

幹事・運営委員と県東部選出県議団・市長町長連絡会議との合同会議

■日時 2018年3月27日 ■会場 サンフロント9階ミーティングルーム



2017年度最後の事業となるサンフロント21懇話会幹事・運営委員と県東部選出県議団・市長町長連絡会議との合同会議が開催され、2018年度活動方針が示された。方針の実現のためのテーマとして次の7項目を設定した。

- ▽東京五輪パラリンピック開催を契機とした東部地域におけるスポーツ産業の推進を支援
- ▽AOIパーク開所を契機としたファルマバレープロジェクトとアグリオープンイノベーションプロジェクトの支援
- ▽富士市周辺におけるセルロースナノファイバー（CNF）の用途開発に向けた認知度向上を支援
- ▽わさびをテーマとした日本遺産申請の支援
- ▽世界遺産観光の新たな展開を支援。
- ▽動物愛護と福祉思想の普及活動の支援
- ▽サッカー新スタジアム・新旅客駅を核とした原・浮島地区まちづくり構想実現を支援

会議の後は、共同通信社編集委員の磐村和哉氏が急変する朝鮮半島情勢について講演した。また会議に先立ち、急逝された前沼津市長大沼明穂氏に全員で黙とうを捧げた。

主催者あいさつ



静岡新聞社常務取締役

谷川 治

先日の大沼前市長の訃報に接して大変驚きました。昨日沼津市のカトリック教会で葬儀が営まれ、私も出席させていただきました。沼津市のために市民のために奮闘された市長ただけに、残念でなりません。4月には息子さんの結婚式もあると聞きました。市政運営なども含めて、さぞ無念だっただろうと思います。改めてこれまでの功績に哀悼の意を表するとともに、安らかな冥福をお祈りいたします。

さて、官民一体となって活動しておりますサンフロント21懇話会も、今年で24年目に入りました。四半世紀の長きにわたって続けられているのは、みなさんの支援があつてのことです。本年度は5月に総会を、9月には伊豆地区分科会で「伊豆の魅力とインバウンド」について考えました。10月には川勝知事と前沼津市長に政策提言を行いました。また「郷土を育てるまちづくり」をテーマにした東部地区分科会を11月に開催しました。さらに3月の富士山地区分科会は「CNF（セルロースナノファイバー）」をテーマに開きました。

2018年度も県東部の都市づくり、地域づくり、自立促進に必要な提案、提言を積極的にしてまいります。会員の皆様の一層のご支援、ご協力をお願いしまして、主催者を代表してのご挨拶とさせていただきます。

懇話会代表あいさつ

年度末のお忙しい中、サンフロント21懇話会の合同会議にご出席いただきましたこと、厚く御礼申し上げます。大沼市長がご逝去されたことは大変残念なことでありました。市長に就任されて1年5か月がたち、ようやく政治や行政に慣れたところで、沼津を世界一元気なまちにするというスローガンのもと本格的な歩みを始めた矢先の出来事でした。非常に残念ではありますが、地方の政治行政は毎日一歩一歩進んでおります。歩みを止めるわけにはいきません。大沼市政の継承を実現してくださることを切に願っております。

当懇話会も歩み続けて24年がたちました。この間、地域連携のもと、伊豆・東部地区が共生・活性化するため、さまざまな施策に取りくんでまいりました。2018年は東部伊豆地区が活性化し、大いなる発展ができるために計画しました。この計画実現のためには皆さまの絶大なる支援が不可欠でございますので、2017年以上に18年度の活動にご支援をいただけるかと思ひます。

今日は世界も日本も最も関心の高い朝鮮半島についてのご講演を磐村和哉さんをお願いしております。その矢先にこの講演を見透かしたように金正恩氏が中国を電撃訪問したというニュースが飛び込んでおります。そんなことも含め、磐村さんのお話は私どもにも大変関心があり参考になるのではないかと思います。合同会議が皆様にとって有意義なものになれば幸いです。



サンフロント21懇話会運営委員長

伊東 哲夫

基調講演

急変する朝鮮半島情勢

共同通信社編集委員 兼 論説委員(元平壤支局長)

磐村 和哉氏



“急変”した講演テーマ

共同通信の磐村でございます。本日はよろしくお願ひします。まず冒頭に市長のご逝去に対しお悔やみ申し上げます。市長とはあまり接点はないのですが、たまたま生まれた年と月が同じでして、非常にアイディアマンだったとうかがっています。心よりご冥福をお祈りしたいと思います。

今日のお話の演題は1か月前に調整しました。ちょうどオリンピックが終わった後の朝鮮半島はどうなるのか、『平昌五輪後の朝鮮半島情勢』というテーマで話そうと思ったのですが、このひと月でさまざまな展開が起き、急きょ『急変する朝鮮半島情勢』と差し替えさせていただきました。

今日は、中国入りした北朝鮮の要人は一体誰なのかという話で持ちきりで、私もここに来るまでの電車の中で取材先とショートメールでやり取りをし、まだはっきりと金正恩委員長が北京に入ったとは断定できませんが、可能性はかなり高く80%以上はあると思っています。そこで、北朝鮮がオリンピックを舞台に対話攻勢を仕掛けて来た狙いについて、今日につながるお話をしたいと思います。

予測不可能なアメリカ大統領への恐怖

平昌オリンピックを北朝鮮は去年まで「南朝鮮地域で行われる国際競技大会」と言っており、冬季五輪が開かれるということは国内では全く触れていませんでした。ところが年が明けると平昌オリンピック専門の選手団や美女応援団を投入してきた。狙いは何かというと、北朝鮮だけでなく韓国にも共通の思惑—南北の関係改善を誇示しなけ

ればならないという思惑があったと思っています。

その理由の第一は、アメリカのトランプ政権が本当に引き金を引くかもしれないという物質的な圧力。Xデーはいつかと私もあちこちから聞かれ、まずXデーはないと思われませんが、北朝鮮には、発足して1年ちょっとのトランプ政権がこれまでのアメリカの指導者とはまったく異なるやり方で内政も外交も進めている予測不能な相手であるという恐怖心があります。これをして北朝鮮が圧力回避—軍事的な攻撃を回避するという選択をさせたのだろーと思っています。

韓国の文在寅政権も同じです。やはり北朝鮮を発火点とした有事が起きたとしたら、北朝鮮との軍事境界線から30~40kmしかない韓国ソウルの首都圏—国内総生産の6~7割が集中している国の首都が、通常兵器でやられてしまうという恐怖心。これを文在寅大統領が昨年4月の訪米後に感じた。このまうまくいかなかったら攻撃するぞとトランプ大統領から耳打ちされたようなのです。

文大統領がとった戦争回避策は、まずは北朝鮮への説得。それから昨年12月に中国にも行き、習近平国家主席と首脳会談をして戦争は絶対に避けなければならないという合意を取り付けた。このように、韓国側も戦争を回避したい、北朝鮮も衝突を回避したいという思惑が一致したというのが大きいと思います。北朝鮮が制裁の圧力に屈して出て来たという見方を日本政府もしていますが、それはおそらく二の次でしょう。まずは制裁云々よりも国の安全を守る安保の問題だろうと思います。

外からは見えづらい北と南の思惑

2点目は、外からなかなか見えづらいのですが、

韓国も北朝鮮も今年は政権樹立70周年です。北朝鮮の場合は9月9日に建国記念日という日を設けておりまして、今年は70周年の節目で盛大にやるということで今から準備をしています。

ただ政権樹立70年ということは、民族分断70年ということになります。民族分断70年の痛みや負の遺産というものを転換する、和解に向けて動き出す指導者として歴史に名を残したいという政治家としての野心を、金委員長も文大統領も持っているだろうということです。

さきほど制裁は二の次だと申しましたが、北朝鮮はもちろん制裁に風穴を空けたいという危機感も持っています。まずは韓国を取り込むことによって軍事的にアメリカの盾とする。そして経済制裁に風穴を空けるためにも韓国が必要になった。日本も北朝鮮に対して国連の制裁決議以外に独自に制裁を掛けていますが、韓国も同様で、とくに開城工業団地、金剛山観光という貴重な外貨収入源が止まっています。これを韓国の判断で回避もしくは緩和できますので、それをなんとか実現したいと思っているでしょう。

では国連の制裁決議は効いていないかといえ、これまで北朝鮮に課せられた国連安全保障理事会の対北朝鮮決議は10本あります。2006年に初めての核実験をやってから順番に見ると、特徴的なのは、2013年までの4本の決議はターゲット制裁といわれているもので、核ミサイルの開発に関連する部品の北朝鮮への輸出禁止に重点が置かれていました。どういうことかといえ、軍事転用可能な部品を北朝鮮に出すのを止めるということ。しかしこれには抜け穴がいろいろありまして、軍事的にも民生にも使える工作機械や部品はいっぱいあり、民生用だといって輸入できるのです。たとえばミサイル発射の大型トレーラーは中国から木材運搬用の名目で輸入し、改造してミサイル発射用に使っている。ロシアからは油圧式のポンプ車や消防車。これらを持ち込んでミサイルの発射台に改造しているといわれます。

抜け道を探すために時間がかかる＝開発のスピードが遅れるという効果も一部にはありました。相手に手間を掛けさせるという制裁ですね。ですが、核ミサイルの開発を止めさせるというところまではいきませんでした。

経済制裁の影響は限定的

2016年の4回目の核実験以降の6本の制裁。とくに昨年、北朝鮮は核実験はやるは大陸間弾道

ミサイル発射実験はやるはで激しく撃ちまくっていましたので、昨年の4本の制裁はターゲット制裁ではなく、ほぼ経済封鎖に近い形の制裁に格上げされました。民生だろうが何だろうが全部ダメ。北朝鮮の輸出主力3品である石炭、繊維製品、海産物は輸出禁止。石油精製品やエネルギー関連も年間の限度額を決めてそれ以上はダメだと絞りました。これによって北朝鮮は外貨収入が減り、打撃を受けたといわれています。

ただし、去年12月にうちの平壤支局が撮影した映像によると、平壤中心部のタワーマンションに使われているライトはLEDになっており、通りにはタクシーもいっぱい走っている。人が住んでいるかどうかわからないタワーマンションですが、外国メディアには公開しています。

こちらはカルフルをモデルに中国との合弁で建てたショッピングセンターです。かつては中国の商品が多かったのですが、国産品がずいぶん増えてきました。北朝鮮は繊維、運動器具等を韓国との開城工業団地で学んでおり、かなりのレベルに達していると思われます。中国のデザインを真似たものと思われますが、中国のデザイン自体がバーバリーを真似ているのでバーバリー風のセーターになっていますね。

こちらは平壤の靴工場で機械式ミシンが稼働している映像ですが、ローマ字で書かれた機械の名前をみると日本製です。こういったものが1台2台ではなくライン単位で入っています。静岡でもメガソーラー問題が話題になっていますが、北朝鮮でも太陽光発電があり、ヨーロッパの人道支援NGOが冬場の暖房用に北朝鮮の幼稚園に持ち込んで大変好評を得て、太陽光発電に関心を注いでいるようです。靴工場の生産工程では電力消費量がひと目でわかります。

2006年の最初の制裁決議以降、日本も独自制裁で北朝鮮への輸出入はゼロが並んでいます。経済封鎖をしているはずですが、このように日本製のものが入っている。制裁の効果は限定的だろうと言わざるを得ません。日本から直接北朝鮮へ持っていく場合は問題になりますが、日本から第三国に行ったものが何か所か経由して北朝鮮へ入ったものに関しては「うちからシンガポールへ行ったものが確実に平壤に入っています」と立証しなければ、日本で取り締まるのはなかなか難しいのです。

私が平壤の町で驚いたのは、スーパーに入って購入したフルーツ100%のジュースが南アフリカ製だったこと。日本がいくら制裁しても、いろい

ろな抜け道で北朝鮮はモノを入れています。平壤では日本の100均で売っているような生活雑貨品がふんだんにあります。ひょっとしたら日本のそういった生活雑貨の多くは東南アジアで生産されているので、それらが横流しされているものと思ったら、完全に日本仕様のものでした。北朝鮮の人も納豆が好きなんです、賞味期限のある納豆のようなものも陳列されています。個人旅行者が何人か納豆をいっぱい買い込んで持って行ったという数ではありません。

国連の制裁が10本あるうちに、2016年からの6本の制裁が北朝鮮を締め付けているわけですが、一方でこのような映像を見ると元気いっぱい経済活動している。これは何だろうと思います。制裁で北朝鮮に危機感を抱かせながら対話に誘導するという対話型圧力が数年間足りなかったのではと言わざるを得ませんし、北朝鮮も制裁慣れして闇のルートを作り上げて対応している。各国の法や制度が国連の制裁についていっていないというのが問題だろうと思います。

訪中の目的は米朝首脳会談の予行演習か

制裁の影響の中で4月末に行なわれる南北首脳会談、5月中にも行なわれるといわれる米朝首脳会談がどういった展望や流れになるのかをお話したいと思います。その前に今、中国の中で動いている北朝鮮要人—私は金委員長の可能性が大きいとみていますが、最初の首脳外交に中国を選んだ北朝鮮の狙いは何かをお話し、その後で南北首脳会談や米朝首脳会談の展望という順番でお話を進めていきたいと思います。

最初の首脳会談に中国を選んだ理由は、北朝鮮も中国も、やっと今、お互いを利用し合える立場になったからだろうと思います。中国はこれまで北朝鮮が金正恩体制になってから「いつでもいらっしゃい」と招聘している状態でしたが、来てもらう以上は非核化の話をしてくれないと中国としては立場がない。とくに2003年から2008年まで続いて今は中断している6カ国協議の議長国が中国です。中国としては北朝鮮に非核化を言ってもらわねばいけないが、去年まで北朝鮮はひと言も言わないばかりか核大国になるんだと叫び続けて核実験を続けてきました。中国としても「来てもいいけど手土産がない」という状態だったのです。

今年に入っていよいよ北朝鮮が非核化を言い出した。それでハードルがひとつなくなりました。中国としては北朝鮮が非核化の話をしてくるな

らいつでもウエルカムだという状態です。しかも年明けから南北や米朝の話ばかりが出て中国は疎外感を感じている。やはり朝鮮半島の非核化の問題では中国が自分たちの存在感や影響力を示したい。そういった思惑が中国にもあります。

