

ニチアス 技術時報

No. 406

2024年 3号

CONTENTS

●【寄稿】

NanoTerasu(ナノテラス)
産学共創を革新する先端放射光実験施設

●【特別企画】

NanoTerasu(ナノテラス)を活用した
ニチアスの創造型研究開発の展望

●【新製品紹介】

溶剤吸着用ハニクル
TOMBO™ No. 8800-HZ「ハニクル® HZ-BO」
TOMBO™ No. 8804-HZ「ハニクル® HZ-BX」

●【新製品紹介】

巻付け耐火被覆貫通孔部用材料
TOMBO™ No.5520-SN「マキベエ® スリーブN」

目 次

【寄稿】

◆ NanoTerasu（ナノテラス）

産学共創を革新する先端放射光実験施設 1

東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター（SRIS） 教授

（一財）光科学イノベーションセンター 理事長 高田 昌樹

【特別企画】

◆ NanoTerasu（ナノテラス）を活用したニチアスの創造型研究開発の展望 10

【新製品紹介】

◆ 溶剤吸着用ハニクル

TOMBO™ No. 8800-HZ 「ハニクル® HZ-BO」

TOMBO™ No. 8804-HZ 「ハニクル® HZ-BX」 12

工業製品事業本部 環境製品技術開発部

【新製品紹介】

◆ 巻付け耐火被覆貫通孔部用材料

TOMBO™ No.5520-SN 「マキベエ® スリーブ N」 16

建材事業本部 技術開発部

【トピックス】

◆ ENEX2024 第48回地球環境とエネルギーの調和展に出展 20

送り先ご住所の変更、送付の停止などにつきましては、下に記載のフォームよりご連絡ください。
なおその際は、宛て名シールに記載されている7桁のお客さま番号を必ずお知らせくださいますよう、お願いいたします。

〈技術時報定期購読の宛先変更・停止 申し込みフォーム〉



ニチアス 技術時報 宛先

検索

本誌の内容は当社のホームページでもご紹介しております。
<https://www.nichias.co.jp/>

〈連絡先および本誌に関するお問い合わせ先〉

ニチアス株式会社 経営企画部広報課

TEL：03-4413-1194

FAX：03-3552-6149

E-mail：info@nichias.co.jp

NanoTerasu (ナノテラス)

産学共創を革新する先端放射光実験施設

東北大学 国際放射光イノベーション・スマート研究センター (SRIS) 教授

(一財) 光科学イノベーションセンター 理事長 高田 昌樹

1. はじめに

3GeV高輝度放射光施設 NanoTerasu (ナノテラス) が、東北大学青葉山新キャンパス (仙台市) に建設され、2024年4月1日より運用開始された。そして、4月9日から企業、学術による本格的な利用が7本のビームライン(回折、散乱、イメージング、分光)で始まっている¹⁾。図1の写真の円形の建物がナノテラスである。放射光施設では、加速器を使って実験室X線装置の10億倍もの明るさを有するX線を発生させることができる。直径170mのドーナツ型の屋根をもつこの施設は、SPRING-8/SACLA (スプリングエイト/サクラ) での研究開発の成果に基づく最先端の加速器技術で建設された。

スプリングエイトは1997年に兵庫県で運用開始した世界トップクラスの現世代型の放射光施設

である。これまで、学術から産業まで幅広い分野で利用されてきた。“はやぶさ”の持ち帰った試料の分析、携帯電話のディスプレイ、省エネタイヤの開発、次世代磁石、燃料電池、Liイオン電池、航空機・自動車に用いる炭素繊維材料、軽量コンクリートの開発などに貢献した。それから約四半世紀を経て、国が整備・運営する新たな放射光施設ナノテラスが“ナノを照らす”施設として登場したのである。ハード面では、低エミッタンス電子ビームにより高輝度光を生み出す加速器技術を、スプリングエイトで磨かれてきた数々の独自技術を結集して、導入し実現した。その結果、スプリングエイトでカバーできなかったLi, C, O, Sなどの化学状態や、Fe, Co, Niなどのスピン状態を見るための軟X線領域では、スプリングエイトの約100倍にのぼる。ソフトマテリアル、ゴム、CFRPなどの高分子複合材料の構造と機能の相関を探索する強力なツールとなることが期待されている。そして、硬X線領域も30keVまでカバーし、その光の先端性・卓越性で、脱炭素社会を実現する再生可能エネルギー、EV化、量子技術イノベーションへの対応、情報通信、自動車、医療、エネルギー、工業など、あらゆる分野の研究開発のDX化の支援に産学官で取り組む。

放射光に馴染みの薄い企業や非専門家は、どうやって施設にアプローチし活用していくのか？そのことに対するソリューションとして、ナノテラスでは産業界のコア技術の開発に利用しやすい“コアリション有志連合”という新しい利用システムを創出した。このハード、ソフト両面で産学共



図1 東北大学青葉山新キャンパスに建つNanoTerasu (ナノテラス) とSRIS*棟 (前景左側の建物) と青葉山ユニバース (前景右側の建物)。左背景は、東北大学青葉山東キャンパスと仙台市街。

※ SRIS : 国際放射光イノベーション・スマート研究センター

創を促進する強みを活かし、さらに、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第3期のプロジェクト「サーキュラーエコノミーシステムの構築」が、昨年より開始されている²⁾。コアリションメンバーの企業とともにナノテラスを「再生材データバンクの構築」の拠点として、プロジェクト活用の最初の例となる。データバンクの構築で、再生材のグレーディングや破壊挙動の解明で貢献する。ナノテラスの概要と産業界における活用についての展望について詳解する。

2. “ナノの見え方”が研究開発を変える

高輝度放射光の特徴は、従来の放射光X線を用いた分析法に加え、不均一な構造と機能の相関をイメージングできるようになることである。図2は、リチウム硫黄電池正極材として開発された含硫黄高分子粒子の硫黄の化学状態を可視化することに成功した産学共創の一例である³⁾。内部における不均一状態が非破壊で可視化されている。レーザー光のように光の波の山と谷が揃う干渉性(コヒーレンス)の強い放射光を用いた、スペクトロタイコグラフィー⁴⁾という方法で可視化したものである。分解能はナノメートルスケールに

達している。従来のミクロンを切るX線顕微鏡の分解能を超える強力なイメージング手法である。参考文献3)では、さらに正極での充放電後の粒子の隙間に当たる領域にLi₂Sの分布が明瞭に可視化されている。これらの計測は、スプリングエイトで行われた。詳細は参考文献3)を参照されたい。ナノテラスではさらなる高分解能化の挑戦も進められていく。この計測を行ったテンダーX線領域では、ナノテラスの放射光はスプリングエイトよりも輝度が5倍～40倍高くなる。スプリングエイトよりも高い干渉性と輝度をもつナノテラスであれば、その変化をさらに高精細に高速で観察できるのである。充放電過程における硫黄の反応経路や流出経路などの知見が得られるようになるであろう。

しかし、それだけでは“見ただけ”の計測でしかない。可視化された不均一な構造・機能情報を電池の高性能化へ、材料設計の具体的な指針につなげなければならない。近年、著しく急速に進化を遂げている計算科学、AI、データ科学⁵⁾との協働が“見ただけ”で終わらせないことへの一つのソリューションとなる。この課題解決への道筋が、ナノテラスで目指す“計測・計算融合”である。

3. 計測・計算融合，“見ただけ”で終わらせないために

図3はその計測・計算融合の概念図である。企業での10数年前のタイヤの製品開発がどう変わるかを例に示している。左上の図は、高い耐久性と強度をもつタイヤの材料の開発成果である。当時は、こういった研究開発をサポートする放射光計測は右上に示した小角散乱を用いていた。変形の際のゴム中のフィラー、ボイドの分布の構造情報をモデルで推測するためである。しかし、コヒーレント光によるナノスケールのイメージングにより、図2と同様に不均一な構造をダイレクトに可視化できる。右下の図はシリカ粒子を観察した最近の事例である。ゴム中のフィラーと同程度のサイズの30nmのシリカの粒子の分布の様子が明瞭に可視化されているのがわかる。左下の図は、

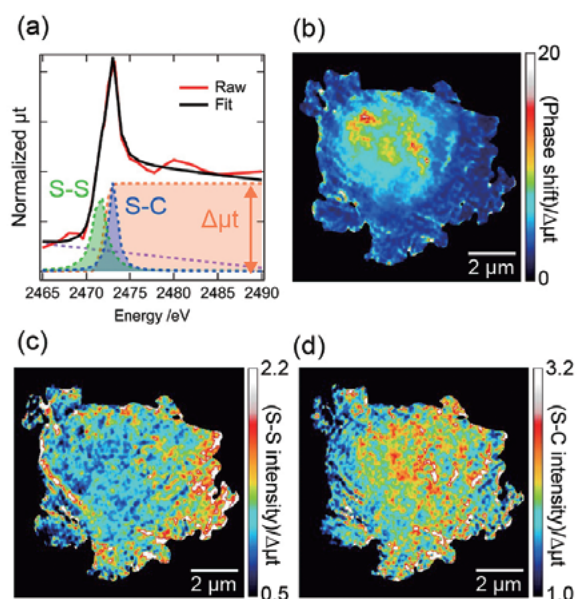


図2 Li-S電池の電極の活物質の充放電によるLiの挙動に対応した硫黄の化学状態 (c) (d) (SPRING-8/SACLA利用者情報 Volume 27, No.4 p 336-341より転載)

計算科学でゴムの変形によるフィラー周りからはじまる破壊の進展をシミュレーションで予測した結果である。フィジカル空間に対応するコヒーレント放射光による可視化とデジタル空間に対応する計算科学で、デジタルツインをナノテラスの活用で形成されることを示している。このことは、課題解決を加速し研究開発力をDX化で強化する。2023年の1月、東北大学の未来創造機構にグリーンクロステック研究センター（岡部朋永センター長）が発足した。そして、ナノテラスから得られたデータを製品開発に直結させるデジタル化の取り組みが、青葉山東キャンパスで始まっている。左下の図で示したシミュレーションは、グリーンクロステック研究センターが有するCoSMIC⁶⁾によるものである。データ科学を活用して、計算機上でプロセス・組織・特性・性能をつないで材料開発を加速する統合型材料開発システムである。現在31社にのぼる企業が参画し、活動を開始している。

