NATIONAL II NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE





大転換の時代に 真に社会課題を解決できる材料開発とは

課題解決はNIMSのミッション

NIMSはその前身である金属材料技術研究所 (1956年設立) と無機材質研究所 (1966年設立)の時代から、物質・材料における国や産業界からの要請に応え続けてきた。その時代に合わせた研究成果として、世に出た材料も数多い。

高度経済成長期には、製造業、特に鉄鋼業が大きく社会を牽引した。昭和43年にGDP世界第二位となり、大量の高層建築物や道路構造物(橋梁、トンネルなど)が建設された。それを支えたのは高性能な鉄鋼・構造材料だ。これは超鉄鋼への研究につながり、強靭鋼、耐食鋼、耐熱鋼などの開発に至った。

また、発がん性を問題視されていたアスベストの代替材料として「チタン酸カリウム繊維」を開発。さらに、気相合成による人工ダイヤモンドは、切削工具だけでなく、スピーカー用振動版やワイドバンドギャップ半導体などに実用化されている。

「使われる材料」を基礎研究からつくり出す、というミッションはNIMSとなった2001年にはさらに発展・拡大し「環境、エネルギー、資源などに関する地球規模の課題解決のための物質・材料研究」を研究方針に掲げている。まさに、課題解決のための研究機関がNIMSなのだ。

NIMSはこのようにして 課題を解決してきた

NIMSには、研究の方向性が大きくふた つ掲げられている。

ひとつは「新しい研究分野の開拓」であ

る。これは、独創的な基礎・基盤研究により、 まったく新しい研究分野をつくりだすこと。も うひとつが「強い研究分野の一層の強化」 だ。今まで積み上げてきた研究から新物 質、新材料を生み出すことを目標としてお り、そのためにNIMSの持つ世界レベルの 設備、人材をフルに使って開発を推進する。

ひとつめの「新しい研究分野の開拓」に 挙げられている新規イノベーションの代表 的な例は、サイアロン蛍光体の開発だろう。



サイアロンは、はじめ自動車エンジンの耐熱材料として企業で研究がおこなわれてきた。しかし主要部品への検討が一巡して新規の研究対象が少なくなってきた。そこで、NIMSでは耐熱材料以外の物性が活かせる用途を考えて、蛍光体材料として開発を進めたところ、非常に良い結果がでた。当時、LEDの自然な白色を出すのにだれもが探していた赤色蛍光体として結実したのだ。いまではほとんどの白色LEDに使われ

ふたつめの「強い研究分野の一層の強化」には、たとえば耐熱材料が挙げられる。 超鉄鋼、超合金、超高温材料を研究してきたNIMSだからこそ、世界最高レベルの耐 熱特性を持つニッケル基単結晶超合金は 生まれた。航空機のジェットエンジンタービンブレードに採用されたこれら材料は、発電 用ガスタービンへの実装も進められている。 ほかにも数えきれないほどの材料が開発・ 実装され、社会課題を解決してきた。



超耐熱材料が採用された航空機エンジン

現代は大転換の時代 日本の産業構造も変革する

現代は大転換の時代といわれている。 世界中で気候変動や多様性など、SDGs に代表される問題が大きくなっており、対応 を迫られている。近代以降の価値観が行 き詰まりを見せる中、世界中のあちこちで 価値観の再考を求められている。

日本もまた、時代に即した産業構造の転換を求められている。特に気候問題を解決するカーボンニュートラルと、それに直面する自動車産業、IT関連企業は、日本の基幹産業だけに大きな転換点を迎えているといっていい。

まったなしのカーボンニュートラル

政府が最重要と位置づけるのがカーボンニュートラルの実現だ。2020年10月、日本

は2050年までに温室効果ガスの排出量を 実質ゼロにするという政策目標を掲げた。 また、2021年4月には、それまでの道筋と して、2030年に温室効果ガスを46%削減 (2013年度比) すると世界に宣言した。こ の目標はどちらも極めて高く、現状の政策と 地続きでは手が届かないといわれている。

この野心的な目標には、エネルギー・環境 政策だけではなく、科学技術のイノベーショ ンもより強く必要とされる。

NIMSは環境・エネルギーの材料分野で 貢献することを目指している。水素の液化 技術、次世代バッテリー、EV用モーターの 永久磁石、次世代太陽電池、熱電材料や触 媒、超伝導材料などだ。特に水素液化やポ ストリチウムイオン電池に力を入れている。