北朝鮮としては、なんといっても米朝首脳会談の予行演習をどこかでやりたい。それにはやはり中国が一番だ。なぜかといえば習近平主席が昨年トランプ大統領と2回首脳会談をやっている。お互いの首都を往復して首脳会談をやった習主席から金委員長としては得体の知れないトランプ大統領とどう駆け引きをしたらよいのかサジェスチョンを受けたいという思惑があらうかと思います。

韓国との南北首脳会談は今回3回目でお互いの手の内がわかる。南北ともにお互いの態度がわかるのでどこで合意して落としどころにすればいいかわかるのですが、トランプ大統領は側近をどんどん更迭して入れ替え、いつ何をするかわからない。そういう相手ときちんと話し合うにはどうしたらいいのか、その辺のお知恵拝借を中国に乗り込んで得たいということだと思います。

それから中国との国境地帯での貿易は、国連の経済制裁でかなりの打撃を受けています。中国の手綱を少し緩めてもら。魚心あれば水心じゃないですが、匙加減を甘くしてもらうという期待も北朝鮮側にはあらうかと思います。

トランプ大統領とのビッグディールの中身

北朝鮮が中国を皮切りに南北、米朝と進める首脳会談の目的は何かといえば、ホップ・ステップ・ジャンプで考えればいいと思います。まず中国で勢いをつける。南北で加速度を付ける。そしてアメリカでジャンプする。ジャンプする舞台で非核化とその見返りとしての体制の安全保証。これをトランプ大統領とのビッグディール—いわゆる大枠で合意してしまおうということです。非核化は過去にも合意を途中で破棄してしまったことがありますが、体制の安全保証は、休戦状態となっている朝鮮戦争でとりあえず終戦宣言をし、疑似的な平和共存状態を創り出し、その次に法的にきちんと朝鮮戦争の休戦協定を平和協定に転換するという流れを考えていると思われます。

朝鮮戦争の休戦協定にハンコを押したのは、中国、北朝鮮、国連軍（在韓米軍）の3者ですから、この3者がきちんと会談のテーブルに着き、これを平和協定に変えるんだということをやらなければならない。これはかなり時間もかかりますし、

その意味でも中国という存在が必要になってきます。

そしてさらにはアメリカの軍事的脅威を取り除き、アメリカとの不可侵条約と国交正常化につなげる。非常に長いタイムテーブルで北朝鮮は考えていると思いますし、それに向かってアメリカの軍事的脅威がどんどん削減されていく。同時に自分たちも非常に時間のかかる非核化という作業に着手する。行動対行動というシナリオを描いていると思います。

通常の外交交渉とは実務レベルから積み上げてトップ段階で確認してハンコを押すというのですが、今回は逆ですね。トップ同士でまずボンと決めてそれから下へあれやれこれやれとトップダウンする。ある意味危険な香りもします。つまり総論ではOKだが細部ではいろいろ対立するという要素があちこち地雷のように埋まっているといえる。ですから首脳会談があったとしても楽観はできないと思います。

非核化については過去にも何度も口にしていますし、真意はわかりません。特に北朝鮮の憲法では「核保有国であります」と前文で書いてありますし、憲法より上にある北朝鮮労働党の規約にも「核開発をやる」と書いてある。それを変えてもらわない限りこちらも安心できないのですが、これについて北朝鮮の関係者にぶつけてみたところ、北朝鮮での最高指導者の言葉は超法規的な存在で法律を超えていると。金正恩委員長が非核化をやる首脳会談で言って紙に落とせば、ある程度は非核化への真偽は解消されるのではないかということでした。

レッドラインを探る米朝の目に見えない対話

去年の今ごろは、我々もいつJアラートが鳴るんだと毎日追いまくられていました。北朝鮮がアメリカの軍事的脅威を意識し、トランプ政権がどこまでやったら引き金を引くのか、レッドラインを探るとというのが昨年一年間のミサイル核実験の動きだったと思います。どこまでやったら引き金を引くかを口で言ってしまったら答えを教えてくださいのようなものですから、どの国でもそんなことは言いません。相手に常に考えさせる。それを北朝鮮は一生懸命探ろうとしていたわけです。

ではそのレッドラインはどこか。不思議に思ったのは昨年8月と9月の2回、北海道の襟裳岬沖に中距離弾道ミサイルを発射しました。このときJアラートが鳴り太平洋側に落ちたにもかかわらず、アメリカのペンタゴンは「これはアメリカに

とって脅威ではない」と即座にコメントを出したのです。その時私は、北朝鮮もアメリカもお互いレッドラインを探る見えない会話をしていたんだなと思いました。つまりアメリカにとってはこのミサイルは我々の脅威ではないよ、でももっと近づいたらただじゃおかまいという脅的なコメントだったのだろうと。北朝鮮はどこまでやったら本当に引き金を引かれるのか戦々恐々としながら飛ばしていたと思います。

最終的に去年11月29日に北朝鮮がアメリカ全土を狙えるICBMを開発したと言って発射実験をしました。この頃からアメリカは本気になって有事の作戦計画と軍事演習の準備に入った。北朝鮮はこれを見て、ワシントンに届くICBM実験をやったら終わりだと考え、ギリギリのところで踏みとどまって対話路線に変換した。アメリカもそれを受け止めた。つまり虎の尾を踏む直前、虎の後ろ足を引っ搔くばかりのところで止めて対話路線に転換することによって、アメリカに引き金を引かせる名分を失わせたのです。

北朝鮮は昨年11月に飛ばしたミサイルについて、これで国家の核戦略は完成したと宣言しました。技術的にはワシントンに届くかどうか懐疑的だという意見が多数でしたが、北朝鮮はおそらくそれを分かっている、とりあえず「出来た」「これから安心だ」と国内向けに言うことによって次の対話の準備を進めるというシナリオで、これを実際に施行していると思います。

実態は未完成でも核ミサイル保有の自信感からか、去年の暮れから彼らは突然、核保有国とはいわず「戦略国家」だと言い始めた。このように言い換えたところも対話を意識している流れかなと思います。非核化と同時にミサイル核実験の凍結をすと言いついています。ただし北朝鮮は2年前から弾道ミサイルの開発を加速化させており、核実験もやり、これ以上実験をやらなくてもコンピューターのシミュレーション上で補えるレベルに来ているというのが実情です。核実験はこれまでに6回やっています。中国やロシアの在東京国防武官に聞きますと、中国もロシアもアメリカを狙う核弾頭を持っていて、自分たちの経験上、実験は5～6回やれば十分データが集まり、技術的にも小型化できる。あえて危険を冒して7回やる必要はないと一致して言っていました。おそらく北朝鮮もその状態で無理してやらなくてもいいという状態だろうと。自分たちで凍結すると言っても負担は少ないというところから考えます。

ということは、凍結や非核化をある程度完成さ

せたので、このタイミングで交渉のテーブルに乗せれば最高値になる。これが去年の暮れから今年にかけての対話を後押しする流れだろうと思います。

在韓米軍の必要性

去年までさかんに言われた北朝鮮の攻撃があるのかどうかですが、北朝鮮は基本的に、勇ましいことを言っている自分たちから先に手を出すということには非常に慎重です。なぜかといえば、北朝鮮は制空権がほとんどないということを自覚している。アメリカの最新鋭のステルス機が入るものなら追いつけない。アメリカの膨大な軍事力の実態というものをよくわかっています。

しかし韓国には時々手を出すんですね。韓国が全面的には反撃しないだろうという予測のもとにやっている。韓国が舐められているんですね。なぜかといえば皮肉な話ですが、在韓米軍の存在です。北朝鮮は公式的には在韓米軍撤退せよと言っていますが、実態は韓国軍の跳ね上がりを抑えてくれる在韓米軍というものに北朝鮮は着目しているのです。

先々週、韓国の国防部の星を4つぐらい付けた人が来日したので話を聞いてみたのですが、韓国軍の内規では、北朝鮮から一発銃弾が飛んで来たら3倍返しするというが基本だということです。8年前、哨戒艦が魚雷で沈没させられたり、延坪島という島に砲弾を撃ち込まれたりという北からの挑発があり、韓国軍内部では3倍返し以上に基地のある地域に全部攻め込んで破壊しよう、場合によっては地上戦も厭わないとかなりいきり立ったのです。そのときに韓国軍を抑えたのが在韓米軍です。

有事一步手前の状況になると韓国の防衛がワンランク上がります。ワンランク上がると自動的に作戦統帥権は在韓米軍に移ってしまうので、在韓米軍の司令官が「怒りは分かるがやるな」と抑えてしまうと韓国軍は動けない。それを北朝鮮はよく知っていますので、韓国にはちょっとくらいちょっかいを出しても在韓米軍がいるから大丈夫だと思っている部分もあるようです。

北朝鮮は先制攻撃をしたらやられるとわかっていますので、現状では日本にミサイルが飛んでくることもほとんどないだろうと思います。ただし日本も射程距離に入っているノドンミサイルは20年ぐらい前から実戦配備されている。この脅威にはどう対応したらいいのか、日本の国会では敵基地攻撃能力というものがしばしば議論されていま

すが、敵基地攻撃能力は韓国のミサイル防衛を参考にする必要があると思っています。

北朝鮮は昨年20回ぐらいミサイル実験をしました。明け方や夜中、場所も全くバラバラで神出鬼没な撃ち方をしましたが、それでも韓国はそのうちの2回ほど北が発射した直後に弾道ミサイルを発射しました。北朝鮮とは全然関係ない方向に撃った「訓練」ですが、時間も場所も完全に認識して韓国が撃った。ということは、北が撃つ構えを見せればその時点で叩かれてしまう。そういう韓国の能力を北朝鮮も認識したと思います。

ドローンとサイバー攻撃は要注意

先ほど申し上げたように北朝鮮には脆弱な防空能力の問題もあります。太平洋軍の戦略爆撃機は平壤まで2時間で飛来するといわれていますし、ステルス機は日本から飛べば20～30分の話ですので、これはかなりの脅威です。ですから北朝鮮が先制攻撃をする可能性はかなり希薄だろうといえるでしょう。

ただしもう一つ注意したいのは、通常兵器で追いつかない部分をドローンやサイバー空間での攻撃で補おうとしているということ。ドローンは去年の段階で往復500kmを飛べるものを開発しているようです。韓国の国防省に聞くと北朝鮮のドローンは韓国の技術よりも数段上だと警戒していました。500kmは往復しないまでも日本までギリギリ飛んでくる距離ですし、低空で飛行してくればレーダーに引っ掛かりにくいところもありますので警戒が必要です。

サイバー空間に関しては国境がありません。あるサイバーセキュリティ会社に取材に行ったとき、世界地図がドンとあって、いろいろなところが点滅していたのです。1分間に何億件ものウイルス攻撃が仕掛けられているのが日本の実情だという。基本的には我々のPCに入っているウイルスソフトで対応できるレベルのものが圧倒的に多いのですが、技術的にかなり巧妙なウイルスが、私がこうしてしゃべっている間にも入ってきている。これは北朝鮮に限った話ではありませんが、北朝鮮には専門部隊というものを作っています。これは通常兵器では太刀打ちできない攻撃であり、ふいをついたときにやってくるものだと言わなければなりません。

時間になりましたので私の話はここまでにし、質問があれば受けたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

（質問）日朝首脳会談の可能性、拉致被害者の帰国の可能性はいかがでしょうか？

（磐村）日朝に関しては、事実上日本は置き去りにされているという状態だと思います。特に北朝鮮は南北、米朝、中国に比べ、日本へのシグナルというものはほとんど出していません。韓国の特使団が平昌オリンピックの答礼として平壤を訪れて金正恩委員長と会ったとき、拉致の話は韓国側もしなかったし北朝鮮側もしなかった。そもそも日本の話がそれほど出なかった。つまり北朝鮮にとって日本の優先順位はかなり低いのだと思います。金正恩委員長は中国、韓国、アメリカというホップ・ステップ・ジャンプの順で、日本はその先に余力があったら相手にしようかくらいの考えではないでしょうか。もう一つ、去年の衆院選で安倍政権が少子高齢化と北朝鮮問題を2つの国難として位置付けてしまったことへの反発があるかもしれません。

拉致問題については2014年のストックホルム合意が空洞化してしまっています。ですが私が聞くところによると、日本の出方によっては、つまり国交正常化を本当に目指して交渉を始める覚悟があるなら拉致の話をする用意はあるようです。それにはもちろん条件があって、日本独自の制裁を緩和するという取引を持ってこないと動かないだろうと。被害者の方が帰国し、拉致問題の真相が解明されるまでは悔しいですがもう少し時間がかかると思います。

日本の優先順位を上げようとするなら、今の北朝鮮の動きを評価し、特使もしくは議員外交的な動きで平壤に入り込む手立てを組まない限り、待っているだけでは難しいと思います。自民党の中にもそのような危機感を持って動きを見せようとする議員がいることは承知していますが、ご存知のように今の政局で国会はそれどころではなく、森友国会が一段落しなければどうにもならないでしょう。タイミング的には4月15日が金日成主席の生誕日が北朝鮮にとって最大の祝日の一つですので、それに合わせて何らかのメッセージを送るとか、地方議会の超党派の代表団が平壤を訪問するという話もありますので、タイミングを計りながら対話に誘導するというやり方もあるのかなと思います。かつて金丸さんが始めた日朝議員外交は二重外交・二元外交だと批判されましたが、今はそんな時代ではなくなっていると思います。

（質問）南北の統一はあり得るのか、それは力に

よる統一なのか、朝鮮半島が一つになったら日本にどんな影響があるのでしょうか。

（磐村）韓国が目指しているのは、統一に向けて平和共存の状態をまず作るということ。いわゆる軍事的にお互い脅威ではないという状態に持ち込んで、さらにプラスαして経済共同圏を作る。統一はそこから先の話だろうと思います。まずは1国家2制度というものに向けて、安全保障と経済の部分で共存の枠組みを目指すようです。

韓国は今の憲法では5年で大統領の任期が切れますので、何代にも亘ってやらなければならない課題だろうと思います。北朝鮮は終身最高指導者ですから、何人もの韓国大統領を相手にすることになる。韓国は政権が変わってもこの体制で行くのだという法的な枠組みを作っておかなければ、統一というのは言葉だけで踊ってしまうということになるかと思っています。

