには、より性能、組成が安定した材料に変えていかなければなりません。
矢野氏	高温下で混練を行うことで、セルロースの熱分解やキャラメル化が生じたり機械的強度が低下することはないのでしょうか。	200℃を越えた混練では注意が必要です。
矢野氏	NCVでナノセルロースファイバーは重量パーセントとしてどれぐらいでしょうか？	実際のNCVではCNFを使用した部材と使用していない部材があります。CNF強化樹脂ではCNF率は10％程度です。
矢野氏	めっき部品ドアホールドにCNFを使用されているとのことですが、めっきの代替として使用されているとのことですか？	CNF強化ナイロン樹脂成型品にマクセルでメッキ処理を行いました。
矢野氏	耐久性の評価といった実現に向けた評価は進んでいるのでしょうか？	CNF強化PP,PA6についてはウェザーメーター等を使用し促進劣化処理を行い、CNFの劣化に関する評価を進めています。
矢野氏	CNF強化プラスチックに関して、低い耐衝撃性が課題になっていると思うのですが、自動車部品と使うにあたり懸念点になりませんか、	ドア外板、ドアトリム、フェンダー等への利用は現時点では難しいです。エアコンケース、インテークマニフォールド等への使用については求められる耐衝撃性をクリアしています。
矢野氏	PV中で「社会実装のスタートラインに立った。」と臼杵先生がおっしゃっていました。そこで社会実装にあたりが御座いますでしょうか。ご教授頂けますと幸いです。	オープンイノベーションでの商品開発が求められます。
矢野氏	PV中で「社会実装のスタートラインに立った。」と臼杵先生がおっしゃっていました。そこで社会実装にあたり、材料特性としての課題はどういったところでしょうか。	用途によっては材料特性はクリア出来ています。自動車のドアトリムや外板部材は耐衝撃性が向上しないと難しいです。
矢野氏	NCVのボンネットは100％CNFと仰いました。100％でシート化はとても難しいと思いますが、具体的にどのような工程でシート化（また更に成型）されたのかをお聞きしたいです。	水を含み流動性を有しているCNFスラリーを型に入れて、真空脱気で水を抜きながら成形を進め、最後は、その形状を乾燥（水素結合）により固定しています。
矢野氏	NCVにおいて、NCFを使いたかったが、技術ハードルが高くてNCFが使えなかった部位はございますか？また、塗装については、問題なくできたのでしょうか？	塗装は問題ありませんでした。技術ハードルとしては、ドア外板、ドアトリム、フェンダーへの使用についてはさらなる耐衝撃性の向上が必要です。
矢野氏	車へのCNF展開の中で現状抱えている課題をご教授頂けないでしょうか。またその課題を払しょくしていく用途は立っておりますでしょうか。よろしく願い致します。	一番大きい課題はコストです。変性、樹脂複合におけるスケールアップ技術の向上により低コスト化を図っていく必要があります。
矢野氏	NCVの動画はどこかのWebサイトで見る事は出来るのでしょうか？	環境省HPでNCVを検索いただくとNCVの動画を見れます。
矢野氏	スポーツカーの次は、日常生活に密接な郵便配達車や自転車などで日々の暮らしに未来を感じさせてほしいです。そのようなプロジェクトなどは予定ありますでしょうか？	NCV後の展開として、自動車以外の用途への展開を進める、ナノセルロース・マッチングプロジェクトを進めています。
矢野氏	NCVで採用した部材でどの部材が最も有望で早く採用が進むとお考えでしょうか？	コスト/パフォーマンスの点でCNF強化ナイロン6を使用した部材が早いと思います。
矢野氏	衝撃強度の低下が大きな課題と考えていますが、良い改善案が有れば教えていただきたい。	エラストマーを添加すると剛性が下がり、悩ましいところです。現時点では解決できておりません。
矢野氏	NCVの講演を拝聴し、視覚に訴えられプロジェクトのご苦労が良く理解できました。総合力の結集ですね。これから一層用途拡大に向け責任の重さを痛感した次第です。	有難うございます。
矢野氏	様々な技術が権利化され、顧客が検討を進める足かせになる場面があります。普及を進めるための知財の取り扱いに関するアイデアをお持ちでしたらご教授下さい。	知財については、変性パルプの価格の中に特許料を含め、それを購入して加工、製品化する際は特許使用料が発生しない仕組みを考えています。