ジスプロシウムフリー磁石によるEV用モーター

世界が一変したコロナ禍 NIMSの医療現場への貢献

2020年は新型コロナウイルスに世界が翻弄された一年だった。その影響はまだ収束が見えない。

医療材料として、これまでNIMSでは有機材料による高性能手術用接着剤、人工骨などを世の中に送りだしてきた。たとえば

末梢神経の再生を促進する新たなナノファイバ~シートは現在治験に入っており、実用間近だ。蛍光バイオセンシング(→P.6)は、医療現場を支える最も新しい研究結果であり、新型コロナウイルスだけでなく、がんなどの素早い検出に期待が持てる。また、よりひろくウェルビーイングの考えから、スポーツ材料への貢献(→P.9)という側面もある。

来るべき将来に備える 災害対策

東日本大震災から10年。地震国である日本では常に建築物には地震対策が求められる。また、高度経済成長時代からすでに50年近く。老朽化した道路や橋などの構造物に対応する「国土強靭化」の必要性が増している。NIMSでは構造材料、金属材料の腐食への基礎研究を活かし、耐腐食性の鉄筋を開発。また、世界最高レベルでの耐久性を持ち、大規模地震時での高層ビルの揺れを吸収する制振ダンパー(→P.12)を開発した。さらに前述の超鉄鋼なども含め、これらは金属材料に関する様々な研究をしてきたNIMSならではの貢献である。

経済発展と課題解決の両立 「マテリアル戦略」とDX対応

これら課題解決を目指した研究を含む 物質・材料研究に重要性を増しているのが デジタルトランスフォーメーション、DXだ。 NIMSではビッグデータとAIによる材料科 学への適用を、その黎明期から行ってきた。 その知見を活かし、日本全国の大学、公共 機関、研究者の材料データを集約・共有するデータ中核拠点を構築する。

国では現在「マテリアル革新力」を強化し、「マテリアル革新力により、経済発展と社会課題解決が両立した持続可能な社会への転換を世界の先頭に立って取り組み、貢献していく国」を目指す『マテリアル戦略』を策定、新たな科学技術・イノベーション基本計画にも反映される。マテリアルズDXへの取り組みも、こうした「国の求める課題解決力の強化」にほかならない。