北朝鮮も韓国も、どちらかが主導権を握って統一するということを恐れています。韓国に飲み込まれる、もしくは北朝鮮に武力統一されるということをお互い恐れている。その恐れを解消させる過渡的なステップとして、平和共存と経済共同圏というものを進めていくと思われます。とくに経済共同圏については、北朝鮮の経済をレベルアップさせ、統一したときに韓国の経済的な負担を出来るだけ減らすという思惑があります。

仮に何十年後かに統一された朝鮮半島がどうなるのか、日本のみならず中国やアメリカも注視しています。とくに中国は反中国の半島になるのか、親日の半島になるのか反日の半島になるのか、中国もアメリカも日本もいかに影響力を行使するか、いわばパワーゲームのようになって予測は難しいのですが、北朝鮮は今、そういった大国の思惑を逆手に取ってゲームをしようという側面もあるかと思っています。

〈講師プロフィール〉

磐村和哉（いわむら・かずや）氏

共同通信社編集委員

1959年東京生まれ。84年東京外国語大学朝鮮語学科卒業後、共同通信社入社。福島支局、横浜支局、社会部、外信部を経て98～2002年ソウル支局、03～11年中国総局、06～08年平壤支局次長、08～11年平壤支局長、11～12年 外信部担当部長。13年～編集委員兼論説委員。

『第3回富士山地区分科会』

2018年3月5日

会場／ホテルグランド富士

『CNFが拓く、地域の可能性』



サンフロント21懇話会は2018年3月5日に第3回富士山地区分科会を開催。夢の素材として注目されているセルロースナノファイバー（CNF）がこの地域にもたらす可能性や活用に向けた課題等を活発に議論した。基調講演ではCNF研究の世界的権威である東京大学大学院の磯貝明教授にCNFの解説と開発経緯や現状をうかがい、パネルディスカッションでは3名のパネリストがCNF技術の活用事例や用途開発の動向、必要とされる支援策等について語った。

参加者にはCNFを使用した三菱ボールペン〈ユニボール・シグノ307〉が配られ、「CNFを入れることによって速書きでもかすれない、なめらかな書き味」を実感。会場には静岡県との協力でCNF素材や実際に市販されている製品が展示された。

主催者代表あいさつ



静岡新聞社常務取締役

谷川 治

サンフロント21懇話会富士山地区分科会にご来場いただきまして、ありがとうございます。本日の富士山地区分科会はセルロースナノファイバーをテーマに取り上げていただきました。どこにでもある木材をナノレベルまで細かくすることによって出来る最先端のバイオマス素材で、軽量でしかも鉄よりも固く、私たちの生活を根底から変えていく夢の研究開発ということで、この地域に何をもたらしてくれるのかを考えていきたいと思っています。

基調講演をお願いしております東京大学大学院の磯貝明先生は静岡市清水区のご出身で、セルロースナノファイバーの研究では日本の第一人者であります。研究開発の現状、あるいは素材がもたらしてくれる展望等、大変興味深いお話を聞けるものと思っています。

さらにパネルディスカッションでは「セルロースナノファイバーが拓く地域の可能性」をテーマに、各分野のパネリストの皆さんに地域の振興という視点でさまざまな意見がうかがえると思っています。本日の分科会を契機にさらなる地域の盛り上げにつなげていければと考えております。

サンフロント21懇話会は今年24年目を迎えました。昨年は原・浮島地区のまちづくり構想ということで、川勝知事や大沼市長に政策提言させていただきました。こうした活動を継続できるのは会員の皆さまのご協力とご支援のおかげだと思っています。この場をお借りして改めて感謝を申し上げますとともに、今後もご協力ご支援を賜りますようお願いし、ご挨拶とさせていただきます。

懇話会代表あいさつ

サンフロント21懇話会富士山地区分科会にご参加いただき、厚く御礼申し上げます。また日頃より富士山地区の活性化に皆さまの多大なご協力とご尽力をいただいておりますこと、この場を借りて厚く御礼申し上げます。

皆さまの中には平昌オリンピック・パラリンピックの感動がいまだに残っているかと思います。ただただ日本の選手がメダルを獲ったということだけでなく、メダルを獲るまでにさまざまな艱難辛苦を乗り越え、いわば臥薪嘗胆、捲土重来ということで選手の皆さんがメダルを勝ち得たその過程において、大いに私たちを感動させてくれたと思っています。

オリンピックでは選手の強靱な精神が私たちに素晴らしいプレゼントをしてくれたわけですが、強靱といえば本日のセルロースナノファイバー(CNF)の話は、軽いのに鉄より何倍も強靱な素材という話です。開発の第一人者である東京大学大学院教授の磯貝明様をお招きして基調講演をうかがい、その後はパネリストにCNFの専門家である青木教授、また静岡の産業において大いに活躍されている望月様、小出様をお招きして、大石様をコーディネーターにご議論いただきます。

紙の町・パルプの町が一転して大きな産業革命をもたらす、往時の素晴らしい富士山地区の発展をもたらす可能性を十分秘めた素材ということで、私ども懇話会も平成29年度活動目標のひとつとしてCNFに大いに期待し、支援しているところでございます。本日はCNFの研究と実用化に向かって皆さんとともに専門家からお話をうかがい、それを持ち帰り、地域の活性化に役立てれば幸いです。

本日の分科会が皆さまにとって実りあるものになることを願います。

サンフロント21懇話会
運営委員長

伊東 哲夫

基調講演

『CNF研究・開発の現状、今後の展望と課題』

東京大学大学院農学生命科学研究科教授

磯貝 明氏



桐谷美玲のドラマで若者に浸透

本日はこのような機会を頂きまして、ありがとうございます。私自身は旧清水市の出身です。家の2階から毎日富士山が見え、富士山にはあまり新鮮味を感じていなかったのですが、今振り返ると貴重だったなと思います。富士市には住んだことはありませんが、義理の姉夫婦が沼津の深海水族館に勤めております。磯貝の知り合いだと言えば、料金が半額になるかもしれません。保証は出来ませんが（笑）。

ご承知のとおり富士市は紙パルプ産業がさかんです。後ろにも展示されている日本製紙、王子ホールディングスをはじめ、とくに特種東海製紙は若社長の松田さんと一緒に研究室で実験していたご縁もあります。

セルロースナノファイバーという素材について、お耳にされたことはあるかと思います。実は昨年、フジテレビ系の『人は見た目が100%』という桐谷美玲主演のドラマで、冴えない製紙会社の研究員だった主人公のOLが、自社で開発したセルロースナノファイバーという言葉を連発していました。ドラマ自体は製紙会社が化粧品メーカーに乗っ取られ、主人公がいきなり綺麗になったという他愛もない話ですが、なにしろそのドラマで桐谷美玲さんが連呼したおかげでセルロースナノファイバーは若者には結構浸透したようで、東京大学1～2年生の駒場の授業でも認知度が高い。今日お越しの皆さんは世代的にギャップがあるかもしれませんが（苦笑）。

まず簡単に自己紹介しますと、今の静岡市清水

区に生まれ、富士見小学校から越境入学で城内中学、静岡高校に進みました。その後、予備校を経て東大理科二類というところに入りました。私は入試までは物理や数学がとても得意だったのですが、東大に入ると物凄い天才がいるんですね。物理や数学は天才的な人が1個公式を作ってしまうと、まわりの人は何もすることがない。しかし化学はわりと、何か偶然発見するものがあるんじゃないかと直感し、農学部に進んで木材の化学反応の研究を始めました。その後、紆余曲折がありまして、偶然に近いのですが2006年にセルロースナノファイバーが初めて出来たということです。まだ10年しか経っていないんですね。

バイオマス資源が必要となった背景

本題に入ります。国や世界がどうしてバイオマス（生物資源）ということを言い始めたかということ、石油や石炭の化石資源—20世紀は石油化学や合成高分子等の文化によって我々身の回りの生活も豊かになりましたが、一方でごみの蓄積や資源の枯渇化、地球温暖化や環境問題がクローズアップされてきた。すべての電力エネルギーを石油資源から得るのではなく、循環可能な社会に適応できる植物資源によって豊かな生活を支える方がいいということ、多くの人が実感するようになりました。そしてCOP21やパリ協定等で、二酸化炭素の増加が地球温暖化をもたらし、我々の時代はよくても次の世代、その次の世代にはとても地球に住めなくなるという危機感から、化石資源を無くして循環型社会にしようという動きが起りました。

どうして木や植物資源を使うと地球温暖化を防げるかというと、今のところ唯一、植物が二酸化炭素を還元して自分の体である植物資源と酸素を出すからです。こういう作用をするものは他にありません。我々動物や生物は酸素を吸って二酸化炭素を放出し、生命を維持しますが、植物は成長の段階で、空気中の二酸化炭素の炭素を使って自分の体を大きくするのです。20年ぐらい前は、木を使うというのは環境破壊になるというイメージがありましたが、現在では木を切って使って木を大きく育てるということをちゃんとやれば、二酸化炭素を吸って酸素を出す、すなわち地球温暖化の防止につながると理解が進んでいます。

切った木は何かに使わなければなりません。分かりやすいのは木造住宅を建てたり紙を使ってリサイクルするということで、成長して大きくなった木は二酸化炭素を吸い取らないので、切って何かに使い、また植える。植える時に二酸化炭素を吸ってくれて、地球温暖化を防ぎ、石油に代わる生物資源として身の回りで使えるわけです。

しかしながら、みなさん木を使いましょう、木の家を建てましょう、紙を使いましょうといっても、人口は減少していますし、最近では静岡新聞社が一生懸命サポートされているにもかかわらず学生は新聞を読まない。紙を使わなくなっているのです。せっかく日本には66%もの森林資源があるのに使われない。リサイクルの環がぐるぐる回らない。人口減少で紙を使わない。家を買うというのは一生に1度か2度の買い物だから、燃えにくく劣化しない住宅にしようということで木を使わなくなっている。この環が回らなくなれば、二酸化炭素の吸収もしない。地球温暖化防止にまったく寄与しなくなるわけです。

セルロースとは何か

そこで着目したのが、木材成分の重量でおよそ半分を占めるセルロースという多糖です。これを活用し先端材料が出来れば循環につながる。木を切った後は必ず再植し、CO₂を吸わせれば、地球温暖化防止をしながら石油に代わる生物資源を半永久的に人類に供給してくれるのです。

植物のセルロースというのは非常に安定してお

り、取り出すのに大量のエネルギーや薬品が必要でした。20世紀は有機溶剤や薬品をたくさん使い、長時間加熱させ、取り出したという論文がたくさん出ましたが、結局実用化されることはほとんどありませんでした。何かに使えるだけでなく、環境に優しい方法で作れるかが重要だからです。

植物は大きく分けると主成分と副成分があります。副成分で身近なところではお茶のカテキンや毒になるものではトリカブトなど。ひょっとしたらアマゾンの山奥に万病に効く成分を含む未発見の植物があるかもしれませんが、そのような副成分はわずかで、植物の約9割は主成分。その半分がこれからお話するセルロースという多糖類です。残り半分はヘミセルロースやリグニンというセルロースに似た多糖で、身近なところでは皆さんもご存知のキシリトールという虫歯になりにくい甘味料。あれはもともとオーストリアの白樺材のヘミセルロースからキシロースという成分を抽出し、化学処理した甘味料で、フィンランドを経由して全世界に販売されています。化学構造的にはこんにゃくのグルコマンナンに近い構造です。

リグニンというのは複雑な構造の疎水性成分です。ヘミセルロースやリグニンは植物間で構造や分子量や形が全然違う。同じ植物でも静岡と名古屋では違うし、同じ木でも場所によって違う。生物多様性という言葉をお聞きになったことがあると思いますが、我々人間もロボットのように一律ではなく、いろんな性質や特性の人がいるから社会が成り立つ。やはり生物というのは多様性があるってよいといわれ、植物の多様性や特殊性はヘミセルロースやリグニンで発揮されるわけです。

一方、セルロースは非常にシンプルな構造で、面白いことに、陸上植物のセルロースはみんな同じです。どれからいつ取っても同じ。つまりどの地域のいつ採取したセルロースでなければ使えないということはありません。ですから工業製品に使うのに適している。工業用材料となると、誰がいつどのように作っても同じような特性でなければ困りますね。つねに一定の性質を示すのがセルロースです。

化学構造を説明するのはなかなか難しいのですが、ブドウ糖がまっすぐにつながったのがセルロース。リグニンはめちゃくちゃ不均一な構造でべ

ンゼン環を持っている。植物が重力に逆らって水を吸い上げ、フニャッとならないのは、疎水性のリグニンという成分のおかげです。

植物がどうして重力に逆らって自分の体を空に向かって成長させ、なおかつ根から水を吸い上げ、葉っぱで光合成をして、自分の体を作れるのか。どうして風雨に耐え、重力に逆らい、虫や鳥にもやられずに生命を維持できるのでしょうか。屋久杉は一千年以上も生き永らえていますが、元をたどるとこのような階層構造があり、一番下はセルロースというまっすぐな分子です。

セルロースを切って拡大すると、パイプ状の繊維の集合体になっており、パイプを1本1本バラにしたのがパルプといわれる短繊維で、これをもう一度シート状にしたのが紙になります。紙の繊維は長さ1ミリから3ミリ。よく見るとまた繊維の集まりになっており、セルロース分子に次ぐ小さなエレメント（要素）の構造体で学術的にはセルロースマイクロフィブリルと言いますが、セルロース分子が $6 \times 6 = 36$ 本、まっすぐに束ねられた幅3ナノメートルというめちゃくちゃ細いものから出来ています。

この $6 \times 6 = 36$ 本を緑の1本とすると、自分の体を支えるためにセルロースマイクロフィブリルがびっしり強固に水素結合で引っ付いている。これをピューッと剥がしてナノファイバーとして利用することはできませんでした。セルロースマイクロフィブリルというのは植物中に大量に、数えきれないくらいのナノファイバーが入っていますので、地球上で最大の蓄積量と年間成長量の生物が生産するナノ素材ということ。地球上で最大量のバイオマスであり、これが使えるようになれば、循環型の素材で環境にも適応でき、再生産も可能です。コスト的にも紙の原料は乾燥重量で1キロ60円です。最近流行っている素材にカーボンナノチューブや炭素繊維、光触媒等がありますが、カーボンナノチューブで最も高純度のもので1キロ300万円です。この紙は1キロ60円ですから、コスト的にも優位な素材で生分解性もあります。しかしこれを利用可能な状態にはできなかったのです。