矢野氏	NCVは燃費向上のみならずライフサイクルLCAでのCO2削減効果は如何でしょうか？	CNFがカーボンニュートラルな材料であることを考慮した製造、廃棄までのLCA評価を行っています。
矢野氏	京都メソッドは機械解繊だと思うのですが、PPやPA添加の場合、より微細化される化学解繊の方がCNF添加がより少なくて機械的性能が向上できると言う事は無いでしょうか？	CNFを樹脂中に上手く分散出来、かつ、樹脂との界面を強く出来れば、比表面積が大きいTOCNなどの化学解繊CNFの方が優れていると思われます。目指したいところです。

NCJ標準化分科会
小島 鋭士 氏

	ISOでは、ナノ領域を1～100nmとしています。これには当初異論もあり、1000nmまでを、「ナノ」にすべきだなどの意見も、米国TAPPIなどで出たようです。ただし、現状では、1～100nmを「ナノ」、100～1000nmを「サブミクロン」とすることで、落ち着いているようです。 1～100nmを「ナノ」と決めたのは、ISOにおいて「ナノテクノロジー」を取り扱う、ISO/TC229という委員会の中で、用語・定義を議論する、TC229/JWG1という組織です。「ナノ」を扱う以上、「何がナノなのか」について、関係者間で共有するため、定義が必要であるからです。 さて、1～100nmを「ナノ」となっている理由は、「ナノセルロース以前のナノ物質」である、「カーボン・ナノファイバー」の主な形状が、直径数ミクロン、長さ数十ミクロンであることが、前提となっているものと思われます。1nmの1/10のサイズである、1Åは、水素の原子半径1.2Åとほぼ同等です。また、ポリマーなどの直径は0.5nm前後にあります。したがって、1nmに近いナノ物質ほど、溶媒や分子の揺らぎなどに、相同性が高くなる傾向にあります。 前置きが長くなりましたが、ご質問に対する回答をさせていただきたいと思います。「ナノセルロース」と、その親玉である「パルプ繊維」とを比べた場合、両者の違いは「細さ」ということになります。パルプは水中で沈降しますが、ナノセルロースの中には、水に懸濁し、多少の遠心力では、沈降しないものもあります。これが、「ナノ独自性能」の例となります。 残念ながら、ご質問の「数値化」には、現状では適当な回答がありません。今後の研究に期待したいと思います。 パルプとナノセルロースの境界にある物質としては、カナダなどが開発中の「セルロース・ナノフィラメント」があります。この物質は、パルプを物理的フィブリル化を強めたものです。研究者によると、その3割は100nm以下の直径を持ち、7割は100nm以上の直径を有するようです。カナダは、本物質を「ナノ物質」としたいようでしたが、ISOのナノ物質の定義を満たさないことから、本物質を、「ナノセルロースの仲間」として開発することは、断念したようです。	
小島氏	ISO化に必要な要件としての「ナノ独自の性能」にはどのような内容が含まれるのでしょうか？CNFの性能で言われる高強度、低線膨張といった特徴はナノではないセルロース材料についても言えることと思いますが、具体的な数値などで表せればよいのでしょうか？	iCNFのTS規格は、2020年度内をめどに、発行されるものと期待しています。本来であれば、2020年の夏ころには、完成・発行の予定でしたが、コロナ影響などもあり、予定がかなり遅れ気味です。 ナノセルロースに関する規格は、大きく2種類あります。1種類目は、CNC-TR（カナダ）や、iCNF-TS（日本）のように、対象物質が「どのようなものであるか」を、はっきりさせる「規格」です。この観点からの、「物理処理ナノセルロース」の規格は、予備調査段階としても、ありません。 2種類目の規格は、特化した諸特性、例えば、金属含有量、乾燥物質質量、などに関する規格類です。この測定系・定性系の企画としては、「物理処理ナノセルロース」を含む、すべての「ナノセルロース」に適用できる、「幅」および「長さ」を決定する規格が、アイデア段階としては、提案されています。 しかし、測定方法の困難さなどにより、ISOへの提案として、具体的な動きとはなっていません。先日、ISO/TC6/TG1というグループが、主体となって行った、全世界のナノセルロース研究者および会社を対象としたアンケートでは、この長さ・幅測定への需要は、多いことが分かっています。