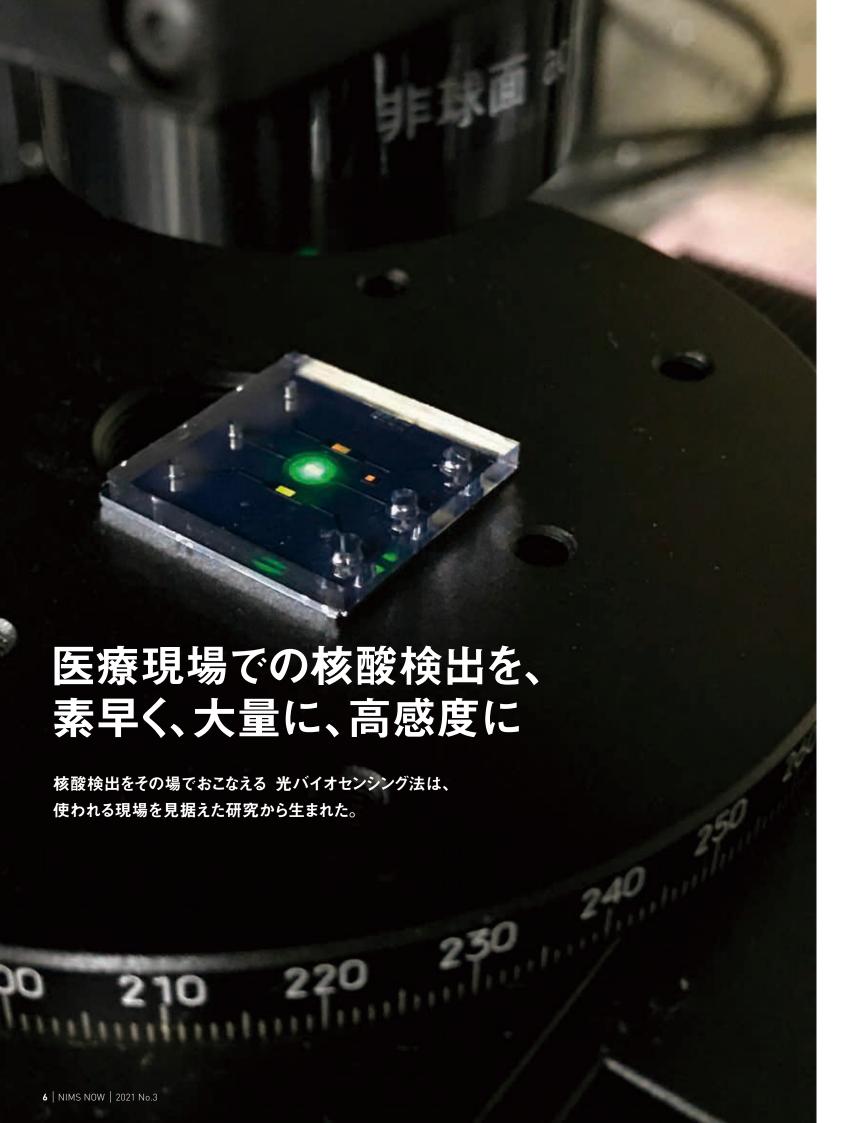
課題解決を根本からおこなう 基礎研究のあり方とは

時代は大きな変革を迎えており、解決すべき課題はより大きく、複雑で、スピードを求められる。社会課題は日本だけにとどまらず、気候変動やコロナのように、グローバルな問題への対応も迫られている。

NIMSはそうした社会課題を、より一層深く、根源的に応えられる力を持つ。なぜなら、長い歴史に裏付けられた知見、世界最先端レベルの設備、そして、研究者の飽くなき科学への探求心があるからだ。このどれもが欠けても課題は真に解決しない。基礎研究所であるNIMSならではの、一歩踏み込んだ課題解決が大転換の時代には必要なのだ。

(文:小森岳史)

4 | NIMS NOW | 2021 No.3 | NIMS NOW | **5**



健康と医療について、今ほど切実に、だれ もが考えている時代はないだろう。

今般の新型コロナウイルスのような未知 のウイルス検査の場合、感度とともに、早 さ、そして量が非常に重要になる。なるべく 早く、大量のウイルス検査を高感度でおこ なわなければならない。まさに、ふって沸い たような現代社会の喫緊の要請である。

この社会の要請に応える研究が今年発表された。光バイオセンサーで、核酸検出ができるというものだ。

核酸検出の新しいアイデア

新型コロナウイルス検査にしろ、ガンの遺伝子早期診断にしろ、現代の医療診断ではDNAやRNAの核酸がターゲットになる。遺伝子情報を含む核酸の構造がわかれば、診断がつく。

ガン診断などでは、次世代シーケンサー等での核酸検出が増えてきているが、高コスト・長時間運用が前提となるため、低コストで迅速な検出法、POCT(臨床現場即時検査)が求められている。新型コロナの検出法であるPCRも、検体ひとつひとつを検査が可能な場所に送っており、時間も人手もかかる。

一方で、検体にレーザー光をあてて、 ターゲットの核酸を光(蛍光)で検出す るのが、蛍光バイオセンシングだ。通常、核酸の量はごく少数であるため、蛍光を増強させる研究がおこなわれている。現在主流となっているのが、ホットスポット探索というやり方である。

ホットスポットというのは、共鳴電場が局 所的に巨大な値をとり、蛍光が増幅される ナノスポットである。しかし、そのホットスポッ トは非常に体積が小さく、ホットスポットの有 無の特定には、極めて専門的な技術が求め られてきた。

この蛍光バイオセンシングを、臨床の現場で、即時に行うことができるか? NIMSの岩長祐伸は、それに応える技術を開発した。

ターゲット核酸を 臨床現場で光らせる

「わたしはもともと、物理出身で、発光ダイナミクス現象の物性物理を研究していたんです。その後、人工的なナノ構造、つまり、メタマテリアルやメタ表面を考案して新しい機能を開発する研究をしていました。今回の蛍光バイオセンシングは、ふたつの研究を通ってきたからこそできたものだと思います」(岩長)。

岩長が開発したのは、ナノサイズの立方 体やナノロッドが集積したシリコン製メタ表 面だ(図1(a))。 このメタ表面基板上に、検体である血清などを流し、あらかじめ固定していた捕捉分子でターゲットを捕捉する。ターゲットと相補的な核酸配列に蛍光分子を修飾して、ターゲットと結合させる。これにより、ターゲット核酸があれば、強い蛍光を観測できる。