セルロースをどうやって作るか

セルロースは植物が自分の体を守るために作っているもので、人間のために作っているわけではないので、化学処理には非常に不向きなんです。ご存知のように戦前戦後の衣食住の国策で、衣料では絹に代わる繊維としてレーヨンが注目されました。蚕はタンパク質ですがセルロースは多糖。多糖から絹のような繊維が作れるということで、レーヨン産業が国策となり、東洋レーヨン（東レ）、旭化成、倉敷レーヨン（クラレ）、帝国人絹（帝人）というような総合化学メーカーが昔はみんなレーヨンを生産していました。ところが今は一社も作っていません。なぜならセルロースを溶かすために環境によろしくない毒性の高い薬品を使っていたからです。化学反応においても、有機溶剤や薬品を大量に使わなければ十分な特性が出ないということがありました。

生物由来の素材というのは生物多様性のため特性の分布が広いのですが、工業製品に使う以上、今日は3割うまく行ったが7割失敗だったということが許されない。基本的に生物由来の素材は基本的に先端材料には不向きなわけです。それから先ほども言いましたように変換にものすごいエネルギーがかかります。

製紙会社は長い歴史の中で、固い木材から製紙用のセルロースという繊維と、廃液を燃やしてエネルギーを得るという2つの優れたプロセスを生み出してくれました。セルロースを使うこと自体は環境にマイナスにはなりませんが、残念ながら21世紀の有機化学の反応で、いいものを作ろうとして加熱して有機溶剤をたくさん使い、カーボンニュートラル＝環境に優しい素材にならなかったのです。

私たちの体は、無数の酵素による触媒反応によって選択的な物質変換やエネルギー生産が行われています。人間の体のように有機溶剤を使わない水系で、しかも酵素反応のような効率的な物質変換プロセスが必要です。いいものができましたで惑わされるのではなく、どうやって作られるのかのブレイクスルーがなければ、セルロースナノファイバーは決して実用化されることはなかったの

です。

今世紀になり、いろいろな背景からナノセルロースが注目されるようになりました。その前からナタデココのようなバクテリアセルロースや、特種東海製紙では私と同じ実験室におられた現社長の松田さんから、ミクロフィブリルセルロースをすでに1990年代から注目し、一部紙に実用化していたという話を聞きました。

商品としてはダイセル化学食品工業（現・ダイセル）が食品添加用に市販を80年代からしていますが大きなマーケットにはなりません。ところが今世紀になって紙の需要の減少や、石油からバイオマス資源への転換が注目されるようになり、とくに京都大学の矢野教授が「セルロースというのは非常に強い」と提唱され、日本の先駆けとなりました。

4つのブレイクスルーとオールジャパン体制

私が見る限りセルロースナノファイバーには4つのブレイクスルーがあったと思います。ダイセルがミクロフィブリルセルロースを作る時、石臼のようなものでゴリゴリやったのですが、セルロースがびっしりくっついているためバラバラにするのにものすごくエネルギーがかかり、水が蒸発して湯気が出るくらい熱変換していた。これをもう少し効率の良い機械でやろうということになったが、なかなか1本1本にならず、エネルギーもかかるため、原料となるセルロースに前処理を加えて改質させ、ナノファイバー化のエネルギーを下げようじゃないかということになり、いろいろ検討されました。

前処理方法として、日本製紙ではカルボキシメチル化、星光PMCと京都大学による表面エステル化、海外では過ヨウ素酸化、王子ホールディングスは表面リン酸エステル化を検討しています。現在、100種類以上の前処理方法が日本から提案されており、私たちのTEMPO酸化というものの中の一つです。

新しい論文が出ると、何かの目標—たとえば山中先生のiPS細胞なら病気を克服するため、青色発光ダイオードなら3原色全部揃えるためというように、ニーズから生まれた大発見ならみんなが

競争するわけですね。ところがセルロースナノファイバーは最初から何かに使うために発見されたものではないため、多くの人の知恵が必要だったわけです。

我々は農学系で勉強したセルロースの構造をもとに研究し、工学系や企業の方は新しい素材があるなら高分子や無機材料と混ぜてみよう、何かと混ぜてみるとこれくらいの特性が出るだろうと実験し、ナノファイバー効果はすごいということになりました。とくに高強度機械物性、耐熱性、光学透明性、酸素バリア性、界面相互作用、導電性、触媒機能が出そうだと、生物由来ながら先端材料として使えるかもしれない、ということで今に至って非常に大きな注目をされています。単なる身の回りの材料だけではなく先端材料といえる部分に可能性があるというのが特徴です。

今のところ、ナノセルロースは大きく4つに分けられます。カナダとアメリカが注力しているのはセルロースクリスタル。紡錘形で真ん中がふくらんではじっこが小さく、短いものがあったり長いものがあったりします。前処理に酸を使うため、機械装置の錆の問題等の課題があります。

ダイセルが1980年代から作っていたミクロフィブリルセルロースは非常に大きなエネルギー負荷がかかります。長さは100ミクロンで、100ナノメートルに比べたら1000倍大きい。小さいナノファイバーだけでなく長い繊維も含まれます。京都大学の矢野先生などがやっておられるナノフィブリル化セルロースはこれよりだいぶ細くはなっていますが、私たちのTEMPO酸化セルロースナノファイバーより太くてネットワーク構造になっているのが特徴です。

このように多種多様なナノセルロースが提供可能な状態になっています。国では2014年に経済産業省と産総研主導のオールジャパンフレームワークで基礎研究と実用化を目指すナノセルロースフォーラムが設立されました。現在、法人会員224社、個人会員84名、特別会員51機関（県富士工業技術センター等）が入っています。閣議決定されたアベノミクス再興版にナノセルロースという言葉が入ったため、省庁連絡会議（経産省、農水省、文科省、環境省、国交省）が設置され、予算面でも大変大きなサポートをしてくれています。

私がまだ若かりし頃「こんな面白いものがあるからどうですか」と経産省に持っていくと、「これは木材由来だから農水省に行ってください」と言われ、農水省に持っていくと「これは紙のパルプから作るから経産省に行ってください」とお互いに押し付け合うということがありました。今になっていくらかでも支援しますと言われても騙されるものかと、多額な要求はしないのですが(笑)、皆さんの中でCNFを使ってこういうものを作りたいということになったら、非常にいい環境にあることは確かです。

実際に2013年以降、日本製紙、第一工業製薬、星光PMC、スギノマシン、中越パルプ工業が各種CNFのパイロット生産を開始していますし、2016年からは京都大学がCNF含有プラスチック複合体の一貫製造プロセスを、森林総研が別方式のCNFの一貫製造プロセスの稼働を開始しました。静岡県もそうですが、日本には森林資源が非常にたくさんあっても傾斜面が多く有効に利用されていないため、このような先端産業が林業の活性化につながればということでサポートしてくださっています。

2016年からは王子ホールディングスがリン酸エステル化CNFという新しい方法でパイロット生産を開始しました。17年4月には日本製紙が石巻に年産500トンの世界最大のCNF生産設備を導入しました。島根県の江津工場にも30トンの食品用の設備が入っております。このように国を挙げてCNFのサンプル提供や共同研究を進めています。

1兆円産業へのロードマップ

CNFの製造コストは最初のうちは高額でした。それを、化学処理やナノファイバー化の効率を上げる事によって1kg乾燥重量あたり数千円レベルになった。2020年ぐらいまでに日産250トンぐらいになれば、量産のアドバンテージが出てかなり値段も下がるでしょう。もともと製紙用のパルプは60円ぐらいの素材ですから、これぐらいの値段に収まれば、あれもこれもと使えるようになり、1兆円産業になるんじゃないかと期待しているわけです。

製紙会社の人に聞くと、現段階で1000円を超えてしまうのは量産していないからで、量産するためにはそれなりの用途が見つからなければならないと言います。少量でも高く売れるものならいいが、安くしないと使えないという分野では難しい。今日来ておられる皆さまは多分野の製品を扱っておられると思いますが、各分野で検討していただくことで、英語ではキラアアプリケーションと言いますが、CNFでなければ実現しない機能をどうやって作り出すか、そこが一番エネルギーを要し、半分思い付きやひらめきで見つかる部分もあります。

今から60年ぐらい前に炭素繊維が見つかった時は、まさかあんな燃える繊維が飛行機に使えるなんて誰も思わなかったのですが、今では飛行機の軽量化と省エネ、二酸化炭素の軽減にマッチしている。そのうちに自動車にも使われるようになると思います。さすがにCNFは今の時点で50年後にどうなるかという話はできませんので、できるだけそのギャップを縮め、短期間でいろんな分野に使えるようにしなければいけないということで、国もサポートしています。いろいろな人のお知恵を借りながら活路が広がっていけばいいなと考えています。

世界でもいろいろな分野で検討がされています。セメント、自動車、内装、包装用フィルム、プラスチック、繊維など。少量製品なら壁紙用表面、断熱用、塗料、宇宙航空用。新規融合分野ではメディカル分野、建材、水や空気の清浄化、フィルター、化粧品、有機EL等々。日本と違い、アメリカではベンチャー企業が積極的に挑戦しているということ。彼らは命を懸けていますから、非常にチャレンジングなことをして、成功すれば大手がポコッと吸収するという形になっています。

日本では大手企業に研究開発担当者がいますので、それぞれの会社独自に研究開発をやっていますね。シビアな開発競争にもなっていますから、情報のコントロールも非常にセンシティブになっていると思います。

TEMPO酸化セルロースナノファイバーの誕生

私たちが開発したTEMPO酸化セルロースナノ

ファイバーは、こういうふうによればできるということをやったわけではなく、偶然の産物でした。学生時代にセルロースの反応について研究していたとき、当時の方法で有機溶剤や薬品をたくさん使って温度をかけて、そのあと薬品を除くのに水や溶媒をたくさん使っていたのですが、これで出来たCNFが実用化されることはありませんでした。

これではまずいだろうと思っていた時、オランダのグループがTEMPO触媒酸化をデンプンで成功した例が論文で出ました。TEMPOというのは〈テトラメチルピペリジン1-オキシラジカル〉の略で、水に溶けて毒性のない安定ニトロキシラジカルという物質です。私が学生時代にやった方法とは逆で、有機溶剤や薬品は使わず、非常に選択的にCH₂OHをCOO⁻Naに変換させた。温度もかけず常温常圧で、短時間で済む。この反応はまるで私たちの身体の中の酵素の働きとそっくりです。我々は有機溶剤を飲んで生命を維持しているわけではないので、非常に環境に優しい反応です。これは何かセルロースの化学の領域を広げる可能性があるのではないかと、まったくの学術的な興味から、1996年頃より一人の大学院生と細々始めました。

その後、紆余曲折があって、10年後に斎藤継之君というロング茶髪でミュージシャン志望という4年生が研究室にきて再スタートしました。10年間研究が進まなかった理由は、植物セルロースをTEMPO触媒酸化して洗っても、形が全然変わらないのです。反応から考えるとカルボキシル基のCOO⁻Naに入ったら何かが水に溶けるだろうと思っていたのですが、まったく変わらないものですから、面白くないテーマだとお蔵入りになっていたのです。10年ぐらい経って他にテーマがなかったものですから、斎藤君に「これはまったく面白くないテーマだがいいか？」と聞いたら、「自分はミュージシャンになるから、テーマは何でもいい」というのでやってみようと言ったら、大ホームランになってしまったというわけです。

植物セルロース繊維をTEMPO触媒酸化しても前後でまったく繊維の形が変わらないものが得られるのですが、実はカルボキシル基のCOO⁻が

170倍も増えていたんですね。170倍も増えたのに繊維の形状を保っているのが不思議に思ったのですが、植物は $6 \times 6 = 36$ 本のセルロース分子がびっしりくっついて1辺が3ナノメートルのマイクロフィブリルがわんさか入っている。これをTEMPO触媒酸化すると、中の方の $6 \times 6 = 36$ 本はまったく変化することなく、表面に規則的に高密度で2個に1個のCH₂OHがCOO⁻になるということがわかりました。

いくつか段階を経て製紙用のパルプをTEMPO触媒酸化させると、見た目は変わらない繊維ですが、水にもう一度入れてミキサーのようなもので攪拌させたら、だんだん膨らんできて透明なゲルになった。最初は溶けちゃったのかと思ったら、植物が作り出す3ナノメートル幅のナノファイバーに完全に分離できるということがわかったわけです。

このカルボキシル基のCOO⁻の量というのがすごく大事で、多いと完全に光の波長より細くなるので透明になって1本1本バラバラになるのですが、ちょっと少ないと同じ条件では濁って塊ができて、光が反射して白く見えてしまう。ある十分な量を入れるとナノ分散できることがわかりました。先ほども言いましたように、今まではセルロースマイクロフィブリルをピューッと剥がすことができなかった。びっしり水素結合でくっついているからです。ところがTEMPO触媒酸化でこのマイクロフィブリルの表面に規則的に高密度でマイナスの荷電を入れることによって、荷電反発で1本1本のナノファイバーに完全に分けることが偶然わかったのです。

どんな木が適しているかというと、実は何でもOKです。スギ、イチョウ、カバ、ユーカリ、稲ワラ、ケナフ、シダ、コケ等々、陸上の植物ぜんぶでやってみたのですが、みな3ナノメートル。植物が自分の体を支えるための“鉄筋部分”はみな3ナノメートルで同じなのですね。

TEMPO酸化するとセルロース以外のヘミセルロースはみな分解し、水で洗浄したときなくなってしまうので、どの木からも同じ素材のセルロースナノファイバーが得られます。これがポイントで、どこそこのスギじゃなければダメだということとはまったくない。これは工業用素材としては非常に適しています。

残念ながら長さは十分にコントロールできていないのですが、幅はどの植物からも均一幅のナノファイバーが得られます。同じ条件であれば製紙用で安価な針葉樹—スギ、ヒノキなど漂白クラフト・紙パック・白い段ボール等に使われているものが一番安くて効率的です。というのも、TEMPO酸化の時間がユーカリなら90分かかるが針葉樹なら60分で済むとか、ナノファイバー化するとき針葉樹なら3回ぐるぐる回せばナノファイバーになるところを広葉樹だと5～6回かかるなど、同じものができても消費エネルギーが違えば、効率的な針葉樹がいいということです。

日本はスギやヒノキの間伐材が使われずに林地残材になっています。使われていない素材が資源になり、技術もあるとなると、日本の国土に合った、かつ日本が世界のリーダーとして循環型社会を進められるんじゃないかということで注目されているのです。