小島氏	CNF貿易についてHSコードの規定はありますか。	HSコードとは、日本語で「輸出入統計品目番号」、「関税番号」、「税番」などと呼ばれるものです。残念ながら、私関わっている「国際標準化」とは離れている概念なので、適切なご回答ができません。申し訳ございません。
小島氏	国際標準化の日本としての動きをまとめているのは、何省のどの部門なのでしょうか？	ISOの活動は、産業界（メーカーおよびユーザー）が主体となります。したがって、この詳細を具体的に纏める動きをしている、省庁や部門はありません。ISOへの日本窓口は、JISC（日本規格協会）です。ただし、JISCであっても、あらゆる産業にまたがる全規格類をフォローできる体制にはないと思います。 ナノセルロースに関しては、ナノテクノロジーISO/TC229に対する国内ミラーコミッティーである産総研、および、紙パルプISO/TC6に対する日本国内ミラーコミッティーである、紙パルプ技術協会、が詳しいとも考えられます。 ナノセルロース関連規格類に関する最新動向に一番詳しいのは、ナノセルロース・ジャパン内の、国際標準化に関する委員会およびワーキング・グループ、さらに、TC229, TC6にエキスパートを出している企業群などが挙げられます。 ナノセルロース・ジャパンの活動は、経産省、農水省、林野庁などの支援を受けています。経産省には、「国際標準課」という部門があります。ご質問の「国際標準化の日本としての動きをまとめているのは、何省のどの部門なのでしょうか？」に対する回答は、「省庁として、具体的情報を纏めているところはありません」「一番詳しいのは、ナノセルロース・ジャパン内部で活動する、関連組織および企業集合体である」となります。
小島氏	産業の動向と規格のすり合わせはどういう風に行われていますか？規格が壁になって新種品開発が阻害されると言う事に無いようにご配慮をお願いします。	ISOにおける規格類の発行は、何らかの規制をするのではなく、産業振興を目的としています。なので、規格の存在により、商品開発が阻害されるようなことはありません。この点で、他国が国際競争のために出す特許類とは、目的や趣が異なります。 ナノセルロースに関する国際規格活動は、日本においては、2014年から2020年までの「ナノセルロース・フォーラム/NC F」と、その後継組織である、2020年4月からの「ナノセルロース・ジャパン/NC J」の活動の中で行われています。 NCF/NCJには、国内においてナノセルロースを扱う、産官学が参加しており、彼らからの委託を受けて、国際標準化活動が行われています。 日本が、ナノセルロース関係の国際規格を進める理由としては、プレゼンス（日本も本分野で国際的に貢献する覚悟があることを国際的に示すこと）、粗悪品の排除、他国提案の規格類に日本の意見を入れる（規格類の監視、知らないところで規格が成立しないようにする）などがあります。 ご質問の「規格が壁になって・・・」の部分は、海外からの提案が、我々の知らないところで勝手に議論されている場合には、可能性として残ります。したがって、ナノセルロース分野の規格類世界動向には、日本として、積極的に関わってゆく必要があるものと、考えています。

小島氏	CNFのISOでは日本語版が出ているのでしょうか？	ナノセルロースの関連規格類には、カナダの国内規格類、および、ISO/TC229、ISO/TC6が発行した規格類、さらに、議論中の規格類などがあります。いずれも、現状では「日本語版」は存在していません。英語版は、カナダの規格協会およびISOのHPで、有料ですが、入手できます。
小島氏	ナノセルロースの国際標準化動向において、ISOにおけるナノの定義が1～100nmと述べられていましたが、機械解繊CNFのような繊維径や繊維径にバラつきがみられるCNFにおいては平均値で判断されるのでしょうか？	ちょうど、ご質問のような内容の議論が、アイデア段階ではありますが、ISO関係者の間で、始まったところです。具体的には、また、何も決まっていません。考えられる方向性としては、平均値、ヒストグラム、幅の領域、などが考えられます。