「ナノロッドにはターゲット核酸を捕まえる 捕捉分子を前もって化学修飾しておきま す。すると、ターゲットだけを捕捉できます。 ナノロッドに捕捉されたときには、その位置 によらずほぼ一様に蛍光が強く光ります。 これがホットスポットとの違いです。そのよ うに光らせるナノロッド集積表面を見出し た、ということです」。塗布する捕捉分子は ターゲットごとに変わる。ターゲットがガンで も、新型コロナウイルスでも同じやり方にな る。ナノロッド上での蛍光の強度は平坦な シリコンと比べて1000倍以上にもなる。

今回の研究は、アイデアを実現する、最初の一歩が特に難しかったという。「メタ表面で蛍光を何千倍にも増強させるというアイデアを、実際に発現できるメタ表面を見つけることが、一番ハードルが高くて難しかった。そのハードルを越えると、その派生であったり、類似からさまざまなバリエーションがでるんですが、最初の一歩ができないと、うまくいかなかったね、で終わってしまいます。後から考えると、成功するかどうかはごく低い確率でしたので、そこを突破でき

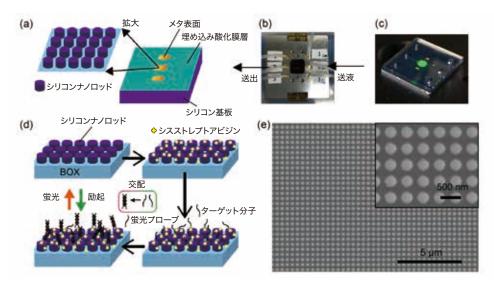


図1. メタ表面センサー: (a) シリコン製メタ表面構造の模式図(左上)とメタ表面基板の外観(右)。(b) 送液ホルダー。(c) 緑色の LED 光を照射されたメタ表面センサーチップ。(d) メタ表面上へのターゲット核酸の固定手順と検出配置。(e) メタ表面の電子顕微鏡像。 [M. Iwanaga, Biosensors 11, 33 (2021) から引用]

たことが大きかった」と、岩長は振り返る。

研究が使われる「現場」を重視する

重要なのは今回の蛍光センシングを臨床の現場で使うことが可能という点だ。「血清などを使って病原体の検査をおこなうことは、世の臨床現場では普通にやられていることです。ターゲットに合わせた試薬キットをつくっておけば、シリコン基板に試薬を塗布し、検体の血清を流すだけで、その場ですぐに光るかどうか、つまり、検査結果がわかる。最終的には、様々なターゲットに対して30分以内で結果が出るようにしたい」。

蛍光の強い弱いでターゲットが多く存在するか、少ないのかが一目でわかる。さらに、実際の血液に含まれるほかの分子や雑菌が混在していても、結果は変わらない。また、開発当初は金を使ったナノ構造をつくっていたというが、現場のコストのことを考え、シリコンのみで同じことができるようにした。つまり、どこまでも現場での臨床を重視した研究なのだ。

この技術は、前述のように新型コロナウイルスなどのウイルス検出にも役立つ。 岩長は、そうした社会ニーズと自分の研究とは良いマッチングだという。

「研究はさまざまなニーズに対しておこなうのはもちろん必要なことなのですが、自分の研究がニーズにマッチしているかというのはまた別の話です。水素製造が世の



Target type: US CDC 1000 fmol/mL

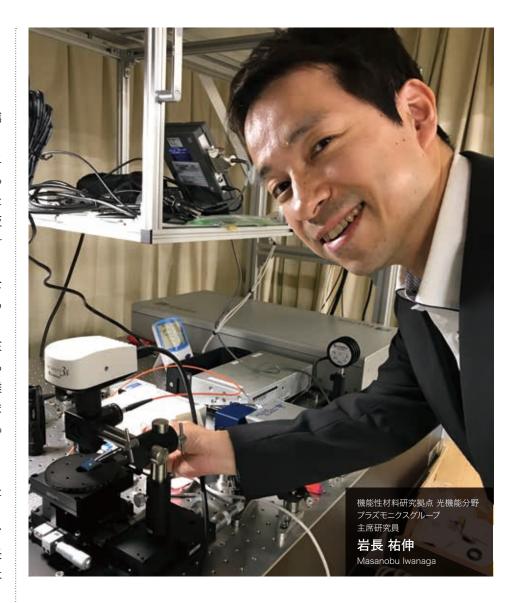


50 fmol/mL



2.5 fmol/mL

新型コロナウイルス核酸を検出した結果。センサー部分(長方形)のみが光っており、微量(2.5 fmol/mL)でも検出できる。 [M. Iwanaga, Biosensors 11, 33 (2021) から引用]