TEMPO触媒酸化のメリットと課題

ナノセルロースにはいろいろタイプがありまして、用途によってはネットワーク構造を作ったものが望ましい場合もあります。濾過しやすく水を取り除きやすいからです。一方、キャラクタリゼーションといいますか、同じ原料で同じ条件で作ったものでも、完全に枝分かれや重なり方が同じのものは作れないんですね。先端材料としては、やはり1本1本になったもののほうがトラブルに対応しやすく分析しやすいという有利点があります。TEMPO酸化の場合は完全に1本1本になっていますから長さ分布だけの変動因子になりますが、ネットワークになっていると枝分かれが何本になっているか今の段階で分析できないのが課題です。

TEMPO触媒酸化の条件によって、たとえばカルボキシル基が少ないとネットワーク構造になり、十分だと1本1本になります。ですからTEMPO酸化ナノファイバーを使えば条件を変えることでネットワーク構造のものと1本1本完全ナノファイバー化したものに分けることができるのです。今、長さ分布をどうやって評価するかを検討していますが、枝分かれが何本あって太さがどれくらいかを測るのはとても先の長い話です。長さの分

布だけは島津と協力して非常にいい方法が見つかりつつあります。

もともとの針葉樹の漂白クラフト—製紙用の幅30ミクロン(0.03ミリ)のバルブはTEMPO酸化しても太さは変わりません。ところが軽微な水中回旋処理だと、とても長い3ナノメートル＝1万分の1ぐらいになり、別の方法でやると短いのも得られる。ナノクリスタルといいます、非常に細くて針状のもので、短いので濃度も上げられる等の利点があることがわかりました。このようにTEMPOのセルロースから長さが違うナノファイバーやナノクリスタルが得られるというのも特徴です。

強さに関しては問題でして、1本1本のCNFをつまんで強度を測ることは不可能ですが、キャビテーションという方法でやると強度が出ます。3ギガパスカル—これは多層カーボンナノチューブと同等の数値で、比重は鋼鉄の5分の1、強度は5倍になります。

ここが少し誤解を生むところでして、確かに硬さと強さの対数グラフを作ると、鋼鉄よりもTEMPO酸化ナノファイバーが優れているという結果になるのですが、鋼鉄や紙といった複合材料は、素材となるものの集合体ですから、どこか弱いところがどうしてもできる。分子でつながって

「るTEMPO酸化ナノファイバーが強いのは当たり前で、私は本来ならばもっとこれより強いはずだと思います。これらを比べていいものかどうか。ポテンシャルは確かに鋼鉄よりも強い素材ではありますが、うまく行った例はほとんどありません。「重さは鉄の5分の1で、強さは5倍」という表現が独り歩きし、セルロースナノファイバーで何かしようとする8～9割の人が、軽くて強いものを作りたいと思っていますが、ほとんどうまく行っていません。

もう一つ致命的なのは、熱分解温度が表面にカルボキシル基COO—があるため、100℃ぐらい落ちてしまうということ。耐熱化は日本製紙が克服したということで特許に移されているようでは対応はできますが、素材としてはそういう特徴があります。

多くの人がCNFを軽量・高強度複合材料として期待しています。太いガラス繊維を入れるよりナノ材料を入れると、同じ強度と硬さになるのに何分の一かの添加量で済む。強度というのは添加

成分の強度と添加量によって変わり、添加量が多ければ重くなります。それから長さ割る幅の関数。アスペクト比というのですが、これが機材の中でダメになってしまうと複合化効果が出ないのですが、細いものが均一に入れば非常に少量で高性能のものが出来る。どうやったらこういうものが達成できるかが課題になっています。

CNFは親水性でプラスチックは疎水性ですから、親水性のものが疎水性の中で溶融するとだんだんダメになり、もとの材料よりも弱くなってしまいます。私もいろいろな企業から相談を受けましたが、軽くて強いものを作ろうというところはほとんど諦めてしまっています。

ニーズに適した熱膨張率と酸素バリア性

TEMPO酸化セルロースナノファイバーは、もとのセルロースナノファイバーとは違います。表面に高密度のマイナス荷電を持っていますので、疎水化のスイッチが可能です。ナトリウム塩を酸で洗った後、疎水基を持ったN+という中和型で入れると1対1で、過剰に加える必要はまったくなく、疎水基が対イオンに入ったナノファイバーが得られ、メタノールやセトン中でも分散するようになります。水の接触角を見ると、水をはじくような構造にもなっているのです。

ナトリウム型の乾燥フィルムというのはとても弱いのですが、塩化アルミニウムや塩化鉄の水溶液をサーッと流して洗うだけで耐水性や強度がグッと上がります。このようにカルボキシル基の対イオン交換で簡単に耐水性が出せることがわかりました。酸素バリア性はナトリウム塩ですと乾燥状態はすごくいいのですが、湿度が上がると酸素をどんどん通してスカスカになる。カルシウムイオンに変えることによって、高湿度下でも酸素を通さない酸素バリア性が出るということがわかりました。この特性を最初から知っていたわけではありませんが、医薬品や食品の有効期限をグッと延ばし、途上国での医薬品や食品確保につながります。食品医薬品の包装フィルムはリサイクルするわけではなく燃やしてしまいますから、環境に優しいもののほうがいいだろうということで注目されました。

私が知っている限り非常にうまく行ったのが花王で、界面活性剤のプロとして、いかにして精密部材用のナノファイバープラスチック複合体を作るかに取り組みました。ふつうのCNFは親水性が強くてプラスチックの中でダメになってしまいますが、少量の長鎖と多数のベンゼン環を持ったものを複合材料として使うと、透明でナノファイバーが1本1本に分かれ、4%程度の添加量で強度は倍以上になります。

一番重要な線熱膨張率＝熱に対する安定性では、たとえばプリント基板はシッカという石のようなものをたくさん入れて熱膨張率を下げるのですが、TEMPO酸化ナノファイバーの表面改質したものを入れると、非常に少量で熱に断線しない基盤が得られるということで注目されています。

キャストしたナノファイバーをフィルムにすると、ナノファイバー本来の強度に比べて一気に10分の1ぐらいに弱くなります。やはり集合部分で欠点が出ますので、弱くなるのは当たり前ですが、それでもフィルムとして十分強い強度は発現するわけです。

ゴムとの複合化は信州大学の野口先生が一生懸命やってくれています。もともとは遠藤守信先生というカーボンナノチューブの研究で毎年ノーベル賞候補に名前が上がっている先生の研究でして、野口先生にある学会でお会いした時「カーボンナノチューブはすごいですね、世界中で研究されていて導電性もあって素晴らしいです」と言ったら、「あんな使いにくいものはないんですよ」とおっしゃるので、「それじゃあぜひTEMPO酸化ナノファイバーを代わりに使ってみてください」と提案しました。

タイヤ等のゴム製品には通常カーボンブラックといって石油の煤を入れるんですが、大気中に摩耗した空気が飛散して人体によくないため、代わりにマルチウォール（多層のカーボンナノチューブ）とTEMPO酸化ナノファイバーを入れて強度を測ってみたところ、ゴムはビヨーンと伸びてプチッと切れた。マルチウォールで強度が高くなり、TEMPO酸化ナノファイバーを入れると強くてもおかつ伸びるという驚くべき特性がわかり、野口先生たちはゴムとの複合化を一生懸命検討してくれています。

優れたフィルター効果と消臭性

CNFは熱膨張率が小さいため、エレクトロニクス基盤に有効で、酸素バリア性ではPETフィルムに使えます。フィルムが酸素を通すはずがないと思われるかもしれませんが、実はスカスカに通してしまっている。これにCNFをちょっと塗工すると、50万分の1まで酸素を通さなくなる。食品や医薬品の包装用フィルムに有効だと言われています。

これも花王の研究ですが、湿度が上がると酸素を通しやすくなってしましますが、ナノクレイと複合化するとアルミニウムの蒸着の80%ぐらいの効果が出た。お茶は、アルミニウムを蒸着させた包装材を使っており、お茶の香りを逃さないため酸素を遮断する優れた特性を発揮していますが中身が見えません。CNFを使えばその80%ぐらいの効果で、中身が見える透明な包装でお茶がパッケージできると注目されています。

エアフィルターにも応用できます。CNFを使い、PM2.5のようなものを通さず、なおかつ目詰まりしにくいフィルターが作られています。工学部の先生との共同研究では、福島で放射性セシウムの除去に取り組んでいます。CNFが一番トラップするのがプルシアンブルーという青い粉黛。ふつう粉黛は撒いた後は回収できないのですが、CNFを足場にしてプルシアンブルーをすくうと、この中に放射性セシウムが非常に効率よく吸収できるということで、現地福島で実験しているところです。

さらに消臭機能。TEMPO酸化ナノファイバーの対イオンをナトリウムから銅や銀にすると、硫化水素とかメチルメルカプタンのような悪臭を非常によく吸収してガスを無臭化する機能があることが発表されています。

最初に言いましたようにCNFは偶然発見したもので、私たちには用途がわからなかったため、日本製紙、花王、凸版印刷、グンゼ、第一工業製薬に相談したら二つ返事で協力してくれました。名前は出せませんがその他の大企業では、上のハンコが必要だとか一体何に使えるのかと訊かれ、「何に使えるかはわかりませんがそれでも一緒に

やりませんか」と言うしかなかった。快諾してくれた企業には今でも本当に感謝しています。

多くの知恵とアイデアを!

CNFは、豊富なバイオマスからエネルギーと素材の両方を作る現在のパルプ化・漂白技術をそのまま活かすかたちで、その一部を先端材料に使うという新たなバイオマスの流れを作ることができます。目下の課題は、いかに日本の森林の急斜面から未利用のスギやヒノキの間伐材を製紙会社社に持っていくか。これは我々では役不足で、行政やシステムのアイデアが必要になってくると思います。

日本独自の技術として、カーボンナノチューブに次ぐ日本発の新規材料と注目されていますが、やはり市場形成や実用化は全くの他力本願で、我々の中にアイデアがあってもそんなものは通用するはずがない。我々が会社の人ひとりと話をしても、その人の後ろには何十人何百人もの社員がいて、その後ろにまた何十人何百人のお客様がいます。そういう人たちのネットワークや知恵を借りながら、ポテンシャルのあるこの技術を出来るだけ早く実用化させたいと思っています。

今日は会場の後ろに日本製紙クレシアの消臭紙おむつ、三菱鉛筆と第一工業製薬のボールペンやカップを展示しています。太陽ホールディングスは電子材料等を作っています。先ほど紹介したミュージシャンを目指していた斎藤君は途中で学問に目覚め、仲間を裏切ってうちの准教授になってしまい、私が人生を狂わせてしまったかもしれませんが、研究スタッフとして頑張っています(笑)。ご清聴ありがとうございました。

<講師プロフィール>

磯貝 明 (いそがい・あきら) 氏

東京大学大学院農学生命科学研究科教授

1954年静岡県清水区生まれ。80年東京大学農学部卒業、85年同大学院農学系研究科農学博士課程を修了、米国IPC化学科博士研究員、89年米国農務省林産物研究所客員研究員、94年東京大学助教授を経て、2003年より現職。15年マルクス・ヴァレンベリ賞をはじめ本田賞、藤原賞など多数受賞。現在ナノセルロースフォーラム副会長なども兼任。



「CNFが拓く、地域の可能性」



〈パネリスト〉

青木 憲治氏(静岡大学農学部 特任教授)

望月 誠氏(静岡県産業振興財団 副理事長兼専務理事)

小出 宗昭氏(f-Biz[富士市産業支援センター]センター長)

〈コーディネーター〉

大石 人士氏(一般財団法人静岡経済研究所常務理事/TESS研究員)

「人のためになる」「結果を出す」研究を

◆大石 CNFの市場性については私が所属している研究所でも3年ほど前から注目しておりました。炭素繊維は50年かかって市場を得たということでしたが、最近のEV自動車や自動運転の技術、ロボットやAIの技術の進歩を見れば、市場の変化もハイスピードで進むような気がします。

CNFは従来、紙パルプ産業で発展してきた富士地域を、さらには静岡県全体を引っ張っていく産業になるという期待を持っております。パネルディスカッションではCNFがこれからどのように発展していくのか、とくに中小企業や地域に産業が根付いていく流れを少しずつ検証していければと思っています。

◆青木 私は前職で日本化薬に11年在籍しました。今日は我々が学術的に何をすべきか、また企業の開発担当者として技術の死の谷という経験を何度もし、製品化できても売れなければ「道楽研究だ」

と言われる経験もしましたので、学と産の視点からお話しさせていただこうと思います。

私自身の研究者としてのモットーは「サイエンスは人のためにならなければならない」ということです。出身地の島根から東京へ出たとき、私は医者を目指していました。大学では縁あって高分子＝火薬学、エアバッグのインフレーター（ガス発生剤）の研究をやっていましたが、祖母が身体が弱かったものですから医者への夢を捨てきれず、学校をやめようとしたところ、先輩から、一生忘れられない言葉ですが「おばあちゃんを助けたいのは確かに分かる。目の前の一人を助けたいのが医者かもしれないが、エアバッグのガス発生剤は何百万人の人を助けるツールになるんだよ」と言われた。そこで化学ってすごいんだなと気づかされました。

もう一つ、会社に入ってからモットーになったのは、どんなに素晴らしい研究をしても、会社の仲間、とくに経営陣から「道楽だ」と言われたら返す言葉がないので、やったことはちゃんと成果

に残すということです。研究開発からプラントまで11年半かかった事業を立ち上げたのですが、それこそ、いい時はみんながやってきて、悪くなるとドン引きする。社会というのはそういうものだと思いますけど、成果はお金にしてみんなに儲けてもらわないと産業として成り立ちません。このように、1つはピュアな科学者としての気持ち、もう1つは産業界にきちんと貢献できないと意味がないという2つのモットーを持ち続けています。

先ほど磯貝先生が「ナノにできてもプラスチックと複合化するとき混ざらない。水と油だ」とおっしゃっていました。私は日本化学で高分子をやっていたとして、自動車で使われているガラス繊維強化剤ポリプロとガラス繊維、ガラス繊維とカーボンファイバーというように、複合材に使われる樹脂添加剤のフィラを分散させる薬品を開発していました。企業ですからどうしても今あるビジネスをターゲットにするしかないのです、今ある製品に置き換え、それよりコストがよくて強さが出るモノを開発していた。そこにCNFというキーワードもあって、今はお金にならないかもしれないが、必ずこの技術は役に立つものだろうと感じ、サンプルワークしていました。