図3の可視化も、コアリシヨンの形成が生み出した成果である。ナノテラスの活用を検討するためのフィージビリティスタディとして、スプリングエイトで行われた計測を基に得られている。数

年前は、200nmのシリカ粒子の凝集しているイメージの可視化に成功していた。しかし、高度化されたX線集光技術と新しい検出器の登場で、30nmのシリカの粒子が可視化できることが確認できるようになった。ナノテラスでは、さらに高輝度の光で高い分解能での、その場観察、オペランド計測への挑戦が始まる。放射光源だけでなく計測の高度化も、計測・計算融合の好循環と加速を生み出すのである。すでに、いくつかの企業・学術のマッチングがナノテラスの計測を基に取り組みを始めた。ナノテラスに対する、コアな課題解決のための産学共創のプラットフォーマーとしての期待が高まっている。

4. コアな課題に誰もが活用できるように

ナノテラスは、スプリングエイト（1997年運用開始）に続いて、わが国が整備・運営し広く研究者に開放して共用に供する施設である¹⁾。施設建設の段階から産業界を巻き込み、研究力、国際競争力の強化に貢献すること、そして、リサーチコンプレックスの形成加速を具体化することがミッションとして与えられている。そのため、「官民

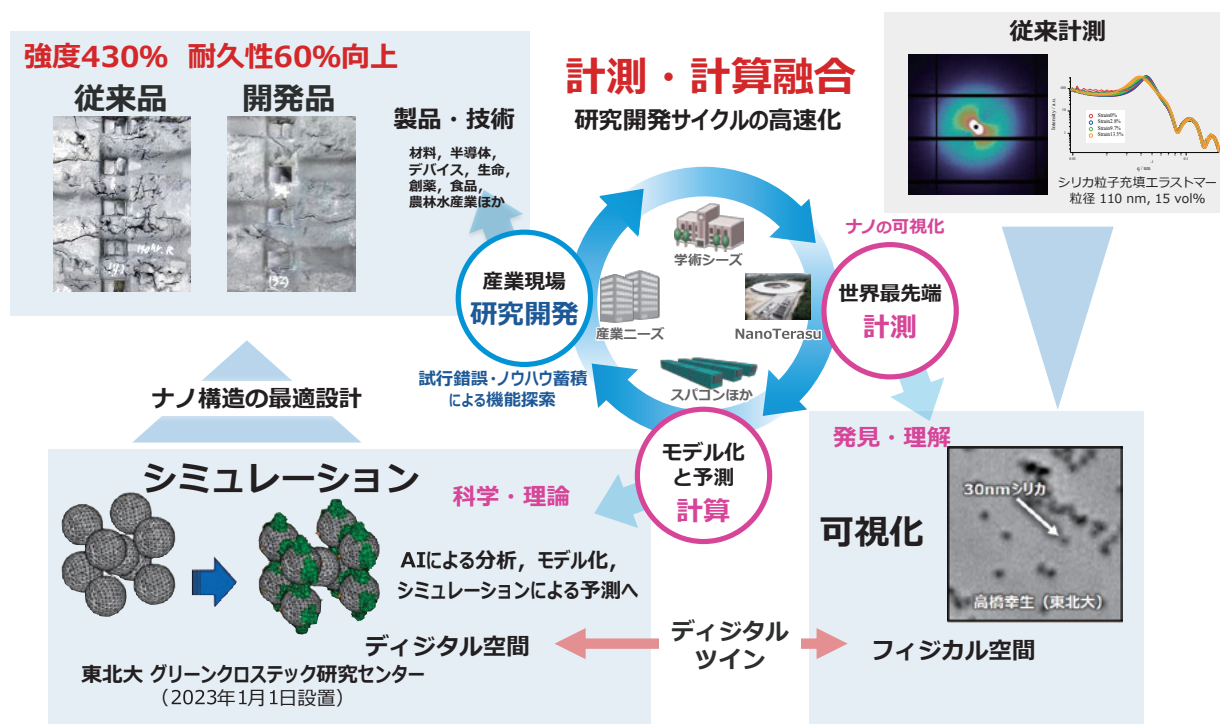


図3 タイヤの高耐久性、高強度化への計測・計算融合の活用

地域パートナーシップ」という新しい施設整備の方法が導入された。国側の主体である量子科学技術研究開発機構（QST）とともに、光科学イノベーションセンター（PhoSIC）を代表とする地域パートナー（宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会）が役割を分けて施設の整備を行っている。図4にその役割を整理した。国側は加速器と3本の共用ビームラインの建設費を負担する。一方、地域パートナー側は基本建屋と7本のビームラインを建設する。財源は、自治体およびコアリションに参画する企業や大学の機関による拠出された資金を活用する。施設にコミットする多彩なプレーヤーからの資金源を活用する建設手法は、民間資金を活用した施設・整備・運用の今後のロールモデルとなるといわれている。

ナノテラスによる可視化を多彩なプレーヤーのさまざまな分野で活用するためには、これまで高いといわれて来た放射光活用の敷居を低くする利用スキームが必要となる。それが、図4に示した“コアリション（有志連合）”コンセプトである。放射光の非専門家（企業・学術）が、放射光およびサイエンスの専門家（学術）と競争領域と協調領域を分けて、それぞれの役割に専念するための“コアリション（有志連合）”を形成する考え方である。

このコアリションには、利用を予定している企業・学術機関が建設費の拠出によりメンバーと

なっている。この建設費を拠出することで、企業・学術機関は、利用課題の審査免除、原則一カ月前まで可能な利用予約、全て成果専有で利用できることに加え、さまざまな利用支援、産学マッチングの機会拡大（コアリション形成）のインセンティブを享受できる。すでに、多くの企業が参画に手を挙げ契約を進めている。コアリションの形成は、研究開発の情報管理を徹底して行う。メンバーの企業名も原則、非公表である（一部の企業は、プレス発表で戦略的に公表）。従来の産学連携と大きく異なる点は、学術も、大学や研究開発法人が機関としてコアリションに資金を拠出・参画していることである。機関はさまざまな考えで、企業との産学共創にナノテラスをイノベーション創出の場として戦略的な活用を検討している。よって、産学共創の本丸は、現場での実験支援、測定代行・データ解析ではない。利用を計画する段階から、成果にまで結びつける専門家との課題解決に向けた共創である。その機会および成果創出のために、課題を共有できる学術とのマッチングを図5のように取り組んでいる。放射光の非専門家に寄り添う活用支援の創成である。放射光に疎遠であった産学のコミュニティに、コアリションによる新たな利用機会を創出するためコアリション・マッチングの活動を始めたのである。

以上のように、共用・成果公開をベースとした

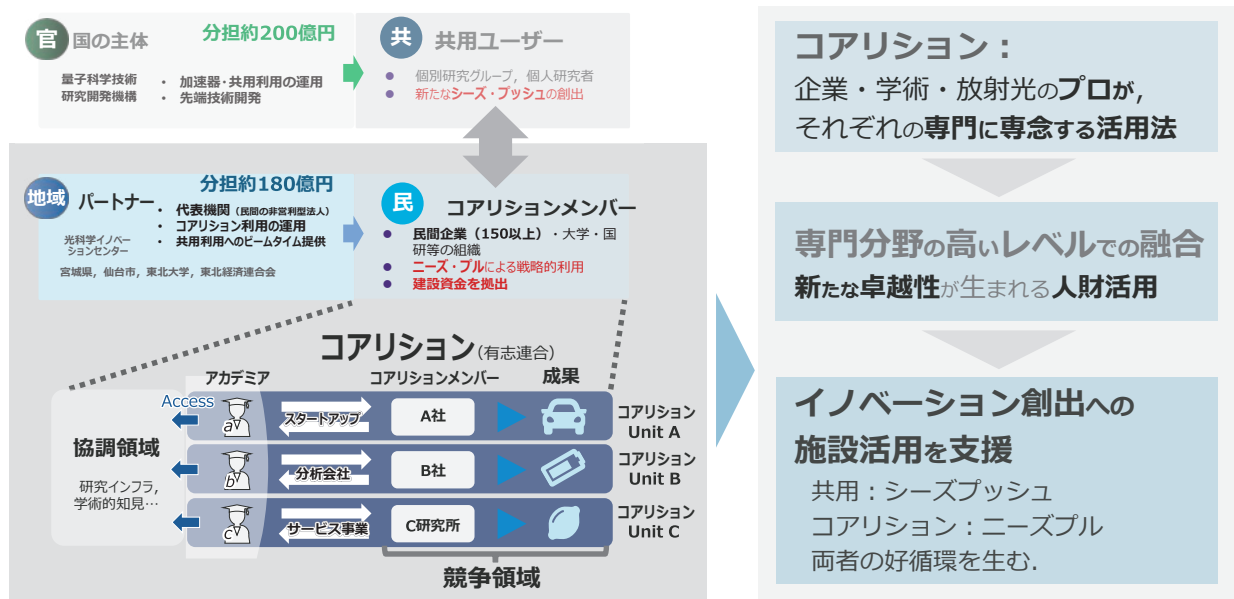


図4 官民地域パートナーシップとコアリション（有志連合）のコンセプト



図5 コアリション・マッチングシステム

既存の産業利用の垣根を越え、「計測（見る）施設」から、データ科学・AI・モノづくりなどの異分野融合を展開する「課題を解決する施設」への革新が見えてきた。ナノテラスのコアリションは、放射光計測の専門的知識や経験のない研究者、企業に対し、先端基盤施設の利用を民主化する第一歩となる。

5. ナノテラスの光源性能

ナノテラスは、MAX IV（スウェーデン；3GeV）、ESRF-EBS（EU；6GeV）、SIRIUS（ブラジル；3GeV）に続く、世界で4番目の低エミッタンス電子ビーム蓄積リングによる次世代放射光施設となる。施設は、国の主体であるQSTによって整備された直線の線型加速器とリング形の蓄積リングから構成される（図6）。線型加速器は、110mの長さで、3GeVで6GHz高周波加速により電子集団を光速近くまで加速する。加速された電子集団は周長349mの蓄積リングに蓄積される。光速近くまで加速した電子の集団を磁石で進行方向を曲げることで、制動を加え放射光を発生させる。光源となる電子集団を、低エミッタンスの（発散を小さくする）電子ビームとして蓄積することで、