中に必要だといっても、自分の専門が有機 合成だったらマッチングは難しいでしょう ね。そういうことは普通に起きます。わた しの場合は、蛍光検出の感度が非常によく なり、バイオ系のセンシングがやりやすくな るという、シンプルな考え方です。自分の 研究を進めていたところ、ウイルス検出の ニーズが突然出てきた。運というか、タイミ ングなんでしょうね」。

今回の研究には、医療系の研究者などからすでに問い合わせがあるという。「技術としては、すぐにでも社会に出して、それこそ企業と連携して世に出したいですが、今までの検査方式からするとまったく新しいものになるので、少し時間がかかるかもしれませんね」。

バイオセンシングの蛍光増強といえば、前 述のホットスポット検出が研究者に広く流布 したアイデアとなっている。しかし、臨床の 現場が必須とする再現性を担保するためには極小のホットスポット探索よりも、一目でわかるメタ表面センサーが明らかに優れている。岩長が重視している、臨床現場で、素早く検出できる、今回の研究は近いうちに必ず必要となってくる。

「やり方がガラッと変わるようなことっていうのは、あり得ますからね。こっちのやり方の方が早くて簡単で、ぜんぜんいいね、って。さらに研究を重ねてもっといいデータを出し続けることで、こっちのやり方がいいということで、使い始める人が増えてくると確信しています」 そういって岩長は将来を見据えた。

(文:小森岳史)



8 | NIMS NOW | 2021 No.3



ソチオリンピックが終わると次には『ノルディックスキー複合という競技のために、スキー板と雪面の摩擦を研究してくれないか』と筑波大学から相談が来た。ノルディック複合とは、ジャンプとクロスカントリーを組み合わせた競技だ。スキー板の滑りが良くなれば当然タイムも向上する。いかにスキー板の表面の滑りをよくするのかが決め手となる。下田は、平昌オリンピック(2018年)に向けて研究をはじめた。

スキーワックスの 成分分析から見えたもの

スキー板にワックスを塗るのは、スキー板と雪との接着面の滑りをよくするためだ。しかし、レース中の滑りにより、ワックスは剥がれていく。長距離を滑るクロスカントリーのスキー板には何層もワックスを塗ることになる。『ベースワックス』のうえに『滑走ワックス』を三層から四層塗るのだ。しかも滑走

ワックスのうち、スタート時に雪面に接する 『トップワックス』 はスタートダッシュの為に 用いられ、滑り始めたらすぐに剥がれる。そ の次は長距離を滑るワックス、というように、 層によっても求められる性能は異なる。

「滑りは雪質や硬度、坂道か直線か、日なたか日陰か、などの環境に左右されます。つまり、コースの各箇所で求められるワックスの成分も異なる。どの成分が一番適しているのか、耐久性も考慮しなければなりません。スキーのワックスは何100種類もあり、それをすべて比較して、最終的に、それぞれの層に塗るワックスを決めなきゃならない」(下田)。

強豪国には、ワックスを選ぶための"ワックスマン"が10人ほどもいる。過去の経験をもとに、大会に最適なワックスを絞り込み、実際に様々なワックスを板に塗って何度も滑り、使用ワックスを絞る職人だ。日本チームにはワックスマンは2、3人しかおらず、チームでの引き抜きもある。下田はノルディック

複合日本チームの河野孝典へッドコーチから「ワックスマンのワックス選定のアルゴリズムを探すことと、実際にそれが本当に正しいのか、科学的に証明してほしい。そして平昌オリンピックでの使用ワックス候補をできる限り絞ってほしい」といわれた。

試合会場の環境を再現して ひたすら実験

「気温が高く雪が柔らかい時は雪から水が出ますが、その水がブレーキになって滑るスピードが落ちます。そういう場合は撥水すればよいので、ワックスにフッ素を加えて撥水性を高めてやればいい。しかし、気温が低い環境で氷のような硬い雪の上を滑る時にはどうすれば滑りやすくなるのか、今でもほとんど分かっていません。『(水が存在しない)氷の表面にある水分子が気体のように振る舞って、クルクルと回転することで滑る』という論文はありましたが、これも氷で