そうしたら研究者として有難いことに「いいねえ」と言ってくれる人がいて、今回、静岡大学農学部からお声を掛けていただきました。まさに農学と工学の融合と言いますか、農学で素晴らしいものを作ってくださったので、これを社会実装するためにはプラスチックのようなものと混ぜたりすることが必要で、そのための橋渡しができればと昨年10月に大学に着任したところです。

3つのクラスタープラスワン

◆望月 私は昨年6月から財団に移りましたが、それまで37年間県の職員で、うち18年間、商工関係の仕事をしていました。最初に沼津財務事務所に入り、次いで牧ヶ谷にある工業技術センターに移り、それがご縁で平成13年度から15年間連続で商工関係の仕事、主に産学官連携を担当し、専門家の説明を事務屋ながら一生懸命かみ砕いて国への申請書に落とし込み、県のクラスターの補

助金を取ってきました。

県商工業局長や県の理事として産業成長戦略をやっていたとき、CNFがこれからの新しい素材として、とくに富士岳南地域をはじめ静岡県は製紙会社が多くその他の産業集積もあるので面白いということで、県としてファルマ・フード・フォトンの3つのクラスタープラスワンで推進しているということになりました。

磯貝先生は静岡高校の2つ先輩です。世界的な研究の第一人者で静岡市のご出身ということもあり、平成27年に磯貝先生に顧問になっていただいて「ふじのくにCNFフォーラム」を立ち上げました。昨年度は県の企業局長をやっていたのですが、この富士地区は富士川工水と東駿河湾工水という県の企業局の水道事業の過半を占める工業地帯で、紙パルプ関係の企業が大半です。将来的に見てこの水需要をどうやって確保するかが課題で、CNFの振興を、県としてどちらかといえば経済産業部よりも企業局サイドで一生懸命取り組んできました。

毎年10月にCNFの総合展示会を富士市で開催しています。企業局長時代、ふじさんメッセで大々的にやろうということで、前年の来場者が200人だったところ、関東経済産業局、日刊工業新聞、富士市のご協力もいただいて700人集めました。この展示会が、静岡県がCNFの開発なりクラスターのメッカになるひとつの礎になってきたかなと思っています。今後この展示会は国のほうも一緒にやってくれるそうで、県でもそれなりの予算措置をして続けていきたいと思っています。

「今の流れを変えたい」中小企業の声

◆小出 私は大石さんと同じ静岡銀行に26年間在籍しておりまして、ちょうど2001年2月、現役行員の身でありながら公の産業支援の立ち上げと運営をやれと銀行から特命を受け、2年の約束のところ7年半も出向しました。その間、静岡市で2つの施設を立ち上げ、その後、ふたたび銀行の特命で浜松のイノベーション推進機構の立ち上げもやらせてもらいました。たまたまそのときのパフォーマンスが非常に目立っていたので、生まれ故郷の富士市から請われ、銀行を退職して2008

年8月に立ち上げたのがf-biz富士産業支援センターです。

f-bizは富士市の中小企業支援センターですが、運営は純粋に民間でやるという全国でも珍しい公設民営型の中小企業支援センターです。単に今までの分析や問題点の指摘ではなく具体的に流れを変えよう、全国99.7%の中小企業が悩みや課題を抱え、今よりもよくなろうとしているのだから、結果を出せば当然、行列ができるだろう—そんな、結果にこだわる中小企業支援センターを目指しました。

f-bizには現在、月間380件の相談があり、年間にすると4千数百件になります。そのうちの8割が地域の中小企業者で、残りの2割は創業者。最も多い相談が「今の流れを変えたい」です。新商品開発、新分野進出、販路拡大等ですね。M&Aや事業再生の話もありますが、圧倒的に多いのは「今の流れを変えたい」。いろいろメディアでも取り上げられていますのでご存知の方も多いと思いますが、f-bizの事業をモデルに国のよろず支援拠点が全国47カ所配備されました。我々が直接お手伝いしているのは「〇〇biz」という中小企業支援センターで、北海道から九州まで全国20カ所で取り組みが始まりました。一つの地域の中小企業支援センターのモデルが短期間に全国に広がった例は今までありません。

CNFとの関わりですが、県の産業成長戦略の評価委員を5年ほどやらせていただいたとき、県の公設試の方々とのご縁ができました。極めて近い距離間の中で、研究員の方々の高いレベルの研究をいかにビジネス化するかを一緒に考え、当地の富士工業技術センターからもご相談をいただきながら取り組んだのがCNFです。

静岡県内のCNF活用事例

◆大石 実際にCNFをどういうふう地域に下ろしていくか、用途開発等を含めて商品化するため、現状どのような取り組みをされているか、望月さんから県の取り組みや開発事例等をお話いただけますか。

◆望月 県はいろいろな支援策をここ何年か充実させてきているのですが、ひとつはまずは情報提



望月 誠氏

供ですね。セミナーや技術講演会、総合展示商談会等を開催しています。さらに技術コーディネーターを3名配置し、富士工業技術支援センターを

中心に県内の関連企業と大学の先生方のマッチングを行っています。

2つ目は研究開発や販路開拓の支援です。産業振興財団独自の助成金をはじめ、来年度はCNFに特化した補助金も予定しています。富士工業技術支援センターにはCNFを評価・測定する機器を整備して提供しています。

3番目は人材育成です。青木先生にもお世話になっていますが静岡大学で寄付講座を開設し、企業等の社会人の受け入れもいただいています。

4番目はCNF関連企業の集積を県内に図ろうということで、企業立地の補助金などを使って誘致をしています。日本製紙は昨年、富士工場にCNFの研究拠点を作り、実証施設も稼働しています。

このように県内でもいろいろな製品の開発や製品化の事例が出てきております。今後CNFを活用してどういう製品を開発していくか、利用形態として私なりに理解すると、大きく3つあると思います。

1つは添加剤。今日皆さまにお配りした三菱鉛筆のボールペンの例もそうだと思いますが、なめらかに書けるようにするといったものです。2つ目は先ほどガスバリア性が高いというお話がありましたがシート状にして使うということ。3番目は樹脂に混ぜて軽量で高強度の素材として利用する。富士地域では製紙会社系の会社が紙パルプを生産しておりますので、素材関係の開発が中心になるわけです。その中で日本製紙クレシアは消臭抗菌機能の紙おむつ、大王製紙もトイレ掃除シート等を市販しています。

今日展示した五條製紙の蒸着紙は、表面硬度が

アップし傷がつきにくいという特性があります。コーティング剤として活用するのに、今まで油性の塗工剤とCNFは水と油でなかなか混ざらなかったのですが、水性の塗工材を独自に開発し、製品化しました。

沼津市では北越東洋ファイバーがバルカナイズドファイバーにCNFを入れました。板状の紙の素材ですが、アタッシュケースやいろいろなものに製品化されています。

当初CNFを始める時、製紙会社から要望が強かったのは、ペーパースラッジをなんとかできないかということ。すでに細くなっているペーパースラッジの状態からCNFが出来ればコスト的にも安くできるという話があり、大昭和紙工産業が一生懸命取り組んでいます。

製紙会社以外の企業も、CNFを使って既存の素材に置き換えるとか、添加して機能を強化するという事例が出て来ています。静岡市内の私の家の近くですが、プラス産業という音響振動板を作っている企業が、CNFを使って振動板を作り、高価なスピーカーやヘッドホンを売り出しています。軽くて強いので薄くできるということと、広い音域を再現できるということです。

清水区のコーヨー化成は、美容液に添加して塗り心地がなめらかになった製品を作っています。静岡市のタケ・サイトは生コンの圧送先行剤にCNFを入れて産廃となるモルタルの使用量を著しく減少させる取り組みも進めています。

このようにCNFの特性をどうやって利用するかは知恵比べだと思っております。たとえば日本製紙は最近、漆にCNFを入れて強度を高めるというように伝統工芸品もターゲットにしています。CNFで自社製品の機能性を高めるべく、まずは多くの皆さまにチャレンジしていただきたいと思います。

◆大石 最近では富士市以外でも広がりが出ているんですね。去年は浜松でも熱心に勉強会を開かれたようですが。

◆望月 樹脂に混ぜるとなると当面は家電製品や建材などに使えますし、将来的には自動車ですね。最初は内装から始め、いずれ外装にまで広がれば、全県的に関心を持っていただけるのではないかと思います。

富士発、薬品レスのタオルペーパー開発

◆大石 小出さんからCNFの具体的な取り組みとして、ステップ的なものを含め事例をご紹介しますか？

◆小出 先ほども生意気なことを申し上げましたが、f-biz流コ



小出 宗昭氏

ンサルティング、あるいはf-bizメソッドといわれているものがあるものであって、これまでの産業支援とはまったく違うアプローチで、知恵を使

って流れを変える。それがf-bizの特徴だと評されます。

具体的には3つの切り口で流れを変えています。1つは、あらゆる企業にセールスポイントがあっても、本人たちがそれになかなか気が付いていない。それを引き出して活かす方法を提案する。真のセールスポイントを活かすという知恵です。

2つ目はターゲットを絞るということ。ものすごく多様化しているニーズの中ですべての人をターゲットにするのは難しいため、明確なターゲットを絞って使うシーンまで絞り込みをすることによって、新しい可能性を引き出そうということです。

3つ目は連携する、コラボレーションする、つながるということ。1+1が3にも4にもなる相乗効果の連携です。

この3つの知恵を使って流れを変え、その中で具体的な販路開拓や新商品開発が達成できるだろうということで、さまざまなことを生んできました。たとえば当地においては倒産寸前だった金属加工会社で、本人たちがまったく気づいていなかった超短納期で試作品を作れる強みを引っ張り出して、「試作特急サービス」というサービス名まで展開してやったところ、今は上場企業3社のみと取引になり、電気自動車やレーシングカーの特

殊部品の試作まで手掛け、生まれ変わりました。また島田の会社では紡績企業の下請けで先行きが見込めない中、その会社が捨ててしまった紡績工場の中の埃を除去するという技術を使い、その分野を広げていきました。

富士工業技術支援センターの皆さま方がCNFの件でお越しになったのは2016年8月でした。問題意識は我々と共通していたのですが、CNFの具体的なビジネス化が極めて難しい中で、どうしてもリードするのは大企業になってしまう。しかし静岡県をはじめ日本の企業の99.7%が中小企業ですから、センターの皆さま方は、どうせ研究するなら中小企業で生かされるような研究開発をしたいと強くおっしゃる。我々もまったく同感で、税金を使ってやっている中小企業支援の中で、中小企業事業者にメリットのあるような活かされるものがないといけないと。

ではどうするか。先ほど磯貝先生のプレゼンにもありましたように、従来のアプローチではなかなか難しいというのが、ど素人の私にもわかりました。技術的なキャッチアップが難しい中で、何か隙間がないのか。明確に使われるシーンはないかを考えたとき、センターの先生方が、紙に転用したときにCNFを使うと薬品を使わなくても紙が出来るんですよということを、ポットおっしゃったのです。

そこで我々が狙ったターゲットは、最近増えているアレルギー体質の人。極端な例で化学物質過敏症というシックハウスのような悩みを持った方々です。どういう理由か分かりませんがそういう人たちがものすごく増えていることをテレビ報道等で知り、fbizが受けた相談でもシックハウス向けのリフォームのニーズがかなりあってビジネスとして成り立つということがわかっていましたので、仮に化学物質を使わない肌に優しいペーパーがあれば、アレルギーや強度のアトピーや化学物質過敏症の人に受け入れられるのではと考えました。

これが本邦初公開の試作品で薬品レスのタオルペーパーです。試算の段階でハッキリしたところは申し上げられませんが、実際にビジネスにすると従来のものより価格は4～5倍になってしまいます。けれど、およそ明確な悩みや課題を持つ人には価格が高くなっても売れることは実証済みで、

たとえば春先、花粉症向けのティッシュペーパーは通常よりも倍以上の値段ですが当たり前のように売られています。ヨーグルトでいえば一番売れているのがR1で、従来のヨーグルトより3～4倍の値段ですが、健康ブームで風邪を引きたくないような人にもものすごく支持され、今やトップブランドになった。

ターゲットは狭いかもしれないが付加価値が明確にあるものは製品として成り立つだろうということで作ったのがこのペーパーです。富士工業技術支援センターと地元の大興製紙ががっちり連携し、試作までもってきました。

この取り組みを通して感じたのは、確かに現状においてはさまざまな課題があってCNFのビジネス化は難しいのかもしれませんが、極端なコスト高においてもきちんとしたリサーチをすることによって、明確なターゲットやニーズを見つけ出せば製品化の可能性はあるだろうということです。

我々は1年半にわたって19回もミーティングを行い、今でも月イチでミーティングを持っています。今、富士工業技術支援センターと可能性を探っているのは、6次産業化に使えないかということ。詳しくはこれ以上申し上げられませんが、まったく違うアプローチの中で、農産物だってセルロースナノが出るわけですから、6次産業化とCNFのビジネス化を模索しているところです。実は後ろの方にこっそり置いてありますが、僕自身は必ず商品化の可能性はあると思っています。

1兆円産業への課題

◆大石 青木先生、今2人の事例をお聞きになって感想と、これからの静岡大学の出口の部分と基礎的な研究について、具体的にお話をうかがえますか？

◆青木 静岡大学が採択を受けているプロジェクトについて説明させていただきます。CNFをプラスチックに混ぜてちゃんと分散させて強度を引き出す、それが2030年の目標の1兆円産業化への王道だということで、皆さんがプラスチックに混ぜた時にCNFが傷まずにきちんとその強さを引き出す分散剤を作るということです。マスターバッチといってCNFが20～30%ぐらいの高濃度

で入っているものや樹脂にコーティングされたペレットを希釈して使い、最終製品には、CNFの含有率としては2%あれば完全分散すれば十分だと思いますが、おそらく5%ぐらい入ったもので調合し、最終成形物にするときに役立つ分散剤を作るのが私の任務であり、基礎研究の王道だと思っています。

これとは別に、強度とは全然関係ない環境省から採択された2つのプロジェクトがあります。環境省なのでCO2削減というコンセプトに絡めたもので、ひとつは昨年度、もう一つは今年度12月24日ぐらいにクリスマスプレゼントのように採択されたばかりで、年末で大変な思いをしています（苦笑）。