産業技術総合研究所 梶原 秀夫 氏		無償でダウンロード可能なプロジェクトの成果物である「セルロースナノファイバー及びその応用製品の排出・暴露評価事例集」の付録IIIに「CNF及び関連材料をとりまく国際規制状況」をまとめているのでご参照ください。 https://www.aist-riss.jp/assessment/45276/
梶原様	セルロースナノクリスタルに関する安全性試験は、カナダで既に実施されたと聞いていますが、その評価結果はいかがでしたでしょうか？ CNCの方が、石綿に似た影響が出そうに思われますが、肺への吸入(労安法関連)の危険性は如何でしょうか？	CNCの安全性試験に関する情報については、下記の総説等をご参照ください。 1) Vireo Advisors, LLC(2019). Cellulose Nanomaterials A Practical Handling Guide. 2) Endes et al. (2016). J Nanobiotechnol 14:78 3) Ede et al. (2019). Nanomaterials 9:337. 4) Sai & Fujita (2020). Inhalation Toxicology 32:231-239.
梶原様	3nmサイズのCNFが皮膚細胞を透過しないとのことですが、そのサイズのCNFを食べても体内の細胞膜を透過せず体外に排出されると考えて良いのでしょうか？	CNFの消化器官における細胞膜の透過性および排出については、ご説明できる知見を持ち合わせておりません。
梶原様	TEMPOCNF、リン酸化CNFの食品用としての安全性にご知見があれば、ご教示いただけますでしょうか？使用できる安全性といえるのでしょうか？	TEMP-CNF、リン酸化CNFの食品用としての安全性については、ご説明できる知見を持ち合わせておりません。
梶原様	4種類のCNFの安全性をご紹介頂きましたが、同様な手法で製造している他のメーカーのCNFも安全と考えて良いのでしょうか？あるいは最低限必要な試験はありますか？	発表させていただいた安全性評価手法は、直接対象とした4種類のCNFと同様な手法で製造している他のメーカーのCNFにも適用可能と考えます。また質問いただいたニーズも踏まえて、産総研では引き続きCNFの安全性評価に関する研究を進めています。
梶原様	CNF生分解性をご確認されているかと思いますが、分解時に発生する二酸化炭素量を考慮した場合トータルとしても環境にいい材料と考えてもよろしいのでしょうか。勉強不足ですすみません。ご教授よろしくお願い致します。	環境へのトータルの影響を考えるには、CNFが生分解して発生する二酸化炭素の影響と、仮に当該材料が環境中に残留してしまうとした場合の環境負荷とを比較する必要があり、一概に結論づけることは難しいと思います。ただし、CNFは植物由来の材料であるため、生分解時に発生する二酸化炭素は大気中の二酸化炭素の増減に影響を与えない（カーボンニュートラル）と考えられます。また、各種部材へのCNF導入による二酸化炭素排出削減効果（軽量化等による）についても期待されているところようです。
京都市産業技術研究所 野口 広貴 氏		バイオPEの製造工程には資源である植物の栽培工程も含みます。植物が生育過程で吸収する二酸化炭素量をマイナスの排出量と換算することで、実質的に石油資源のPE、PPの製造工程よりもCO2の排出量が少なくなります。
野口様	樹脂にCNFを混練した時の引張強度は優れています。自動車構造部材では耐衝撃性が求められます。具体的な試験データはございますか。ご教示お願いいたします。	Izodおよびシャルピー試験の結果をスライドに示しています。残念ながらCNFの添加により強度低下が見られます。現時点では耐衝撃性があり重要視されない製品・パーツの部材置き換えをターゲットに開発を進めていますが、耐衝撃性向上は普及に向けた検討課題の一つと考えております。