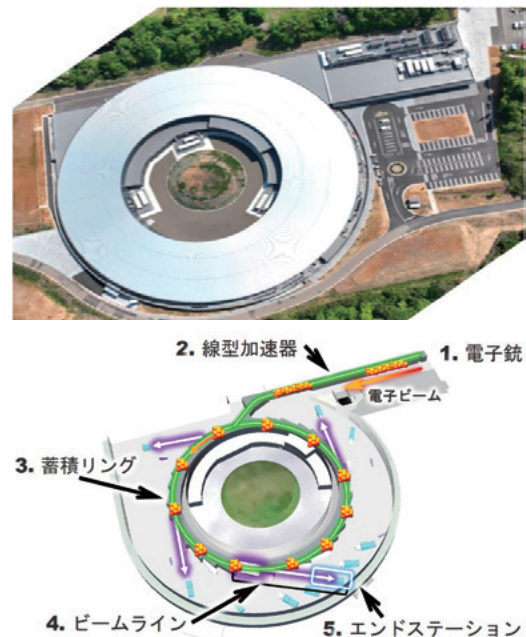


図6 ナノテラスの線型加速器、蓄積リング、ビームライン、エンドステーションの配置

発生する放射光ビームの輝度を高めることができる。

図7に、蓄積リングを構成するユニット（ラティス）を拡大して示した。このユニットが16個連結されてリングが構成されている。スプリングエイトでのR&Dを基に、偏向電磁石（64個）、四極、六極電磁石（それぞれ160個）からなるリングが

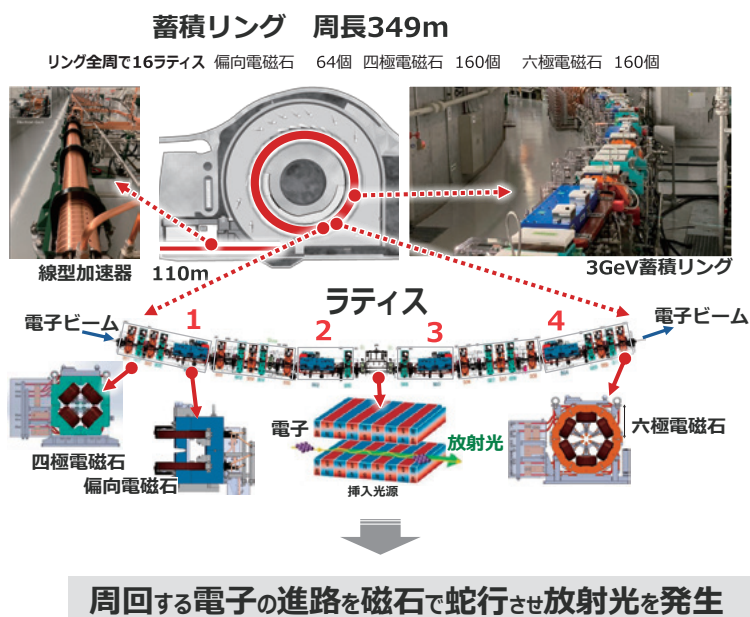
設計され設置された。それぞれ、電子ビームを曲げ、電子ビームの発散を防ぎ、安定な周回を確保するレンズのような役割を担う。ナノテラスの蓄積リングの特徴は、スプリングエイトがラティスに2個の偏向電磁石を有するのに対して、4個の偏向電磁石を配置していることである。スプリングエイトの電子ビームのエミッタンスは $2.4\text{nm} \cdot \text{rad}$ であるのに対して、ナノテラスは、半分以下の $1.1\text{nm} \cdot \text{rad}$ を実現する⁷⁾。図中の電子ビームの大きさが小さくなっているのがわかる。世界の多くの放射光施設は現世代型で、まだ、ラティスに有する偏向電磁石の数は2つである。しかし、APS (米国; 7GeV), SLS (スイス; 3GeV), SPring-8 II (日本; 6GeV) など、次世代型への改修および検討が世界中で急ピッチに進んでいる。電子ビームの低エミッタンス化が、第2章、第3章で示した「ナノの見え方」を変えるからである。

6. 多彩なビームラインのラインアップ

発生した放射光は、図6に示したビームライン、エンドステーションに導かれてさまざまな計測が行われる。ビームラインは最大28本まで建設が可能である。初期整備として、10本のビームラインを整備する⁸⁾。国側が3本の共用ビームライン(軟

X線), 地域パートナー側が7本のコアリションビームライン(軟X線3本, 硬X線4本)である。図8にその配置を、表1に、産学が活用するコアリションビームラインの特徴を整理した。

表1では、どのコアリションビームラインでどのエネルギー範囲の光が利用可能であることを示した。特定の元素の情報を得るためには、その吸収端のエネルギーの放射光を選択して計測をする。第2章で示した可視化はコアリションビームラインにあるBL10Uが選択できる。高いコヒーレンスと硫黄の情報を可視化するための 2.7keV の波長の光が利用できるからである。BL14Uでは、Fe, Co, Niのスピンの磁気構造を可視化することができる。図9にBL14Uの概要と市販のネオジム磁石の磁区の可視化の事例を示した。白黒像は軟X線吸収コントラスト像でFeがよく見えるエネルギーの軟X線を用いて走査イメージを観測したものである。鉄の含有量の多いところほど明るくなっている。カラー図は、放射光の円偏光の向きを変えた走査イメージから、磁極の分布を、青(N極), 赤(S極)で着色し、磁区の分布を 100nm の画素の分解能で観測(計測時間10分)したものである。現在、空間・時間分解能の向上が検討されている。ネオジム磁石の性能向上、サマリウム鉄系磁石、ボンド磁石などの次世代の永久磁石



NanoTerasu

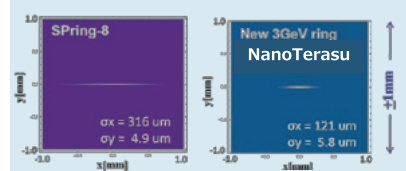
1ラティスに、4つの偏向電磁石を配置

SPring-8

1ラティスに、2つの偏向電磁石を配置

NanoTerasu

光源となる電子ビームが細い



輝度が最大100倍向上

図7 加速器の概要。Cバンド線型加速器と蓄積リングの様子。

※写真・図は量研機構の西森信行加速器グループリーダーより提供 (Proceedings of 13th Int. Particle Acc. Conf. (2022) pp2402-2406)

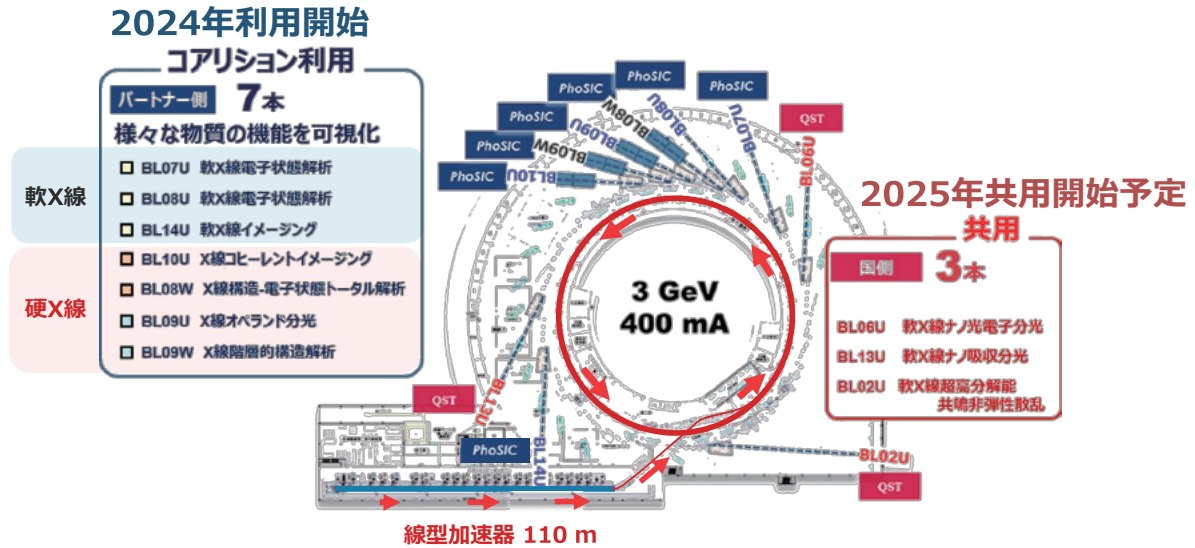


図8 初期整備の10本のビームライン

表1 コアリションビームラインの概要

7本のビームラインで、化学状態、電子状態、磁性、配向・凝集、歪み、分子構造、の可視化をカバー

BL No.	BL名称	挿入光源 エネルギー	主要装置	特徴
07U	軟X線電子状態解析	APPLE-EUV型 0.05~1.0 keV	軟X線発光分光 NanoESCA	デバイスや溶液を含む複雑系の電子状態や化学状態の分析
08U	軟X線オベラント分光	APPLE-SX型 0.18~2.0 keV	雰囲気光電子分光 軟X線吸収測定	固体の電子状態・化学状態のオベラント時空間マッピング、リアルタイム観察
08W	局所構造解析	MPW型 2.1~13 keV	メイン: X線吸収分光 ブランチ1(17.5keV): X線回折 ブランチ2(8keV): X線小角・広角散乱	原子配列・配位数(メインビームライン)の解析、結晶構造〜メソ構造の可視化(自動・リモート測定、ブランチビームライン)
09U	X線オベラント分光	IVU型 5~15 keV	硬X線光電子分光	バルク内部や埋もれた界面の化学状態
09W	階層構造	MPW型 約4.4~30 keV	白色X線CT 4D高速X線CT	X線CTによる内部構造の可視化
10U	X線コヒーレントイメージング	IVU型 2.1~15 keV	ハッチ1: マイクロ蛍光X線分析 ハッチ2: コヒーレント回折イメージング	10μmレベルの高感度元素分布解析 10nmレベルの高分解能可視化
14U	軟X線イメージング	Twin-Helical型 0.20~1.4 keV	走査型軟X線顕微鏡	ナノ構造の元素分布、磁性、ダイナミクスを含む高分解能分光イメージング