コンセプトだけ申し上げますと、一つはCNFのネットワーク構造の良さを使った事例です。ウレタン発泡材は、ウレタン発泡ですから水系で出来る。CNFも水分散体ですからその中に入れてあげて重合発泡させた場合どうなるか。CNF無添加とCNFを添加したものを比べると、添加したほうが気泡が均一化します。大きなセルがあると対流が起きますから断熱性にはあまりよろしくない。均一化した小さなセルがいっぱいあるほうがいい。それがCNFの良さです。

もう一つ、CNFを入れるとそのネットワーク構造で補強できるということ。CNFを入れていないものをよく見ると、穴ぼこがいっぱい空いていますが、CNFを入れてあげるとセルが密な構造になる。つまり断熱化に効くということで、住宅部品関係の高断熱化による消費電力の削減によってCO2削減を狙いましょうというところでお金を頂いております。

代表機関は静岡大学ですが、餅は餅屋でこの指とまれで集まった企業や大学がいて、ウレタンをやっているのはクラボウさんです。すでにウレタン市場を持っておられますので、そういう企業が入っていただいて良さが分かると市場に出るスピードは早いですね。富士工業技術支援センターにも参画していただいておりますし、断熱というキーワードで展開しているところです。

CNFはイノベーションでありマストな素材

◆青木 今はまだCNFが入った複合材は一切世



青木 憲治氏

に出ていませんが、環境省は「CNFの複合材料がこれからいろんな家電に使われ出し、そのうち自動車にも搭載されるでしょう。その時のために

リユース・リサイクルのシステムを全部作っておきましょう」と考え、静岡大学ではCNFの複合材のリサイクル材をベースとしたものを、化学処理をかけて高付加価値を付けてもう一度使っただけのものを研究しています。

ここで重要なのは、今CNFが市場に出ていない段階で環境省がここまで考えているということ。国が一緒になってこれをちゃんと育てなければいけないという姿勢です。ドイツの自動車メーカーは素材の時からリサイクルの循環の最後の最後、何にしてもう一度使うかまで計算して作っていると聞いたことがあります。CNFは使える・使えないではなく、使わざるを得ない素材であるということ。ですから直面している「混ざらない」「分散しない」というところでへこたれるのではなくて、皆で使いこなさなければならぬ一つのイノベーションアイテムだとご理解いただきたいと思います。

バイオエコノミーという話があります。バイオとかエコノミーとか横文字になると怪しいのですが、実はパリ協定のCO2削減目標のベースになっているのがヨーロッパのバイオエコノミー思想で、日本ではあまり聞かれませんが2050年に石油系の80%は使わないようにしようという流れにきています。

ヨーロッパの人たちはスキーのジャンプ複合競技のようにルールを変えた(EU法の)REACHで法律を作るのがお得意ですから、そのうちに日本か

ら輸出するものについて「これは何パーセント、バイオ由来のものが入っていますか」という縛りが入ってくるかもしれません。そういった意味で、CNFはイノベーションの材料でありながら、これから使わなければならない材料であると感じ戴きたいと思います。

皆さんはCNFに対していいイメージも悪いイメージも持っておられると思いますが、技術者にぜひ言いたいのは、触ってみましょうやってみましょうということ。今CNFのサンプル要求をするとややこしいことがいっぱいありますが、そのうちになくなりますので、今直面している技術課題にCNFを入れてみてほしい。もしかしたらそこに新しいキラアPLICATIONが出来るかもしれないし、その分野の先駆者になれるでしょう。

私が挙げた実用化研究でのキーワードは「繊維、ケーブル、発泡、除染、接着」。前職で技術営業していたとき、自分が持っているアイテムだけでは難題で解決できなかった機会損失のテーマです。この中にずばりCNFを入れて、どうなるかわからないがみんな手伝って、という意味で挙げてみました。

◆大石 今年度から寄付講座が始まったようですが、どんなことをやっているのですか？

◆青木 10月に静大農学部に着任し、最初に29年度採択の環境省補助事業の予算取りから始めたのですが、せっかく寄付講座を作ってお招きいただいたからには静岡県のために身を粉にするつもりでやってきましたので、まずはお金です。私の領域は工学になり、必要な装置や人材も変わるのでその費用の捻出です。授業は来年度4月以降になります。所属している農学部の林産関係の先生方とオムニバス方式で、CNF科学というのを大学院向けに4月から火曜日1限目にスタートさせます。

餅は餅屋で垣根を超えて

◆大石 私自身CNFについて思うのは、実際この地域には紙の産業がありますし、静岡県には森林資源が豊富です。ご当地富士地区には紙に関わる機械メーカーや資材メーカーもたくさんあります。それを利用する産業も静岡県にはたくさんあ

りますので、一つのメッカになっていく期待があります。と同時に課題もあります。ぜひここにはこうやってほしい、とくに行政にはこうやってほしい、企業にはこれを望みたいということをお一人ずつお願いできますか。

◆青木 実はふじのくにCNF他の展示会にうかがうと、高分子関係の樹脂メーカーがあまりいないようですね。以前、京都大学の矢野先生にうかがったところ、昔、ナノというアレルギーが樹脂メーカーにはあって、「今回はセルロースか」とか言ってなかなか入り込んでくれないそうです。

25年ぐらい前、ナノというキーワードで、ナノコンポジットで有機化クレイという層状の泥＝グラフェンみたいな構造の層状の泥を完全分散させると、先ほど言われたガスバリア性が出て、アスペクト比があって長さもあるので曲げ弾性率が上がるという夢の絵を描いたのです。おそらくガソリタンクか何かの軽量化を目的に考えたのではと思いましたが、実は自動車を狙っていたようで、あるところまでは行ったのですが、やはり分散化ができなかった。分散剤を開発するにあたってトヨタの中央研究所で伺ったら、「青木さん、やっぱりしょせんポリプロで理論値も出なくて分散させるために分散剤をいっぱい入れなくてはならないし、フィラも高いし僕たちやめて天然素材に行きます」と言われたのがちょうど2000年ぐらいの頃でした。その頃から樹脂メーカーにはナノアレルギーというのがあったのではないかと思います。

ところが、私が会社を辞めて静岡大学に行きますと話をしたら、樹脂メーカーさんがみんな「うちもやってます」「うちもやってます」とおっしゃる。たぶん表に出さずにこっそり研究しているのです。餅は餅屋じゃないですが、CNFについては磯貝先生が1本1本素晴らしいものを作ってくださって、プラスチックと混ぜると水と油だから疎水化されて混ざりやすい技術を提供してくださいますので、次は工学の領域。メーカーは自分のところで抱え込まず、垣根を越えてほしいですね。手弁当でも餅は餅屋で、うちは粉黛に強いとか練りの技術があるとか、それこそ日本製紙を含め県内のCNFメーカーと一緒に、垣根を取っ払った組織が出来れば。そういう組織を静岡に作る

ために私は来た、と思っています。

◆大石 今、静岡大学の研究室の体制はどうなっていますか？

◆青木 今は金策に走って装置や人を工面しているところですが（笑）、ありがたいことに県にかなり目利きのコーディネーターさんがいらしゃって企業さんをお連れくださって、話をさせていただいています。

県が想定するCNFのプラットフォーム

◆大石 望月さんは県の立場で取り組んでこれたわけですが、今後さらに広げ、加速していくにはどんな課題があるのでしょうか？

◆望月 青木先生からお話があったように、やはりCNFに関するプラットフォームを作るべきだと思っています。3つのクラスターがそれぞれプラットフォームを持ってそこを中心に情報収集や提供、助成等も行っているものですから、そのようなプラットフォームを目指し、今、富士工業技術支援センターにCNFに特化した組織を来年度から作りたいと進めています。企業同士のマッチングもそういったプラットフォームを中心にやっていければなと思っています。

先ほどご紹介した静岡市のプラス産業におじゃましたとき、社長から「CNFって水を抜くのが大変で時間がかかる。なんとか短時間で出来ないかね」と相談を受けました。そこで財団の助成事業で藤枝市の西光エンジニアリングという乾燥機メーカーにCNFの濃縮乾燥装置の開発をお願いし、順調に行っているというお話で、期待しているところです。

また先ほど来、樹脂にCNFを混ぜるのが大変だというお話がありましたが、均等にCNFが混ざっているかどうかを可視化するため、来年度のCNF関係の事業で富士工業技術支援センターにCNFの分散状態を可視化するマイクロエクス線CTを配置する予定です。とにかくCNFを使って何かにトライしてみようという企業がどんどん出て来ていただくことが必要です。試作品開発の助成も新規に始め、CNFに特化した取り組みを支援しようと考えています。

今後もCNFのプラットフォームを強化してい

く必要があります。今はどちらかといえば富士工業技術支援センターに置いてあるということで技術的な面のサポートが強い色彩になっていますが、ゆくゆくはこういう組織も拡充しながらやっていく必要があるなと思っています。

◆大石 今、フォーラムは170社ぐらいですか？これは県内企業だけではなく大手企業やいろいろな業種の方も入っていらっしゃる？

◆望月 そうですね。総合展示会のときも6割以上が県外の方で、マッチング先は当然、県内外ありますので、県外からの問い合わせにもつないだりしています。県内企業同士でマッチングできればありがたいのですが、そういうわけには必ずしもいかないので、県内企業が絡むということであれば積極的にプラットフォームの中で支援することです。これは他の3クラスターも同様です。

◆大石 青木先生がおっしゃったように県内では樹脂メーカーが少ないのでしょうか。もっともっと多様な方が関わるといいだろうと思いますが。

◆望月 日本製紙は樹脂とCNFを混ぜるということを富士市でやっています。主には自動車関連部品がターゲットになるということですが、先ほど言いましたように樹脂に混ぜて使うだけでなく添加剤やシート状に活用するということも含め、各企業に合ったものを幅広く考えていただければと思います。

産業支援機関の評価も問われる

◆大石 小出さんからは先ほど一つの事例をうか



大石 人士氏

がいましたが、そのような事例が富士地区や静岡からいろいろな形で立ち上がっていくには一つの隙間を狙うという視点も必要があるかと思いま

す。強化していくには何が必要でしょうか？

◆小出 その前に、先ほどの説明の中で足りなかったものを加えたいと思います。このCNFタオルペーパーが試作段階まで持ってこれた背景が2つあります。自分が関わってすごくよく分かったのは、富士工業技術支援センターの研究者の皆さま方のレベルの高さです。我々のように技術が全くわからない人間に対しても、きちんと説明してくださり、問題点も把握されながら先端研究を続けておられる。そのポテンシャルの高さがまずありました。

またこれに関わってくださった大興製紙のチャレンジ精神。新しいイノベーションを生み出す背景はチャレンジスピリットです。具体的な試作まで持ってくるんだと社内的にも技術的にもチャレンジされた。それが最大の要因だろうと考えています。

国の成長戦略の評価委員を5年やらせていただいたとき、何に驚いたといえは今まで知らなかった公設試の研究レベルの余りの高さです。国内トップ水準の研究者がこんなにいて、こんなに高い志のもと日々一生懸命やっていたら、現場で説明を聞かせていただくのがすごく楽しみで刺激になっていました。

一方で非常にもったいないと思ったのは、ビジネス化までは距離があるということ。すごくいい研究をやっているのに、基本的に研究者の皆さまですから無理もないのですが、ビジネス化にはものすごく慎重で、本当はビジネスチャンスがあるにもかかわらず形になっていない。実はそれを補うのが我々のような産業支援のセクターなんだろうと強く思います。

100%の技術や研究が売れるというわけではなく、60%のものでも売れるものは売れる。それがマーケティングに類することで、その辺と合致させるといろいろなものが進むのです。CNFを旗頭にしていやるにあたっては、公の支援機関の真価も問われるのだらうと思います。

実際、経産省の産業構造審議会の中の産業クラスター担当者から内々に聴いたところ、国としては極めて厳しい評価のようです。静岡県のことはさておき、国が特化した全国各地の産業クラスターについては、実はまともにいったものは一つもないというのが現状です。また中小企業政策審議会では、我々のような産業支援機関も、期待され

るような成果を出しているところは極めて少ない状況であるとのこと。

そんな中、静岡県では先ほどコーディネーターの話も含め、非常に一生懸命やっていると聞いていますし、民間活力を活かしながら具体的なビジネス化を図っている。ますます強化していただきたいと思います。

CNFの分野についてみると、カーボンナノファイバーがどうやってビジネス化できたのかをよく研究してみるとよいと思うのです。およそ未来の素材、可能性の素材として先ほど50年かかったという話もございましたが、これがどうやってビジネス化できたのか、クラスター化できたところがあつたのかどうかをよく研究してみると、その課題や難しさも見えてくると思います。

確かに富士地区は日本有数の紙パルプ産業集積地であり、可能性は高いと思いますが、そこから先のビジネス化となると、地域性はあまり関係ないだろうと推察できる。CNFは全国各地の行政、国、企業がビジネス化に向けて一斉に競争し合う素材であり、静岡県が主導権を持って進めていくには、まずは企業の方々がチャレンジ精神を持って取り組んでいただくということが絶対必要です。

望月さんもおっしゃったように、県や富士市の支援制度を使って挑戦していただきたいし、そこをうまくつないで促進するには、我々のような公の産業支援機関が、結果重視で成果を求める形で取り組むことが、これまで以上に必要だと思っています。

実際問題、中小企業小規模事業者が生み出せるものは小さなイノベーションでしょう。しかし小さなイノベーションでも数が増えれば大きな力になります。大きなイノベーションを生み出すのはどうしても大企業主導にならざるを得ないし、これまでのいろいろな産業のビジネス化を見ても明らかで、大学が起点になることもあります。やはり大企業主導です。でも小さなイノベーションは相当数、中小企業小規模事業者の中で起きているわけですから、我々も一生懸命お手伝いしたいし、県内においてもそういった企業が大半ですから、そんな中で具体的なことを生み出していききたいと思います。

紙ではなくCNFを作るために パルプ工場が再生する日を!

◆大石 お三方にとくに共通するのは、まさにイノベーションの時代、チャレンジしていくことが大事だと思いました。磯貝先生のほうからこまでのご感想やコメントをいただけますか?