あって雪ではなく、結局自分で研究するしかない。(実際の競技環境では)雪が低温になればなるほど、ワックスも硬くする必要がある。加えて、『靭性(はがれにくさ)』と『吸着しないこと』。この3つの条件を念頭にワックスを研究・開発していきました。氷の結晶はもちろんH2〇ですが、〇と結合しない元素をワックスに加えるなどしていました。要するに、氷の結晶がクルクルと回転することを邪魔しない元素ですね」。

下田は、平昌オリンピックのプレ大会に同行した。気温や湿度、コースでの雪温を実際に測定、雪質(人工雪)もチェック。会場の環境は氷点下10度を下回る極寒で雪温は日陰では気温と同程度、日なたでは気温よりも数度近くも高くなることもあるなどの条件を念入りに調べる。

現地の人工雪を日本に持ち帰り、成分分析をおこない、平昌の人工雪とほぼ同じ雪を再現した。実験室内で試合会場の条件をつくりだし、雪温を変化させ、ひたすらワックスを塗ったスキー板を滑らせ、摩擦係数・硬度や耐久性のデータを取っていく。

得られたデータとワックス成分の相関を検討したところ、ワックスの摩擦係数と硬度は、フッ素含有率と温度によって変化することが分かった。さらに人工雪の硬度とワックスの硬度の組み合わせが耐久性向上の鍵となることも判明した。

ワックスが硬すぎると雪を削って抵抗になるため滑りが悪くなり、逆にワックスが柔らかすぎると雪によってワックスが削られて滑走性が悪くなる。温度と雪の硬さを考慮し、ワックスのフッ素含有率を調整することで、絶妙な硬さのバランスにすることが求められるのだ。下田はこれらの解析結果をもとに、自ら研究開発したものも含め、数100種類ものワックスの中から、競技当日の評価ワックスの目安を10数個までに絞った。

金銀を分ける 最後の1%を後押しするために

下田はワールドカップにも同行し、ワックスの知見を積み上げ、候補は10数個に絞られた。そして迎えた2018年2月。平昌オ



リンピックの個人ノーマルヒルで、渡部暁 斗選手はクロスカントリーで見事銀メダル を獲得した。

「オリンピックで銀メダリストになるのは大変な偉業だと思います。私が候補ワックスを絞ったことも多少好影響を与えていたらうれしいです」と控えめに下田は語る。

「スポーツの勝負を決めるのはアスリート

の努力が99%です。しかし、我々研究者が 材料特性を引き出すことで、1秒を縮めた り、1m遠くに飛ぶことに貢献し、金銀を分 ける最後の1%を後押ししたいと思ってい ます」。

最先端の材料研究は、今後もトップアス リートからの要請に力強く応えていく。 (文:清水 修 ACADEMIC GROOVE)



10 | NIMS NOW | 2021 No.3 | NIMS NOW | 11



12 | NIMS NOW | 2021 No.3

2021 No.3 | NIMS NOW | **13**

ガン1%前後、シリコン0.2~0.3%の組成が普通だったが、澤口の鉄系合金は、鉄にマンガン28%、シリコン6%、それにクロムを加えるのが標準で、マンガンの割合が高いため通常のラインではつくることが難しく、コストもかさんだ。

そこで、澤口は製造を担当する淡路マテリア、日本高周波鋼業からの「マンガン15%ならつくれる」という提案を受け、研究を進める。そこで開発したのが、マンガン15%にクロムとニッケルを添加し、さらにシリコン量を最適化することで強度、加工性、衝撃靭性、耐食性などの性能も改善し、電気炉溶解も可能とした新成分のFMS合金(Fe-15Mn-10Cr-8Ni-4Si、数字は質量%)だ。

「15%マンガンの実現までには紆余曲折があって、30%マンガンに立ち戻って金属の微細構造を研究していた時期もあります。いい耐疲労特性が出る成分調整が難しかった。合金自身の働きで形状回復するのではなく、外力(たとえば地震の揺り戻し)によって従属的に構造が元に戻る。ただし、その繰り返しによる金属疲労は非常に小さい。これは結晶構造の変化のメカニズムが解明できたから実現しました」と澤口は振り返る。