EUV (〜50eV) ~ 軟X線
 軟X線
 テンダーX線 ~ 硬X線
 硬X線

7本のコアリションBLの横断利用で、
EUV (50eV) ~ 硬X線 (約15keV) の単色光と、約5~30 keVの白色X線の利用が可能

の開発だけでなく、磁気情報デバイス、スピントロニクスの研究開発への応用も期待されており、4月9日の利用開始初日から企業・学術の活用が始まっている。

Fe, Co, NiだけでなくPdなどメタネーションのコア技術の開発に重要な元素が、軟X線、テンダーX線、双方でカバーできることもナノテラス

の可能性を高めている。BL07Uでは、Liを見るための光のエネルギーが選択できる。このBL07Uでは、軟X線による発光分光による、H₂OやOHの酸素の電子状態から水素結合の実体を観測し、界面水などの構造の問題に直接的な答えを与えることもできる。具体的には、水分子の酸素の電子構造を観測するために525eV付近の光を計測する。

詳細は他⁹⁾に譲るが、コアリションのメンバーとなった企業のフィージビリティスタディでの成果がきっかけとなり、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の患者を救うECMOの輸血チューブの血栓形成を阻害するという課題の解決に結実したという成果も挙げている。すでに、コアリションに参画を予定している多くの企業・学術から注目を集めている。BL08Uでは、雰囲気X線光電子分光法(AP-XPS)によるオペランド計測が可能となる。特に、測定可能な最大ガス圧を現状の1/10気圧から1気圧まで向上させ、これまで不可能であった触媒活性が低い反応などを計測可能にすることを目指している。触媒の化学状態やその表面に存在する反応中間体を特定し、工業的に重要なメタノール合成反応などの反応機構を解明することが期待されている。以上のように、コアリションBLの新しい活用が始まっている。詳細

については、PhoSIC窓口にお問い合わせいただきたい。

7. おわりに

図10の右図は、Web上にあるナノテラスの運転状況(4月17日14時)である¹⁰⁾。MBS Openとあるのは、Main Beam Shutter Openの略である。図では10本すべてのビームラインがMBS Openとなっている。4月9日より運転が行われ、3本の共用ビームライン、7本のビームラインすべてに光が供給されている。“ナノの見え方”を変えるには、低エミッタンス電子ビームによる高輝度化だけでは成し遂げられない。蓄積電流がほとんど変動しない、強度の変動がほとんどない安定な光源が必須である。そのことを、工期に遅れることなく、QSTは、SPring-8で磨き上げられた、電子ビー

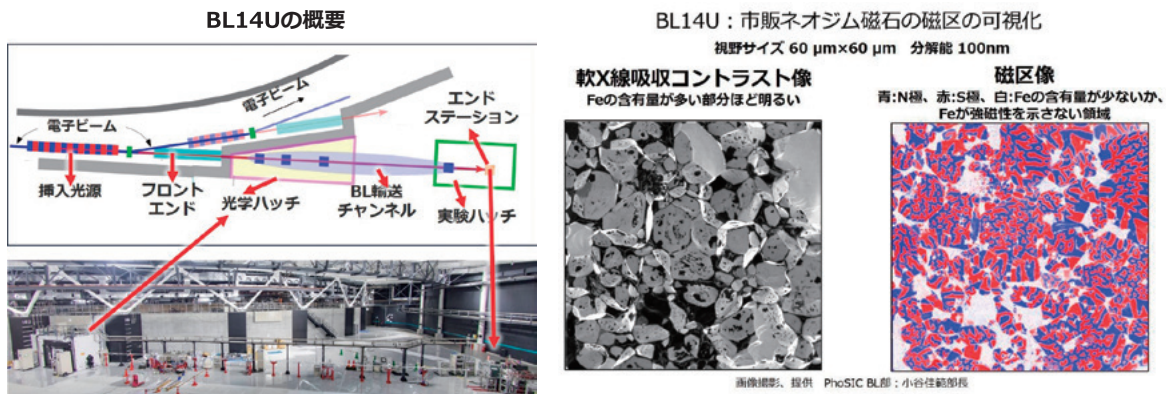


図9 BL14Uの概要と市販ネオジウム磁石のナノスケール可視化の事例

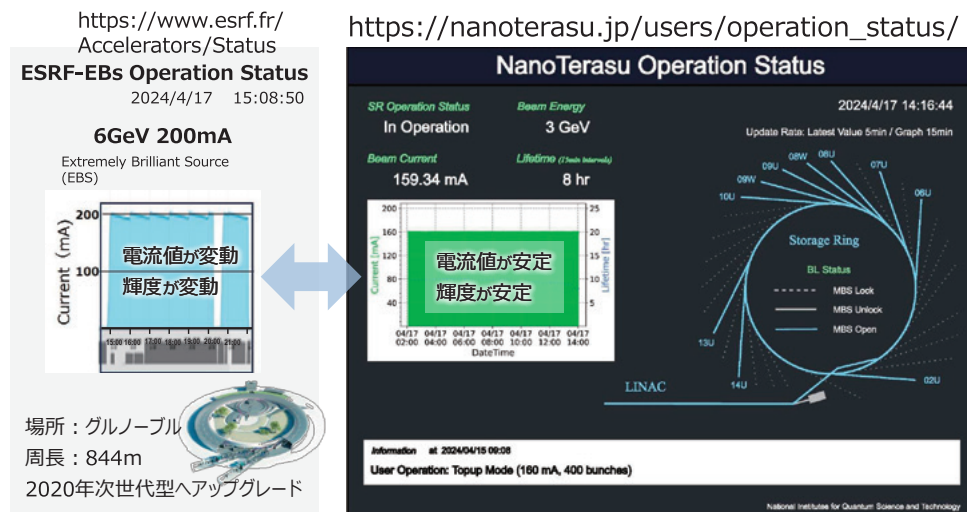


図10 ナノテラスの運転状況(4月17日14:16)と蓄積電流の安定性のESRF(EU)との比較

ムを蓄積リングに逐次入射する「トップアップ」運転で実現した。左図のESRFのほぼ同時刻の鋸の歯状の電流値の変動の状況と比較で、光源の安定性の秀逸さは明白である。ナノテラスが、世界的に信頼性の高い放射光計測で実現する次世代放射光施設であることの証左の一つであるといえる。PhoSICは予定通り2024年4月9日に、産学のコアリションメンバーの7本のBLでの実験開始を実現した。

以上述べてきたように、ナノテラスは、光源や計測のハード面だけでなく、産学共創による利用機会を拡大するコアリションや課題解決へ伴走する計測・計算融合などソフト面でもさまざまな仕組みを揃えている。これまで放射光施設を使ったことのない応用物理分野の学術、産業界の皆さま方にも、是非ご活用いただきたい。ニチアス(株)にも2024年3月からコアリションに参画いただいた。今後、同社の研究開発の成果につながることを期待する。第3期戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の課題「サーキュラーエコノミーシステムの構築」(担当研究推進法人ERCA)での活用も、図1の青葉山ユニバースに拠点を置き、東北大学グリーンクロステック研究センターによるBL08Wの活用で本格的な活動が始まった¹¹⁾。再生プラスチックの循環性向上のための品質分析データバンクの構築である。その他の産学のプロジェクトによる活用の検討も始まっている。ご興味のある方は、筆者ならびにPhoSIC窓口まで是非ご連絡をお願いしたい。

謝 辞

本技術レポートを纏めるにあたり、ナノテラスの建設、運用開始に御尽力いただいた、QST、PhoSIC、宮城県、仙台市、東北大学、東北経済連合会、理化学研究所放射光科学研究センター、(公財)高輝度光科学研究センター(JASRI)の関

係者の皆さまおよび、東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター(SRIS)¹²⁾、東北地域の経済界をはじめとする関係者の皆さま、コアリションメンバーの企業、学術の皆さまに心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) <https://www.nanoterasu.jp/>, 応用物理第93巻第1号p5-11(2024), 放射光Vol.37, No.2, p60-68 (2024)
- 2) <https://www.erca.go.jp/erca/sip/ce.html>
- 3) M.Abe, F.Kaneko, N.Ishiguro, T.Kubo, F.Chujo, Y.Tamenori, H.Kishimoto, Y. Takahashi, J. Phys. Chem. C 126, p14047 (2022), SPring-8/SACLA 利用者情報 Volume 27, No.4 p336-341
- 4) M.Hirose, N.Ishiguro, K.Shimomura, H.Matsui, M.Tada, Y.Takahashi, Microscopy and Microanalysis, 24, p12 (2018)
- 5) M.Hirose, N.Ishiguro, K.Shimomura, D.-N.Nguyen, H.Matsui, H.C.Dam, M.Tada, Y.Takahashi COMMUNICATIONS CHEMISTRY, 2, p1 (2019)
- 6) <http://www.cosmic.plum.mech.tohoku.ac.jp/>
- 7) 西森信行, 渡部貴宏, 田中均, 表面と真空, 65, p560 (2022), N.Nishimori, Proc. 13th Int. Particle Acc. Conf. IPAC2022, Bangkok, p2402(JACoW Publishing), 放射光Vol.37, p69-84 (2024)
- 8) 放射光 Vol.37, p85-111 (2024)
- 9) 放射光 Vol.36, p92 (2023)
- 10) https://nanoterasu.jp/users/operation_status/
- 11) <https://www.ggi.tohoku.ac.jp/greenxtech/>
- 12) <https://sris.tohoku.ac.jp/>

筆者紹介



高田 昌樹

1959年広島県呉市出身。広島大学大学院理学研究科博士後期課程修了。理学博士。

専門分野は、放射光構造科学。1995年に世界で初めて金属内包フラレンの構造決定に成功した。

名古屋大学助手、島根大学助教授、名古屋大学助教授、高輝度光科学研究センター(JASRI/SPring-8)のグループリーダー、部門長、理化学研究所・放射光科学総合研究センター主任研究員、副センター長を経て、2015年より現職。産学連携スキーム「コアリション・コンセプト」を基に、東北大学青葉山新キャンパスでNanoTerasuの計画推進を行っている。