◆磯貝 今日はどうもありがとうございました。私としてもどういう形でCNFが使われるか、まだハッキリはしていないのですが、このようなシンポジウムを富士地区でやると毎回ほとんど満席になります。やはり筋がいいと思われているのですね。と同時に行政やいろいろな組織でこれだけご支援いただいているのも、やはりそこにキラッと光るものがあるからでしょう。キラッと光るシーズから形にするには大変ですが、一人の天才が現れて解決するというものではなく、今日お越しになった、それぞれの分野でご専門のお客さんやニーズをお持ちの方が連携して解決できるものだと思います。

チャレンジが必要だというお話がありましたが、大きな企業は決済するのにハンコがたくさん必要で、確かにそれに見合う収益が得られなければハンコは押されないわけです。一方、ある程度小回りの利く企業だと、「よし、やってみよう」でうまくいった例が、実は結構ある。光触媒などは最初「君は電気化学を一から勉強しなおせ、そんなことはあり得ないじゃないか」と言われたのが、実際にああいうビジネスになった。そこは直感と、自分なりの出口をちゃんと持ってチャレンジするのが重要だと思います。

私自身はまったく楽観的でして、数年後、必ずいろいろな分野で使われると思っています。なぜかという、自分が実用化に携わっているわけではないので理由はハッキリわからないのですが、陰で「磯貝先生、大丈夫です。この1年でスゴイものが出てきますから」と言われるんですね。それが何かはわからないのですが、そういうことを聞いている限り非常に期待しているところです。

ガラスや紙や金属等は長い時間のトライ＆エラーの中で基礎的なデータが蓄積され、やっと今、信頼される材料になっています。CNFは現在、青

木先生はじめ多くの方々が実用化させようと挑戦しておられます。そのようなセンスのない我々は、信頼されるデータの蓄積でお役に立てるようにしよう、何かトラブルがあった場合はアドバイスできるような役割を担っていこうと思っています。

CNFでは耐熱性が出ない場合があります。とくにTEMPOはダメで、うちでは「それはカルボキシル基があるからで、カルボキシル基をつぶせばなんとかできます」と答えますが、カルボキシル基をつぶせば分散性がなくなりトレードオフになってしまう。どうするかというと、実は某社が解決したそうですが、市販の耐熱家財に1から20まで入れてみたら1つだけうまくいったという。理由はわからないそうですが、そういう解決方法が実際には近道かもしれません。

実用化にチャレンジする中では、課題を克服しようとして一体となった意思がなければ、教科書を見て頭で考えても解決できません。多くの人の知恵やネットワークや経験や技術が、実用化の解決につながるはずです。そのためのプラットフォームを静岡県や富士市が中心になって作っていただきたい。今、パルプ工場は止まってしまっていますが、紙を作るためではなくCNFを作るためのパルプ化の工場が動く日が来るのを期待しています。

世界中で競争関係にある中、オープンイノベーションでやるかクローズでやるか、競争でありながら皆さまの知恵をお借りしなければならないというバランスをどうやって取るかは難しいところで、行政の方で舵取りをやっていただいて、ある程度リスクのあるチャレンジをサポートしていただければと思います。

オール静岡で取り組めるテーマ

◆大石 最後に皆さまから一言ずつお願いします。

◆青木 どこかの大臣ではないですが、「2番ではダメですか? ナノじゃなければダメですか?」とばかり、企業の皆さんからも、ナノに到達できなければいけないのかと言われます。ナノ技術は高機能高付加価値で狙える商品の出口に回生します。ナノの定義はゼロから100ナノメートルと言われますが、では200ナノしかできなかったらビジネスとして成り立たないかといえ、そんなこ

とは決してありません。低コストで作れますし、ある分野ではナノレベルより数百ナノのほうがチャンピオンデータが出ているという話もちろほら聞きます。

ヨーロッパの話をしたましたが、2050年に化石燃料80%削減という流れから見れば、やはり技術者も経営者もふんばって、わが社が第一人者として名乗りを上げようという気概を持ってほしい。チャレンジという言葉で若い研究者をチャホヤしていただいて、経営者は経営者でふんばっていたければ、何かそこに輝かしい未来があるのでは、と思っています。

大学にも、その辺のおっちゃんだという雰囲気でお気軽にお越しください。いつも居りますので私のわかる範囲でお答えします。ぜひ一緒に仕事が出来ればいいなと思います。

◆望月 サンフロント21懇話会の皆さまにはCNFについてこのような場を設定していただき、感謝いたします。いろいろな試作品や製品を作っても売れてなんぼの世界だろうと思いますので、私ども静岡県産業振興財団では来年度から販売開拓支援をワンストップで出来る組織を準備しています。静岡県の企業さんはB to Bの仕事をしている企業が多く、営業部門が弱いというところが大方ですので、いろいろな専門家のかたにプラットフォームに入っていて、いろいろな角度からどうしたら売れる商品になるかのブラッシュアップを含めて販路開拓を進め、CNF商品が広く売れるようにしていきたいなと思います。

◆小出 fbizは県内全域からご相談をお引き受けしており、現状、富士市の方々が75%、それ以外が25%。県外はすべてお断りしています。本日

ご来場の皆さまもぜひ遠慮なく一緒にチャレンジさせていただきたいと思っています。

今日は農林事務所の方も来ていただいております。私自身が県の6次産業化を十数年手伝わさせていただいている関係で、農業の分野の相談もお受けしています。我々が狙っているのは、とにかく静岡県全体を、チャレンジャーがあふれかえるような地域にしたい。そのために必要なのは小さなイノベーションがたくさん起こるような取り組みであり、そこにおいては企業、行政、大学や研究機関、我々のような支援機関の頑張りがあってこそだと思います。ぜひ気軽にご相談にお越しください。

◆大石 静岡県のモノづくりの伸びはリーマン前の数字に戻ってきていないということがあります。その中では付加価値の高いものを静岡県から作り上げていく必要があると思います。今はまだCNFそのものが素材として高額だといわれますが、利用促進によって価格は下るでしょう。これをいかに付加価値の高い製品として活用していくかがポイントだと思います。

私も以前、県の技術評価委員をやっておりまして、今考えるとCNFを使うと解決する課題があるの中に結構あるんじゃないかという気がしています。とくに一次産業関係の農業や漁業ではかなり使える分野があるんじゃないか。その意味で、3クラスターとの連携も当然必要で、オール静岡で取り組めるテーマだと思っています。その中心を富士地区で育てていただければこの地区の活性化にもつながっていくと思います。

ご清聴ありがとうございました。

＜パネラー略歴＞

◇パネリスト

■青木憲治(あおき・けんじ)氏 静岡大学農学部特任教授
1999年3月東京大学大学院工学系研究科博士課程を修了、博士(工学)取得。2001年日本化薬株式会社に入社後、12年東京理科大学大学院技術経営専攻(社会人大学院)を修了、技術経営学修士取得。17年9月日本化薬株式会社を退職、同年10月より現職。専門分野は、高分子化学、セルロースナノファイバー科学、安全工学、火薬学。

■望月 誠(もちづき・まこと)氏 静岡県産業振興財団副理事長兼専務理事
1956年静岡市生まれ。70年東北大学法学部卒業後、静岡県庁に入庁。2012年静岡県経済産業部商工業局長、14年静岡県理事(産業成長戦略担当)、16年静岡県公営企業管理者企業局長を歴任し、17年6月より現職。

■小出宗昭(こいで・むねあき)氏 富士市産業支援センター長
1959年生まれ。法政大学経営学部卒業後、静岡銀行に入行。

M&A担当を経て、2001年創業支援施設SOHOしすおかへ出向。08年静岡銀行を退職し、イドム創業。富士市産業支援センターfBizの運営を受託、センター長に就任し現在に至る。静岡県内で産業支援施設の開設と運営に携わり、これまでに1,300件以上の新規ビジネスの立ち上げを手掛けた。また11年より経済産業省中小企業政策審議会委員も務める。

◇コーディネーター

■大石人士(おおいし・ひとし)氏 静岡経済研究所 常務理事
静岡銀行入行後、1982年静岡経済研究所出向。2005年より研究部長、12年理事。専門分野は地域経済、企業経営、まちづくり、商店街活性化、行政改革など。静岡地方労働審議会委員、静岡県社会資本整備重点計画・推進会議委員など県をはじめ、島田市、藤枝市、三島市などの委員を務める。1956年藤枝市生まれ。サンフロント21懇話会のシンクタンク＜TESS＞の研究員。

ラジオマイトーク

【平成30年3月18日放送】



町の産業活性化を目指す

ほしの じょう しん

星野 浄 晋 氏

西伊豆町長

▽モットー なせばなる

▽趣味 野球、テニス、料理、ドライブ

▽出身地 賀茂郡西伊豆町

〈お話のポイント〉

◆40歳になったばかりで、県内最年少の首長です。お寺の生まれで今も住職をしています。朝起きてジョギング、役場へ出勤する前にお経をあげています。

町長になる動機は、困っている人の手助けすることです。精神面ではお寺でいいかもしれませんが、経済的、物量的なことは役場でしかできません。

♥西伊豆町の高齢化率は48%を超え町民の半分がお年寄り世代です。若い人が少ないので介護する側もいません。若い人が住める町づくりをしたい。高校卒業後町外に出ると地元に住

事がないと帰ってきません。トップセールスでPRして、町の産業を活性化して職場環境を増やしていきたい。

◆西伊豆は夕日の美しい所です。春秋の彼岸には奇岩・ゴジラ岩に沈むまれにない景色が見られます。もっと積極的にSNSを利用して西伊豆を知ってもらいます。

♣名産の塩かつおを利用した茶漬けや塩カツオうどんでB1グランプリに出ています。イカ墨を練り上げた麺の焼きそば「海賊焼き」も売り出しました。

ラジオマイトーク

【平成30年5月13日放送】



沼津西部地域の活性化目指す

おお むら やす じ

大村 保 二 氏

沼津市商工会会長

大村興業(株)代表取締役会長

▽モットー 誠意と努力

▽趣味 旅行、ゴルフ

▽出身地 駿東郡長泉町

〈お話のポイント〉

◆沼津市商工会は10年前に原町商工会と戸田村商工会が合併して誕生しました。6年前に会長に就任、現在の会員は750名くらいです。原は工業、商業、農業、戸田は観光業が主体です。

♥沼津の西部地域はこれまで開発が遅れていました。ここ5年で新東名と東名にスマートインターが開設され、長年の懸案だった新放水路も着工しました。旧東海大学跡地にできた県の先端農業推進拠点「アオイ・パーク」をいかに活用するかです。

◆国道1号線の流量も多く、道の駅を作れな

いかと、地元、行政と検討しています。道の駅ではアオイ・パークで研究開発したものを地元で作って販売したい。戸田の深海魚も販売できたらいい。一店逸品運動と言って他にないものを開発するために商工会は支援しています。

♣JR原駅と東田子の浦駅の間に新駅ができたらいいです。その新駅の近くにサッカー場や室内競技場が作れないか検討しています。沼津市西部地域の活性化に向けて微力ながら将来の子供たちのために頑張っていきたいです。

サンフロン21懇話会の会員情報

■新たに入会された方

- ◇東邦印刷包装(株)
- ◇大村興業(株)
- ◇(有)エス
- ◇静岡県信用保証協会

代表取締役会長 鈴木 静一
代表取締役会長 大村 保二
代表取締役 曾根原容子
常務理事 村松 治

■会員の變更

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| ◇(株) J T B 中部沼津支店 | (株) J T B 静岡支店 |
| 支店長 上田 和佳 | → 副支店長 萩原 仁 |
| ◇(株) 静岡伊勢丹 | |
| 代表取締役社長 雨宮 潔 | → 代表取締役社長 田中 清 |
| ◇静岡ガス(株) 東部支社 | |
| 常務執行役員東部支社長 飯田 晃司 | → 支社長 福本 義彦 |
| ◇スルガ銀行(株) | |
| 執行役員本店長 鈴木 富朗 | → 本店長 小川 俊行 |
| ◇ダイワロイネットホテルぬまづ | |
| 支配人 井上 靖 | → 支配人 新西 規暁 |
| ◇東海ビバレッジサービス(株) | |
| 代表取締役 齊吉 文幸 | → 代表取締役 中澤 正樹 |
| ◇日本生命保険相互会社沼津支社 | |
| 支社長 魚躬 弘 | → 支社長 村路 光義 |
| ◇沼津市商工会 | |
| 会長 大村 保二 | → 会長 渡邊 好孝 |
| ◇野村證券(株) 沼津支店 | |
| 支店長 能見 哲理 | → 支店長 木村 拓 |
| ◇ブラサ ヴェルデ | |
| 館長 愛屋 博司 | → 館長 原川 隆信 |
| ◇米久(株) | |
| 代表取締役社長 御園生一彦 | → 代表取締役社長 堀内 朗久 |
| ◇静岡県熱海土木事務所 | |
| 所長 植松 静夫 | → 所長 佐藤 勝彦 |
| ◇函南町 | |
| 町長 森 延彦 | → 町長 仁科喜世志 |
| ◇静岡県下田土木事務所 | |
| 所長 原 広司 | → 所長 松木正一郎 |
| ◇静岡県総合健康センター | |
| 技監 佐藤 圭子 | → 技監 植松 和子 |
| ◇静岡県田子の浦港管理事務所 | |
| 所長 梅原 正 | → 所長 中谷 孔右 |
| ◇静岡県東部健康福祉センター | |
| 所長 北詰 秀樹 | → 所長 後藤 睦 |
| ◇静岡県東部支援局 | 静岡県東部地域局 |
| 局長 広岡 健一 | → 局長 望月 宏明 |
| ◇静岡県工業技術研究所沼津工業技術支援センター | |
| センター長 塚本 忠士 | → センター長 山本 寛人 |
| ◇沼津市 | |
| 市長 大沼 明穂 | → 市長 頼重 秀一 |
| ◇静岡県沼津土木事務所 | |
| 所長 森田 尚孝 | → 所長 原 広司 |
| ◇静岡県工業技術研究所富士工業技術支援センター | |
| センター長 佐藤 廣美 | → センター長 佐野 禎彦 |
| ◇静岡県富士財務事務所 | |
| 所長 鈴木 敬志 | → 所長 渋谷 妙子 |
| ◇静岡県富士農林事務所 | |
| 所長 田島 章次 | → 所長 長谷川剛司 |

■肩書の変更

- ◇ネットヨタスルガ(株) 水崎 充 代表取締役社長 → 代表取締役会長