開発されたFMS合金は、2012年に製造試験に成功、2013年に国土交通大臣認定が下り、2015年、実用化第一段となるJPタワー名古屋に無事竣工された。

Aichi Sky Expoで求められたもの

JPタワー名古屋の次には、同じ愛知県の「Aichi Sky Expo」という国際展示場

に使われることが決まった。このとき、この FMS合金を構造体化するための異材溶接 と、大量生産するための連続鋳造が新た に開発された。

異材溶接とは、種類の異なる2つの合金を溶接し、ひとつの部材とすることだ。 Aichi Sky Expoの設計では、多くのブレース (筋交い)が用いられることが特徴で、その一部にブレース型FMS合金を用いた心材が使われることになったのだ。ブレース型FMS合金と建物本体のボルト接合部には、FMS合金に炭素鋼を接合して断面十字に補強するための異材溶接が行われた(P.12写真)。

「JPタワー名古屋で使われたFMS合金は、溶接材料の国土交通大臣認定まで時間がありませんでした。まずは第一号として実装を、という意気込みで造り、実際に組み込みがうまくいきました。同時に、これをもっと社会に広げていくためには課題があることも確かでした。そのひとつが、異材との溶接です」(澤口)。

つまり、JPタワー名古屋ではFMS合金は制振ダンパーの心材として他の部材とはボルトで締められて使われていた。大型の制振ダンパー以外ではボルト締めが困難な場合も多い。設計の自由度も担保するために、溶接は必要で、まずは異材との溶接を可能にしたのだ。異材溶接は以前からNIMS溶接・接合技術グループの中村照美を中心に研究を継続していたことだったが、2件目の採用に国土交通大臣認定が間にあい、使うことができた。

そしてもう一つが、連続鋳造だ。合金の 製造量が、今までの1回10トンから60トン まで連続してつくることができるようになっ



(a) 第一世代FMS合金の溶接組織 高温による割れが見える。(b) 第二世代FMS合金の溶接組織 同一条件でも割れが起こって

たのだ。淡路マテリアと日鉄ステンレスの 工業的な取り組みに、NIMSも評価面で 貢献している。

Aichi Sky Expoは2019年に無事竣工、日本で4番目に大きい60,000㎡の展示場として活用されている。

次世代FMS合金への課題 リンの偏在を制御する

次に研究チームが目指したのが、同材溶接だ。Aichi Sky Expoの異材溶接に対して、今度はFMS合金同士を溶接することに取り組んだ。同材溶接が容易になると、部材形状のバリエーションが格段に広くなり、設計の自由度が増す。また、特別な技術なく溶接できるようになれば、もちろんコストも下がってくる。

実は、FMS合金同士を溶接した場合、溶接の手法によっては合金の中に少量あるリンが偏在してしまう。それが異物となって、疲労亀裂が起こりやすくなり、寿命が短くなるという問題があった。

これまでは溶接技術者の腕によりカバー していたが、やはり広い社会への実装を考 えたときには取り除くべき課題である。

また、リンはなるべく低濃度になるように鋳造時に管理されてはいたが、溶接時に濃度が上がる。このリンの偏在をコントロールしなければ、この制振ダンパーは非常に限られた用途にのみ使われるようになってしまいかねない。

サンプルをイチからつくり、 データを取り直して求めた第二世代

澤口らはまず、FMS合金の疲労寿命がなぜ長いのか、その原子運動に着目し、その寿命予測の手法を開発した。

次に行ったのは、成分配合の全面的な見直しである。通常の鉄鋼材料において、同材溶接の「リンの偏在」を防ぐにはクロム(Cr)とニッケル(Ni)の配合比を調整することは知られていた。その調整はシェフラーの組織図*としてみることができ、今までさまざまな鉄鋼材料に用いられてきた。



JPタワー名古屋に使用されたFMS合金による制振ダンパー

しかし、FMS合金の配合はまったく新しいものだったため、シェフラー組織図はそのままでは役に立たないことが次第に明らかになった。

そこで、一から合金の配合を繰り返して 溶接を実際に行い、サンプルからパラメー タのデータを取り続けていった。配合、溶 接は中村のグループと行い、竹中工務店と も引き続き共同で研究を進めた。

そして3月、その配合比の調整についに 成功。重量比でクロムを1%増やし、ニッケ ルを0.5%減らすことで、従来のFMS合金 と同様の疲労耐久性を持ち、同材溶接時 にも疲労亀裂が起こらないことを確認。論 文として発表した。(P14、図参照)