NanoTerasu（ナノテラス）を活用した ニチアスの創造型研究開発の展望

コアリション参画の経緯

巻頭で、PhoSIC 高田理事長より、NanoTerasu（以下、ナノテラス）紹介の寄稿をいただきました。ナノテラスは、日本の研究力強化と生産性向上に貢献することを期待して、共用制度と「コアリション」というユニークな産学共創の利用制度を組み込んで創設された世界最先端の施設です。国が共用促進のためのナノテラス法案を全会一致で承認し、シーズプッシュ（共用）とニーズプル（コアリション）という二つの役割の異なる利用制度が正式に生まれたのです。寄稿で紹介されているように、ナノテラスにはコアリションが推進する『見ただけでは終わらせない計測・計算の融合』により、このような国の研究力強化に期待する政策やナノテラスの能力に加え成果を生み出すしくみに共感し、弊社は2024年3月にコアリションへ参画いたしました。

弊社は、これまでも材料開発のツールとして、X線を利用する装置を含めさまざまな評価手法を有し研究開発に役立ってきました。ここにナノテラスが強力なツールとして加わります。また、施設の特徴であるコアリション“有志連合”のしくみを活用し、産学連携の新しい研究テーマを生み出していきたいと考えています。この二つの活動を組み合わせ、弊社の材料開発や新製品開発をより一層加速していく所存です。その成果を技術時報で紹介できることを、研究開発陣一同、楽しみにしております。

昨年11月にナノテラスを訪問し、稼働間際の設備を見学させていただき（図1）、2024年5月には早速実験を開始いたしました（図2）。高輝度放射光による高い分解能、その場観察、オペランド計測などの活用に取り組んでいきます。



図1 ナノテラス見学の様子



図2 ナノテラスでの実験

ニチアスの研究開発におけるナノテラスの活用構想

ナノテラスの高輝度放射光は軟X線の領域に強みを持ち、ソフトマテリアル、ゴム、CFRP等高分子複合材料の開発への活用が期待されています。高田理事長による寄稿にも、低燃費タイヤゴムの開発が例に挙げられています。弊社でも樹脂やゴムをはじめ、有機・無機の複合材などさまざまな材料からなる製品を扱っており、ナノテラスの強みとマッチングが期待できます。弊社の「断つ・保つ」®の基盤技術に基づく製品群へ、ナノテラスを活用することの期待を図3にまとめました。弊社製品は、さまざまな材料を複合し機能を発現している製品が多いため、材料分散や接着状態などを観察することで『ナノの見え方が研究開発を変える』を実践していきます。そうすることで、製品開発の迅速化のみならず、新たな開発へのアイデア創造を活発にしていきます。

ニチアスの6つの「断つ・保つ」® 技術	技術分類	分析，解析実施例
     	シール，耐食	・半導体ゴムの破壊挙動観察 ・破壊起点や破壊進展のメカニズム解明
	クリーン	・ふっ素樹脂の接着メカニズム解明 ・吸着有害物質の可視化
	断熱，耐火，防音・防振	・気体の熱伝導経路解析 ・固体のフォノン伝導経路解析 ・熱劣化挙動の解析

図3 「断つ・保つ」® の技術へのナノテラスの利用構想例

・ゴムOリング

ゴムOリングシール材は，昨今の半導体製造装置などでは使用環境が苛酷化しており，耐久性向上が常に求められています¹⁾。ナノテラスの活用により耐久性が向上する材料構造の研究や，劣化原因の解明などが期待できます（図4）。

・ふっ素樹脂フィルム

5G/6G 通信向けの高周波用 FCCL 材料として PTFE フィルムを開発しています²⁾。フィルムの表面や，他材料との接着界面の観察，PTFE とフィラーとの相互作用の解明にナノテラスの活用が期待できます（図5）。

・高性能断熱材

断熱材は，カーボンニュートラルや省エネ需要の高まりから，より一層の高性能化が期待されています³⁾。材料の断熱特性に影響する微細構造の観察や，使用中の熱による収縮や雰囲気ガスとの反応といった性能劣化機構の解明，さらに性能・品質の向上にも，ナノテラスの活用が新たなヒントを与えてくれると期待しております（図6）。



図4 半導体向けゴムシール材
TOMBO™ No.2670 ゴムOリング

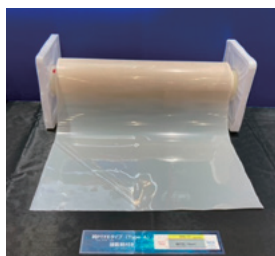


図5 高速通信用PTFEフィルム（開発中）

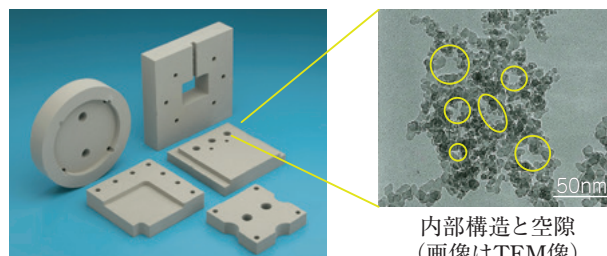


図6 低熱伝導率断熱材
TOMBO™ No.4350-GH
ロスリム® ボード GH

内部構造と空隙
（画像はTEM像）

謝

辞

高田理事長をはじめ東北大学 山田特任教授，仙台市には，弊社のコアリション加入にあたり大変お世話になり，ニチアスの研究開発をさらに発展・加速させる機会を提供いただいたことに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 「耐腐食ガス性・耐熱性 パーフルオロエラストマー TOMBO™ No.2670-BNX-E 「ゴムOリング プレイザー® ネクスト-E」」ニチアス技術時報No.393, p11-13
- 2) 「第5回5G通信技術展に出展」ニチアス技術時報No.399, p19, 「COMNEXTに出展」ニチアス技術時報No.403, p20
- 3) 「高強度低熱伝導率断熱材 TOMBO™ No.4350-GH 「ロスリム® ボード GH」」ニチアス技術時報No.373, p8-11, 「カーボンニュートラルに貢献する省エネ関連製品紹介とその効果的な使用方法」ニチアス技術時報No.401, p9-13

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

溶剤吸着用ハニクル

TOMBO™ No. 8800-HZ 「ハニクル® HZ-BO」

TOMBO™ No. 8804-HZ 「ハニクル® HZ-BX」

工業製品事業本部 環境製品技術開発部

1. はじめに

大気汚染は世界中で取り組まれている環境問題の一つであり、今なお社会が抱える大きな課題です。

光化学オキシダント (Ox), 浮遊粒子状物質 (SPM), 微小粒子状物質 (PM 2.5) は、呼吸器系を主とした健康被害を引き起こす大気汚染物質としてよく認知されていますが、これらの大気汚染物質が生成される原因の一つとして VOC (Volatile Organic Compound) が知られています。VOC とは、揮発性が高いことで大気中に気体として存在している有機化合物の総称であり、大気中で光化学反応を起こすことで、Ox, SPM, PM2.5 などの大気汚染物質が生成されます (図1)。このように、VOC は環境や私たちの健康に大きな影響を及ぼすため、世界各国で規制の動きが強まっています。

一方で、VOC の主な発生源である有機溶剤は塗料や印刷用インキ、接着剤などさまざまな化学

製品の製造で使用される有用性が高い化学物質でもあります。そのため、世界中の多くの企業が産業活動を行う過程で発生する VOC の排出抑制に取り組んでいます。

この取り組みの一環として多様な VOC 処理技術が実用化されております。その一つとしてゼオライトなどの多孔質吸着材を担持させたハニカム状のロータにより、VOC 含有排ガスを濃縮処理する技術があります。弊社では、従来より VOC 濃縮ロータとして「ハニクル® HZ」および、「ハニクル® HZ」をアッセンブリにより濃縮装置として組み上げた「ソルベントクリーン®」をそれぞれ市場に提供してきました (図2)。

VOC の主な発生源である有機溶剤がさまざまな製品の製造工程に必要不可欠であるため、VOC 濃縮処理装置が導入されている産業分野は塗装、液晶、印刷など多岐にわたります。半導体分野もその例外ではありません。例えば、半導体製造のリソグラフィ工程における前処理剤 (表面疎水化処理剤) として HMDS (ヘキサメチルジシラザン) が使用されています。リソグラフィ工程とは、感光性の物質 (フォトレジスト) を塗布し、露光、

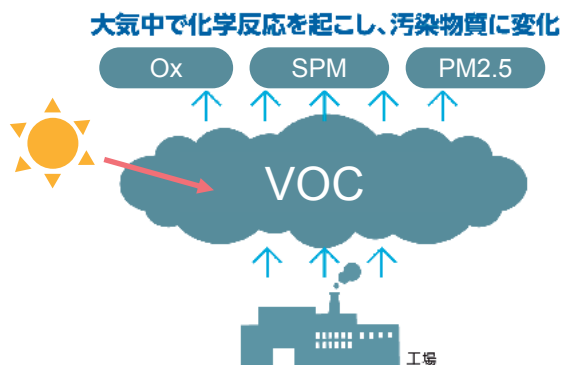


図1 大気汚染物質の生成過程

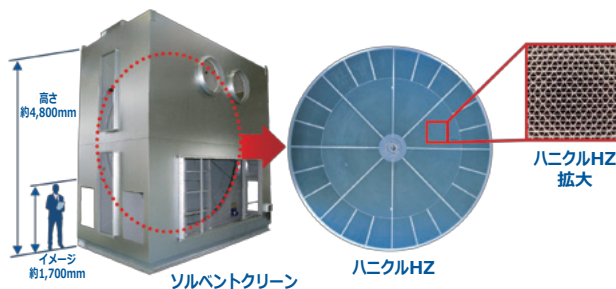


図2 「ソルベントクリーン®」の構成図

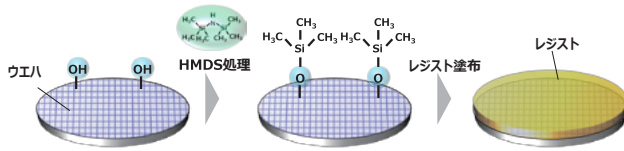


図3 HMDSによるウエハ表面の疎水化処理

現像してパターンを形成する技術のことで、写真の現像技術を応用した技術です。フォトリソを塗布する際、ウエハ表面が親水性だとフォトリソとの密着性が悪く、後工程で剥離不良を起こします。そこで、HMDSによりウエハ表面のシラノール基をトリメチルシリル基で置換することで表面を疎水化し、レジストとの密着性を上げています（図3）。また、洗浄剤としてIPA（イソプロピルアルコール）やエタノールなどのアルコール類も使用されております。これらVOCを含んだ排ガスの処理にもVOC濃縮処理装置が使用されております。