野口様	バイオPEに変性CNFを使用される際に相溶化剤として「酸変性PP」を使用されていましたが、PEに対する相溶化剤としてPEベースではなくPPベースのものを選定された理由を教えてください。また、結果として強度が向上しているのでもく混ざっているとは思いますが、PE/CNF/酸変性PPがアロイ中でどのような構造をしているのか考察がございましたら教えてください。	PPとくらべ、市販で入手可能な酸変性PEは限られています。酸変性度の異なる製品を数種類検討してみましたが、CNF(バルブ)と十分な親和性を示すものが見つかっていません。現在利用している酸変性PPはNCV開発プロジェクトで選定された樹脂であり、本研究でも有用であったため採用しています。将来的にはバイオPEベースの酸変性PEを利用できればと考えています。構造に関しては、酸変性PPが極性部と疎水部を有するため、親水的なCNFと疎水的なPEの中間に酸変性PPが存在することでCNFをPE中に分散させていると考えています。
野口様	ガラス繊維とCNFの複合は行わないのでしょうか？タルク同様に大きな性能現象が生じないなら、試す価値があるように思います。	部材の重量増加やリサイクル性の低下が想定されるためこれまで検討していませんでしたが、今後検討してみます。
野口様	シャルピー衝撃強度の低下についてご意見をお願いします。繰り返し使用でガラスの衝撃が落ちたとしても初期の衝撃強度が不足していると思われるます。	ご指摘の通り、耐衝撃性の低さは課題の一つです。現時点では衝撃強度の求められない部材をアプリケーションとして想定していますが、今後改善を進めてまいります。
野口様	バイオPEの排出量を、バイオマス分を控除して、少ないという平尾先生の結果を説明されてますが、当該品のライフサイクルに渡る排出量を評価する場合、バイオマスからの排出分をカーボンニュートラルと解釈すると、ダブルカウントが生じて、まずいと思いますが、この点を解釈されるのか教えてください。	製造時に発生するCO2量と資源植物が吸収するCO2量をほぼ等しいとして、講演スライドに示させていただきました。バイオPEのLCAの詳細に関しましては、下記文献をご参照ください。 Kikuchi, Y., Hirao, M., Natita, K., Sugiyama, E., Oliveria, S., Chapman, S., Arakaki, M.M., Cappra, C.M.J. Chem. Eng. Japan, 46 (4), 319-325 (2013)
野口様	リサイクル時のCO2削減について教えてください。タルクPPはリサイクルできないのでしょうか？何故大きな削減効果が期待できるのでしょうか？	タルクPPもリサイクル可能です。また、今回リサイクルに関するCO2排出量に関しては、市販のLCIデータベース上の「再生プラスチックベレット」のデータを参照し試算しているため、バイオPEだから削減できる、といったことではありませんが、あくまでデータベースに基づく試算では新規にCNF強化バイオPEを製造する場合よりもリサイクルの方がCO2排出量を削減できるという試算結果となりました。
野口様	バイオポリエチレン+CNFによるCO2排出量削減の話をしていました。バイオポリプロピレンを使えば、開発のハードルが低くなるような気がします。バイオポリプロピレンはまだ実用化には遠いのでしょうか。	まだバイオPPは製造が困難で、現時点では商用化されていません。しかしながら、三井化学様が世界で初めてバイオマスポリプロピレンの事業化に取り組みまれと発表されておられ（2020年の2月）、私たちが早期の普及を期待しています。
野口様	リサイクルした際の成形品の色調やアセトアルデヒドの量はいかがでしょうか。	リサイクル後も色調に変化はありません。アセトアルデヒドの量については未測定です。
野口様	実際に成形をされて評価をされておられますが、配向による影響やウエルドによる強度低下などご確認されていればご教示お願いします。	射出成型時の樹脂の流れ方向(MD)、垂直方向(TD)にたいして線熱膨張率を測定すると、MD方向において低線熱膨張率が確認しています。これはCNFが流れ方向に配向した結果であると考えています。