従来の鉄、マンガン、シリコンだけではなく、クロム、ニッケルにまで成分配合を厳密に調整したものとして、フルリニューアルした意味を込め、「第二世代FMS合金」と命名された。

論文は反響を呼び、海外の、特にアジアの地震災害が頻発する地域からも問い合わせが来ているという。一方、2020年のJST「研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)産学協同[本格型]」にも採択され、注目と期待が集まっている。

基礎研究と社会実装 両輪あってこその完成度

社会に使ってもらえる材料に自身の基礎 研究が活かされる今回のケースは、幸運な 出会いだったと澤口は語る。

「学術的な探求と社会貢献、このふたつの柱が目指す方向性として自分の中にありました。特に、国土強靭化がさらに必要とされている中、構造材料として何を研究テーマにすべきか。その思いを抱きながら研究を続けていたとき、非常にそれにヒットするテーマに出会えたのだと思います。 疲労寿命に注目したこの研究は制振ダンパーという、エネルギーを吸収して、しかも壊れない、特別な設計思想を持っており、大地震から人命や財産を守るという意味でも、特別なテーマだと思います」。

そして、社会への普及の重要性も、より大きく感じているという。「実用化という形で (第一世代FMS合金を) 評価していただけたのですが、その普及ということになるとまた別の問題です。利益が出なければ新材料の普及はあり得ず、素材・プロセスのコスト課題は避けて通れません。経済、マーケットとの両立も絶えず考えていかなければいけないのでしょう。一方で、研究を発

展させるために、基礎的なメカニズムやサイエンスとしての理解も探究していかないと結果は出せません」。

研究はまだまだ続くという。より使いやすく、より耐久性を上げるために。「このFMS 合金の完成度をもっと上げていきたい。メカニズムの解明と社会への普及が両立するところにこの研究の最終形を描いています」(澤口)。

(文:小森岳史)



※シェフラーの組織図:溶接金属中のフェライト量を組織図より予測する手法のひとつ。母材や溶接金属の組成から生成元素を数値計算し、各組織図にあてはめて予測する。

14 | NIMS NOW | 2021 No.3

材料研究の旬な情報をいち早くお届け!

使える! メールマガジン

NIMSのメールマガジンをご存知ですか?

材料研究の最新ニュースはもちろん、スペシャル・コンテンツや研究ウラ話など、メルマ ガでしか手に入らない情報満載で配信中です! 一般公開やNIMS WEEKなど大型 イベント前には、いち早く耳寄り情報をお届け。材料研究の最先端をお楽しみください!



今月の一枚

材料ってキレイ、物理現象って不思議…… 科学の魅力を写真からご堪能ください。



nims.mailmag@fofa.jp

- ★定期配信号:毎月第二水曜日(月1回) ※諸事情により前後する場合があります。
- ★臨時増刊号:イベント前に随時

HOT TOPICS

読めば材料研究の最先端が丸わかり! 最新 ニュースやプレスリリース、イベント情報、公 開講座などなどNIMSのホットで役に立つ情 報をギュギュっとまとめてお伝えします。

リチウム空気電池の実用化に大きく釘礁! 充電電圧上昇の原因が明らかに

DEVICE

NIMS装置図鑑

マルチ回転曲げ疲労試験機

エアロゲル

板型の代名詞・うろこ昔のようなこの物体は「エアロゲル」。"闘体の誰"と呼ばれる

物質・材料研究の「使える!メールマガジン」

NIMS装置図鑑

装置は材料開発における縁の下の力持ち。世界に一つしかない装 置、その研究のためだけにカスタマイズされた装置、巨大でド迫力 な装置、何十年も愛用されている年季の入った装置——NIMSが誇 るさまざまな装置を、美しいビジュアルとともにお届けします。



トレンドの材料を分かりやすく解説するくいま、 この材料がアツい!〉、読者参加型イベントなど、 新規企画中!



景原回 ←バックナンバーはこちら

※第104号以降をご覧ください

オトナの科学本

本を通してサイエンスの世界にどっぷり浸って みませんか? といっても、難解な専門書では ありません。科学好きの知識欲をくすぐる一冊 を、NIMS広報部員が厳選してご紹介します。

※内容は月によって変わります





NIMS NOW vol.21 No.3 通巻188号 2021年8月発行

ISSN 2436-3502

古紙配合率 70% 再生紙を 使用しています

1270

国立研究開発法人物質・材料研究機構