近年、半導体分野における市場要求は年々高まっており、半導体製造工場から発生するエタノールやHMDSなどのVOCを含んだ排ガスを高い除去性能で処理することが要求されます。こうした市場要求に応えるべく、弊社では、材料の配合を見直すことで、エタノールに有効なフィルターである「ハニクル® HZ-BO」と、HMDSに有効なフィルターである「ハニクル® HZ-BX」を開発いたしましたのでご紹介いたします。

2. 「ハニクル® HZ」の製品概要

2.1 VOC濃縮の基本システム

「ハニクル® HZ」のVOC濃縮処理の基本システムを図4に示します。

- ①吸着剤を担持したVOC濃縮ロータを処理（吸着）ゾーン、再生（濃縮）ゾーン、冷却ゾーンに区画した機構の中で回転させます。
- ②大風量の処理空気中に含まれる低濃度VOC含有排ガスは、処理ゾーンで吸着材に吸着除去され、浄化空気となって排気されます。
- ③VOC含有排ガスを吸着したロータは、回転して再生ゾーンに移り、小風量の加熱された熱風により、吸着したVOCが脱着し、高濃度に濃

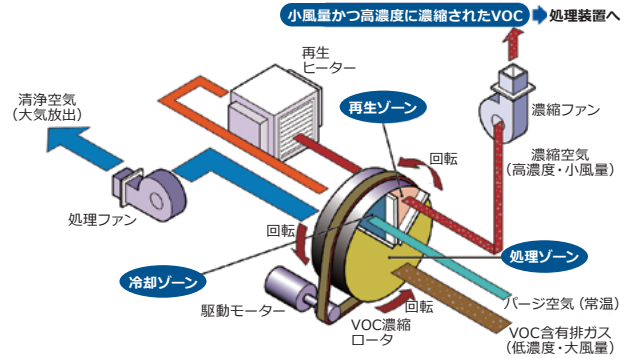


図4 VOC濃縮処理の基本システム

縮されたVOC含有排ガスとなって、処理装置に導入されます。

2.2 「ハニクル® HZ」の構成と特長

「ハニクル® HZ」は無機繊維ペーパーをコルゲート加工したハニカム構造体に、VOCを選択的に吸着する疎水性ゼオライトを弊社独自の技術により多量に担持することで、高いVOC吸着性能を発揮します。以下に特長を示します。

- ・連続回転再生法のため、バッチ式濃縮装置と比較して浄化効率の経時変化が少なく、連続して高い浄化性能を示します。
- ・無機材料で構成されているので燃えにくいです。
- ・多種のVOC濃縮処理が可能です。
- ・VOCを含有する排ガスを3～30倍まで濃縮することが可能です。
(一般的に爆発下限値の約1/4が濃縮できる限界の濃度とされております。)
- ・3.0m/s以上の大風量の排ガスでも安定した除去性能を発揮します。
- ・ハニカム構造体のため、圧力損失（＝通気抵抗）が低く、送風動力を抑えながら大風量の空気を処理できます。
- ・ロータ回転式は構造がシンプルのため、メンテナンスが容易です。

3. 新製品「ハニクル® HZ-BO」と「ハニクル® HZ-BX」の特長

新製品「ハニクル® HZ-BO」と「ハニクル® HZ-BX」はそれぞれ、半導体製造工程に特有の

VOCが含まれた排ガスに対して有効な製品となっております。

「ハニクル® HZ-BO」はエタノールに対して、「ハニクル® HZ-BX」はHMDSに対してそれぞれ高いVOC除去性能を発揮できるように設計されております（表1）。材料選定ならびに各材料の構成比率を見直すことで、VOC除去性能の向上（当社比）を実現させました。

3.1 「ハニクル® HZ-BO」のVOC除去性能

弊社従来品と「ハニクル® HZ-BO」のVOC除去性能を実測値を基に試算して図5に示しています。「ハニクル® HZ-BO」はエタノールに有効な製品であり、排ガス中のエタノール含有率に対するVOC除去性能を比較しております。弊社従来品では、エタノール含有率の上昇に伴いVOC除去性能が低下しているのに対して、「ハニクル® HZ-BO」は高いVOC除去性能を維持しております。

表1 VOC適応リスト

VOC製品 品種	対応VOC（分子サイズ順）				
	小				大
	エタノール	IPA	酢酸エチル	トルエン	HMDS
従来品 HZ-BM	○	◎	◎	◎	×
新製品 HZ-BO	◎	◎	◎	○	×
新製品 HZ-BX	○	◎	◎	◎	◎

VOC除去性能…◎：良 ○：可 ×：不可

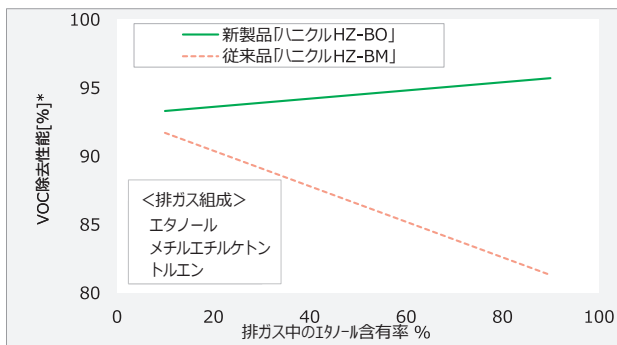


図5 エタノール含有率とVOC除去性能の関係

* VOC除去性能 = $\{1 - (\text{浄化空気のVOC濃度}) / (\text{排ガスのVOC濃度})\} \times 100 [\%]$

3.2 「ハニクル® HZ-BX」のVOC除去性能

「ハニクル® HZ-BX」は半導体製造工程で使用される疎水化処理剤HMDSに有効な製品であるため、排ガス中のHMDS含有率に対するVOC除去性能を実測値を基に試算しております（図6）。HMDSはエタノールなどの洗浄剤と比べて排ガス中に含まれる割合は少なくなるため、HMDS含有率は20%以下でVOC除去性能を評価しています。グラフより「ハニクル® HZ-BX」はHMDSの含有率に依らず、弊社従来品と比較してVOC除去性能が大幅に向上していることが分かります。

VOC除去性能が向上すると以下のようなメリットがあります。

3.3 VOC除去性能の向上によるメリット

・ロータのサイズダウン

一般に、排ガスの条件が厳しい（高温、高濃度、大風量など）場合、VOC除去性能が低下してしまうためφ4200～φ4500mmといった大きなロータを使用することがあります。こうした大口径ロータは高価であり広い設置スペースを要するため、お客さまの負担が増えてしまいます。一方で、VOC除去性能が上がることで、前述した厳しい排ガス条件でもロータサイズを大きくする必要がなくなるため、コスト削減や省スペース化につながります。

・VOCガスをさらに高濃縮

前項2.1でご説明したとおり、「ハニクル® HZ」製品は大風量・低濃度のVOCガスを小風量・高濃度に濃縮する製品になります。VOCガスが

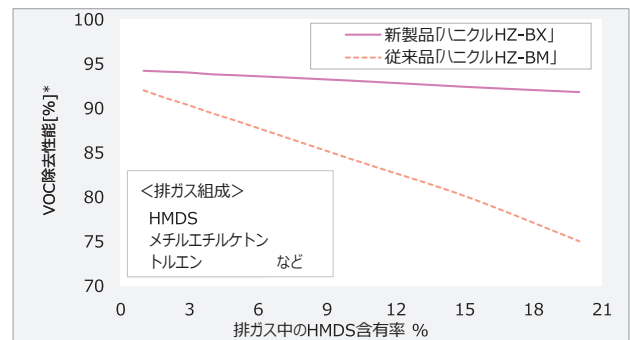


図6 HMDS含有率とVOC除去性能の関係

* VOC除去性能 = $\{1 - (\text{浄化空気のVOC濃度}) / (\text{排ガスのVOC濃度})\} \times 100 [\%]$

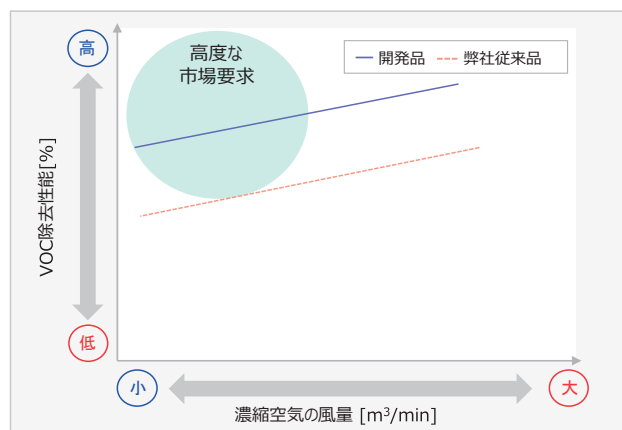


図7 濃縮空気の風量とVOC除去性能の関係

小風量に濃縮されることで、後段設備である燃焼処理装置を小型化することができ、燃費削減による省エネやコストメリットにつながります。より小風量に濃縮するほど省エネ効果やコストメリットが大きくなります。一方で、図7のように濃縮空気の小風量化とVOC除去性能は、トレードオフな関係にあります。圧縮空気を小風量化すると、脱着時に使用する熱風の風量が少なくなるため、VOCを十分に脱着することができず、VOC除去性能が低下してしまいます。今回開発した「ハニクル® HZ-BO」ならびに「ハニクル® HZ-BX」は弊社従来品と比較してVOC除去性能が向上していますので、「高いVOC除去性能を維持しつつ高濃縮する」といった高度な市場要求にも応えることができます。