野口様	バイオPEの排出量を、バイオマス分を控除して、少ないという平尾先生の結果を説明されましたが、当該品のライフサイクルに渡る排出量を評価する場合、バイオマスからの排出分をカーボンニュートラルと解釈すると、ダブルカウントが生じて、まずいと思いますが、この点をどの様に解釈されるのか教えてください。	製造時に発生するCO2量と資源植物が吸収するCO2量をほぼ等しいとして、講演スライドに示させていただきました。バイオPEのLCAの詳細に関しましては、下記文献をご参照ください。 Kikuchi, Y., Hirao, M., Natita, K., Sugiyama, E., Oliveria, S., Chapman, S., Arakaki, M.M., Cappra, C.M.J. Chem. Eng. Japan, 46 (4), 319-325 (2013)
野口様	バイオプラスチックは脱石油で非常に注目されている素材であることはいうまでもありません。ナフサ由来のプラスチックは超大規模で極めて効率化された設備で製造されることからコスト競争力がとても高いと言われています。バイオプラを本気で使おうとする場合、こういったコスト競争に打ち勝てるのでしょうか。また、再生の観点で、バイオプラはケミカルリサイクルに向いているのでしょうか。	ご指摘の通り、バイオPEに限っても現時点では石油資源由来のPEの1.5～2倍の価格であるため割高です。石油資源樹脂同様に、バイオマスプラスチックの製造法も効率化が進められていくと考えておりますので、徐々にコストは抑えられていくと考えておりますが、まずはコスト面を加味しても十分な環境保全性を打ち出せるのが、普及の大きなポイントかと思います。なお、バイオPEの一大生産国であるブラジルの政府による試算では、現在の自然環境を損なうことなく拡大可能な国内のバイオマス資源生産耕地面積は現在の6倍にのぼるとされています。さらに高収量植物や、より効率的なPEの合成技術が開発中であることから、徐々にコストダウンも見込まれます。
野口様	成形加工性について、CNFをバイオPEに加えると熔融粘度が高くなるとのことでしたが、具体的な原因など分かっておられましたら教えていただきたいです。	CNFのネットワークが樹脂の流動性を低下させるのであろうと考えています。
野口様	42mm押出機で、生産量20kg/hでは、商業ベースとしては生産量が低いと思いますが、生産における律則条件をご教示願います。	CNFを樹脂に添加する場合、樹脂の流動性が低下するため、混練押出機にかかる負荷が高くなってしまいます。また、京都プロセスでは混練工程でバルブを解繊するため、押出速度が速すぎるとバルブの解繊性にも影響を与えることが想定されます。繊維の解繊条件の改善や、装置の大型化により生産性は改善可能かと考えていますが、いずれにせよ、上記2点が律速条件として挙げられます。
野口様	流動性向上剤、分散向上剤の使用の可能性はありますか。	いずれも可能性はあります。
野口様	①リサイクルのページでグラフの横軸でのR1：粉砕 とは、粉砕材を成形して試験片を作製したということでしょうか。②CO2排出のところで、バイオPEのところはタルク含有して強度アップしたCO2排出を示しているのでしょうか。以上、よろしくお願い致します。	①コメントいただいている通り、R1：粉砕とは、粉砕材から試験片を成形しました。 ②バイオPEに関するCO2排出量試算は、CNFとバイオPEのみからなるコンボジットに対し計算しています。
野口様	ご紹介いただいたエアコンケースの検討例で、タルク系に関する材料の混練工程はどの様な工程でしょうか。 繊維分散の写真の紹介では2回のMB混練の後にPEに練り込んだ写真のご紹介がありましたが、それと同様の混練工程で試作されたのでしょうか。また、こうした製造工程をさらに合理化・低コスト化することは可能でしょうか。	タルク添加系のCNF強化バイオPEに関するご質問であれば、タルクはMB混練時に添加して混練しています。タルク、CNF、酸変性PPからなるMBをバイオPEで希釈し、試作を行いました。 製造工程のさらなる合理化・低コスト化について、現在はMBを作製し、バイオPEで希釈するという工程を経ていますが、相溶化剤（現時点では酸変性PP）の改善などを通して、MB製造を経ずに一括混練で製造することで達成できればと考えています。