4. おわりに

本稿では半導体分野向けの2つの新製品「ハニクル® HZ-BO」および「ハニクル® HZ-BX」を紹介しました。本製品は、半導体製造工程に特徴的なVOCであるエタノールおよびHMDSを含んだ排ガス処理に対して高い有効性を持つ製品となっており、弊社従来品と比較してVOC除去性能が大幅に向上しています。そのため、VOC除去性能に対する高い要求はもちろん、コストダウン、省エネといったユーザー各位の幅広いご要望にもお応えすることができます。

今後ともお客さまのご要望にお応えできるよう、製品開発に努めていく所存です。ご意見ご要望等がございましたら、ぜひお聞かせください。

なお、本製品に関するお問い合わせは、工業製品事業本部 環境製品技術開発部までお願いいたします。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

「断つ・保つ」®で明るい未来へ

さまざまな地球環境負荷の低減が求められています。
私たちはいろいろなステージで、
安全で快適な暮らしを作り出す製品・サービスを提供します。
ニチアスは、そんな明るい未来の実現に貢献していきます。



ニチアス

巻付け耐火被覆貫通孔部用材料 TOMBO™ No.5520-SN「マキベエ® スリーブN」

建材事業本部 技術開発部

1. はじめに

密集した市街地の建物や商業施設、映画館といった不特定多数が利用する建物に関して、規模や施設用途に応じた耐火性能を有することが建築基準法によって定められております。鉄骨造の建物へ耐火性能を付与するためには、鉄骨造の主要構造部に対して耐火被覆材を施工します。

TOMBO™ No.5520「マキベエ®」（以下、マキベエ）は耐熱性の高い無機繊維をフェルト状に成型し、不織布等の表面材を施した巻付け耐火被覆材です。1996年のマキベエ販売開始以降、数多く採用いただく中で寄せられるご意見を基に製品開発を進めております。

鉄骨造の主要構造部の一つである梁については、電気、空調、給排水といった設備上必要な配管を通す目的で鋼材自体に貫通孔が設けられます。そのような貫通孔も、梁と一貫した耐火被覆が必要であり、貫通孔用の耐火被覆材料として、設備配管として使用されるスパイラルダクトを芯材として、周囲にマキベエを被覆固定したTOMBO™ No.5520-S「マキベエ® スリーブ」（以下、マキベエスリーブ）をラインアップしております。

マキベエスリーブについても2011年の販売開始以降、マキベエと同様に数多くご採用いただいております。

本稿では、従来のマキベエスリーブの芯材を変更することで「軽い・運びやすい・施工しやすい」をコンセプトに大幅リニューアルした、2024年5月より新しくラインアップするTOMBO™ No.5520-

SN「マキベエ® スリーブN」（以下、マキベエスリーブN）についてご紹介いたします。

2. 製品概要

マキベエスリーブN施工時の構造を図1に示します。鋼材の貫通孔部にマキベエスリーブNを設置し、その上から施工したマキベエに孔をあけることで、配管類を通すことができます。

マキベエスリーブNの製品概略を図2、製品外観を図3、4に示します。また、従来品のマキベエスリーブの製品概略を図5、製品外観を図6、7に示します。

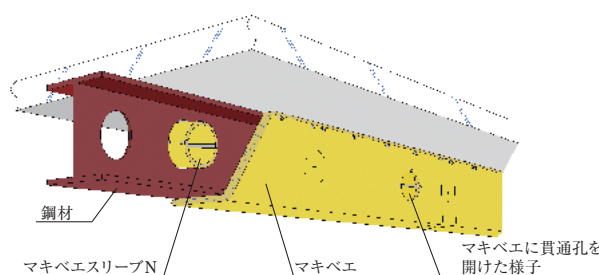


図1 マキベエスリーブN 施工時の概略図

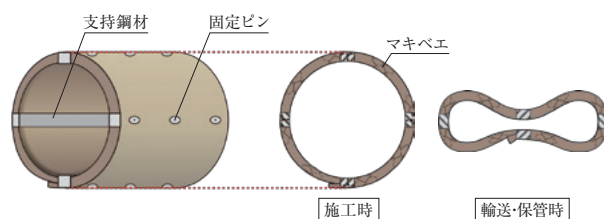


図2 マキベエスリーブN（新製品）



図3 マキベエスリーブN
(設置時)



図4 マキベエスリーブN
(梱包時)

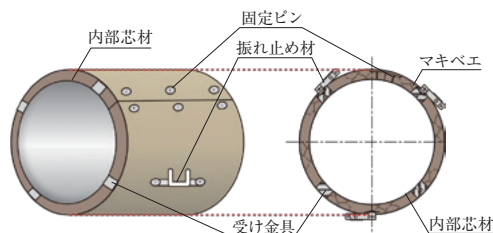


図5 マキベエスリーブ (従来品)



図6 マキベエスリーブ
(設置時)



図7 マキベエスリーブ
(保管時)

マキベエスリーブNは、マキベエスリーブの芯材を従来のスパイラルダクトから短冊状の支持鋼材を部分的に配置する構造に変更することで軽量化、また製品本体を折りたたむことが可能となり、運搬効率の向上および施工性の向上が期待できます。近年の建設労働者・輸送労働者の減少といった課題に対応すべく、耐火被覆工事・輸送関連の省人化に寄与すると同時に、CO₂排出削減効果も貢献できる新製品となっております。

マキベエスリーブNの製品仕様を表1に示します。マキベエスリーブNは標準仕様として、被覆材厚さ20、40mmの2種類と、高密度仕様として厚さ25、40mmの2種類をラインアップしております。梁の貫通孔寸法に合わせて設計し、マキベエの厚さを差し引いた寸法が製品内径となり、従来のマキベエスリーブ同様にご使用いただけます。

3. 特 長

マキベエスリーブNは、以下のような特長があります。

3.1 品質

従来のマキベエスリーブと同様に工場で生産され品質検査に合格したマキベエを使用しており、現場での加工、特別な道具無しで施工いただけるため、安定した品質確保が容易です。

3.2 低発じん性

芯材仕様の変更に伴い製品両面に表面材を施すことで、発じんを抑えております。従来品と同様に施工時の養生は不要であり、特殊な防護服等の着用も必要ありません。

3.3 軽量化

芯材を変更することで、使用する鋼材の量を削減し製品を軽量化しております。

外径と製品重量の試算を図8に示します。従来品比で最大70%程度の軽量化を実現しており、輸送・施工時の作業負担が軽減されております。

表1 マキベエスリーブNの製品仕様

マキベエ仕様	厚さ [mm]	密度 [kg/m ³]	貫通孔孔径 [mm]	製品内径 [mm]	梁幅（製品長さ） [mm]
標準仕様	20	80～120	150～500	100～450	200～450
	40	80～120	200～500	100～400	200～450
高密度仕様	25	100～140	150～500	100～450	200～450
	40	100～140	200～500	100～400	200～450

※本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

3.4 体積低減

芯材仕様の変更によって、製品形状の変形が容易になり、製品を折りたたんで梱包することが可能になります。梱包時の体積を比較すると最大80%程度の低減が可能となり（図9）、梱包・輸送効率の向上が期待できます。

3.5 納期短縮

スパイラルダクトのリードタイムが不要となり、従来品の1/2程度で納入可能となります。

4. 用 途

マキベエスリーブNは、従来品同様、耐火被覆材としてマキベエを使用している梁の貫通孔の耐火被覆材料として用いることができます。ただし、貫通孔部は単独の耐火認定ではなく、梁の周囲の耐火被覆材料と同材料、同密度、同厚みを確保することで梁の耐火性能を確保する仕様となります。

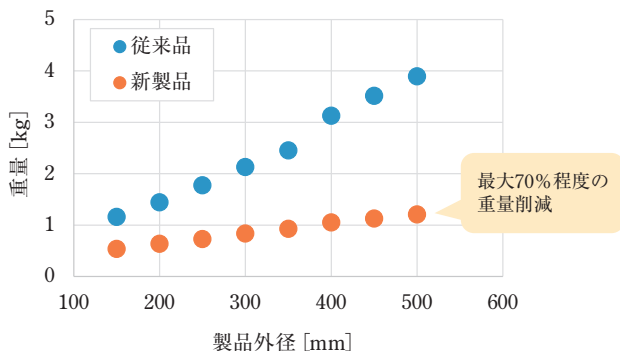


図8 製品重量の比較

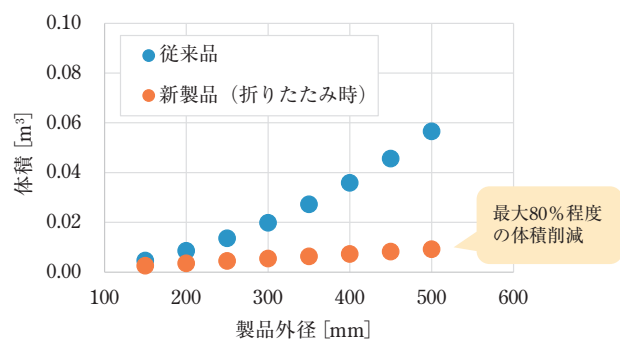


図9 梱包時の体積比較

5. 施 工 方 法

マキベエスリーブNの施工方法は以下の手順となります。

①仕様確認

マキベエスリーブNが梁に使用するマキベエと同厚さ同密度であること、および指定寸法であることを確認する。

②マキベエスリーブN挿入

マキベエスリーブNを折りたたんで、鉄骨の貫通孔に挿入後、円形に広げて、スリーブ中央の固定ピンが鉄骨ウェブに接するように配置する（図10, 11）。

③設置後目視確認

支持鋼材が上下左右対称に十字状となり、梁のウェブに設置されていることを目視にて確認する（図12）。



図10



図11



図12



図13



図14



図15

④梁部のマキベエ施工

梁部のマキベエを施工した後スリーブの内径に沿って切り抜く（図13）。

⑤マキベエスリーブNの固定

スリーブの支持鋼材を確認し、内部の支持鋼材を梁のウェブに押し当てながら電気溶接を行う（図14、15）。

6. お わ り に

本稿でご紹介したとおり、マキベエスリーブNは、お客さまのご要望や時代のニーズに応えるべく生まれた新製品となります。建設労働者数が減少の一途を辿る中、耐火被覆工事についても省力化が求められています。また2024年問題による運送費用の高騰も懸念されています。マキベエ

スリーブNはそのような状況の改善に寄与できる製品と考えております。これを機に新たにマキベエを知っていただき、過去採用いただいたお客さまには、再度採用しやすい製品となれば幸いです。巻付け耐火被覆材料マキベエは建築物のさまざまな状況に合わせて使用いただける将来性をもった製品です。今後もお客さまのニーズにお応えし、新たな機能性に富んだ製品を開発していく所存です。忌憚のないご意見・ご要望をいただければ幸いです。なお、本製品に関するお問い合わせは、建材事業本部 技術開発部までお願いいたします。

*「TOMBO」はニチアス(株)の登録商標または商標です。

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

*本稿の測定値は参考値であり、保証値ではございません。

ニチアスの建材製品は、
人と環境の調和をめざし、
安心・安全・快適を
提供しています。

断熱材 ■ 耐火被覆材 ■ 煙突材 ■ 内装材 ■ 化粧板 ■ フリーアクセスフロア ■ その他

ニチアス



ENEX2024 第48回地球環境とエネルギーの調和展に出展

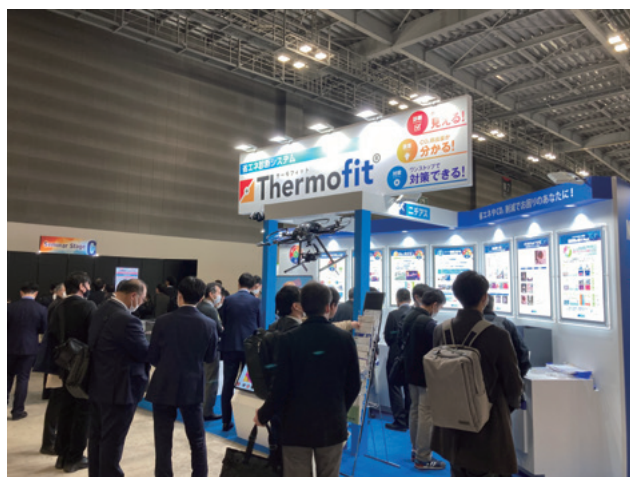
2024年1月31日～2月2日に東京ビッグサイトにて開催された「ENEX2024 第48回地球環境とエネルギーの調和展」に出展しました。

本展示会は、産官学連携による「省エネ・再エネで実現するカーボンニュートラル」をコンセプトとした国内唯一の総合省エネルギー展です。

展示ブースでは、熱を「断つ・保つ」® 技術の「Thermofit®（ニチアスの省エネ診断システム）」を中心に、実際の熱診断で使用するサーモグラフィによる画像やドローンをはじめ、省エネ貢献断熱材を展示しました。

「パイロジェル™ XTE」を用いた「増し保温® 工法」について理解を深めていただくため、オリジナルモックアップの展示を行いました。多くの来場者に、「パイロジェル™ XTE」の優れた水蒸気透過性、撥水性を体感いただき、ニチアス独自の施工法「増し保温® 工法」について興味をもっていただけました。

開催期間中、延べ500名を超える方が弊社ブースにお立ち寄りいただきました。お越しいただいたみなさまには厚く御礼申し上げます。



〈パイロジェル(右側)の水蒸気透過性・撥水性確認実験のデモンストレーション〉

*®が付されている名称はニチアス(株)の登録商標です。

*「パイロジェル」はAspen Aerogels, Inc.の製品で同社の商標です。

「ニチアス技術時報」 バックナンバー

No.405 2024/2号



- 〈製品・サービス紹介〉 「Thermofit®」省エネ診断システムの概要と事例紹介
- 〈製品・サービス紹介〉 電気加熱（ヒートトレース）システムの紹介
- 〈製品・サービス紹介〉 リチウムイオン蓄電池保管用耐火クロス
TOMBO™ No.8300「耐火クロス」
- 〈技術レポート〉 金属保温材の断熱設計手法の紹介

No.404 2024/1号



- 〈巻頭言〉 新年雑感
- 〈新製品紹介〉 TOMBO™ No.6485「ニチアス NOA フロア®」新製品の紹介
～軽量で環境負荷の小さい新たなフロアパネル～
- 〈新製品紹介〉 溶融アルミ用不定形断熱材
TOMBO™ No.4722-R「ルミキャスト® R」
- 〈技術レポート〉 TOMBO™ No.1891-NM
「カンプロファイルガasket -NM」の増し締め有効性評価

No.403 2023/4号



- 〈寄稿〉 液体水素実験施設の構築と最近の研究成果
- 〈製品紹介〉 金属キャスク用金属ガasket
TOMBO™ No.NU1855「ナフシル®」
- 〈共同研究〉 繊維系防音材の吸音特性に関する温度依存性を
考慮した繊維度の最適設計に関する研究
- 〈技術レポート〉 「断つ・保つ」® 技術を支える分析
～ニチアスの保有する分析技術の概要～

No.402 2023/3号



- 〈寄稿〉 低放射折板屋根の紹介
－ 工場・倉庫内での熱中症を防ぐ遮熱屋根材 －
- 〈新製品紹介〉 産業用除湿ロータ
TOMBO™ No.8800-EX-SG「ハニクル® EX-SG」
- 〈技術レポート〉 示差走査熱量測定法による断熱材の比熱容量測定について

バックナンバーは当社のホームページ（<https://www.nichias.co.jp/>）でもご紹介しております。
次号 No.407 2024/4号は2024年10月発行予定です。

* 本号に記載のTMおよび®を付したものはニチアス(株)の商標または登録商標です。



ニチアス株式会社

<https://www.nichias.co.jp/>

お問合せは最寄りの営業拠点までお願いします。

【東日本地区】

北海道支店	TEL (0144) 38-7550
北上営業所	TEL (0197) 72-8020
仙台支店	TEL (022) 374-7141
日立営業所	TEL (0294) 22-4321
鹿島支店	TEL (0479) 46-1313
宇都宮営業所	TEL (028) 610-2820
高崎営業所	TEL (027) 386-2217
千葉支店	TEL (0436) 21-6341
東京支社	TEL (03) 4413-1191
横浜支店	TEL (045) 508-2531
神奈川支店	TEL (046) 262-5333
新潟営業所	TEL (025) 247-7710
山梨営業所	TEL (055) 260-6780

【中部地区】

富山営業所	TEL (076) 424-2688
若狭支店	TEL (0770) 24-2474
静岡営業所	TEL (054) 283-7321
浜松支店	TEL (053) 450-2200
名古屋支社	TEL (052) 611-9200
豊田支店	TEL (0565) 28-0519
四日市支店	TEL (059) 347-6230

【西日本地区】

京滋支店	TEL (0749) 26-0618
大阪支社	TEL (06) 6252-1371
堺営業所	TEL (072) 225-5801
神戸営業所	TEL (078) 381-6001
姫路支店	TEL (079) 289-3241
岡山支店	TEL (086) 424-8011
広島支店	TEL (082) 506-2202
宇部営業所	TEL (0836) 21-0111
徳山支店	TEL (0834) 31-4411
四国営業所	TEL (0897) 34-6111
北九州営業所	TEL (093) 621-8820
九州支社	TEL (092) 739-3621
長崎支店	TEL (095) 801-8722
熊本支店	TEL (096) 292-4035
大分営業所	TEL (097) 551-0237

本社 〒104-8555 東京都中央区八丁堀1-6-1

・基幹産業事業本部	TEL (03) 4413-1121
・工業製品事業本部	TEL (03) 4413-1131
・高機能製品事業本部	TEL (03) 4413-1141
・自動車部品事業本部	TEL (03) 4413-1151
・建材事業本部	TEL (03) 4413-1161

研究所

・鶴見 ・浜松

工場

・鶴見 ・王寺 ・羽島 ・袋井 ・結城

海外拠点

・インドネシア ・マレーシア ・シンガポール ・ベトナム
・タイ ・中国 ・インド ・チェコ ・メキシコ

⚠ カタログについてのご注意

本カタログを参照する場合、以下の点に注意してください。

- このカタログに記載の製品は、カタログに記載の用途をはじめとする一般的な用途での使用を意図しています。きわめて高度な品質・信頼性が要求され、本製品の不具合が直接人命に関わるような用途で使用される場合は、事前に必ず当社にご相談のうえ、お客様の責任で必要な対策を実施してください。
- 記載の物性値は、実際の使用環境や使用状況などにより変化しますので、あくまで目安としてご覧ください。
- 記載の内容は、製品単体での特性を表したものです。実際のご使用に際しては、必ず実条件での使用確認を行ったうえでご使用ください。
- 記載の内容は予告なく変更あるいは製造を中止することがあります。カタログの最新版を入手いただき内容をご確認ください。本カタログの発行時期は本頁に記載しております。当社ホームページのカタログダウンロードページにて最新版カタログの発行時期をご確認ください。なお、最新版ではないカタログの記載内容については保証致しかねますので、あらかじめご了承ください。
- 記載の規格、認定、法律などの条文は最新のものに準拠していない場合があります。
- 記載の情報について、複写、模倣、流用、転載などの著作権法によって保護されている権利を侵害する行為は固くお断りします。
- 記載の製品を使用したことにより、第三者の工業所有権に関わる問題が発生した場合、専ら当該製品

- に原因を有するもの以外につきましては、当社はその責任を負いませんので、あらかじめご了承ください。
- 記載されている製品のうち、外国為替及び外国貿易法にて規制される貨物の輸出、技術の提供に際しては、同法に基づく輸出許可が必要です。
- 当社は、当社製品に係る以下の損害については、一切の責任を負いませんのでご注意ください。
 - ・天災地変・災害および当社の責に帰すべからざる事故により生じた損害
 - ・当社以外の第三者による当社製品の改造・修理・その他の行為により生じた損害
 - ・お客様およびご使用者様の故意・過失ならびに当社製品の誤使用・異常条件下での使用により生じた損害
 - ・当該製品の使用条件・使用環境・使用期間等の諸条件を考慮した定期的な点検と適切な保守・メンテナンス・交換を怠ったことにより生じた損害
 - ・当社製品の使用または使用不能に起因して生じた間接損害（営業上の損害、逸失利益および機会損失などを含みます）
 - ・当社製品の出荷時の技術水準では予見不可能な事態により生じた損害
 - ・その他当社の責に帰すべからざる事由により生じた損害