

特集：産業素材部門における研究開発の方向性



常務取締役
アドバンストマテリアル事業本部長
佐橋 稔之

1. はじめに

産業素材部門は、当社5セグメントの中でも唯一市場別でなく、素材という当社側の製品分類によって纏められた部門であり、従い、各事業分野における顧客や市場、アプリケーション、それにに向けた研究開発の方向性には統一性が見出しづらい。

一方で、産業素材各部門それぞれで、素材、材質に特徴を持たせ、それを当社の優位性として他社との差別化を図ろうとする点や、その開発に後述する計算科学、機械学習等を用い、科学的かつ効率的な研究開発アプローチには共通性も見る事ができる。今回、産業素材特集発刊にあたり、素材にフォーカスを当てた各事業での開発の歴史と今後の方向性を簡単にご紹介する。

2. ハードメタル・切削工具用材料

ハードメタル（粉末合金）事業は長年切削工具を主用途として発展してきており、本事業における材料開発は、切

削工具材料の開発の歴史といっても良い。事業のスタートは、1920年代に欧州で開発された超硬合金を当社の線引きダイスに応用したことに始まる。この超硬合金は、タングステンカーバイド（WC）を硬質相としコバルト（Co）を結合相とした複合材料であり、耐摩耗性と耐欠損性のバランスに優れることから、むしろ市場の大きな切削工具用途として発展した。図1は工具用硬質材料の進化と開発方向性を、世に登場した年代を横軸に、工具寿命に直結する耐摩耗性を縦軸として簡単に表したものであるが、超硬合金の切削工具への適用は、それ以前の高速度鋼（ハイス）の時代からの流れを大きく変化させた。

図2は、この超硬工具、さらにコーティング開発における技術的変遷を示すが、1970年代の超硬母材表面の靱性を飛躍的に高めたエース層の開発とCVDによるTiC被覆は、技術的に大きなブレイクスルーとなった。その後、超硬母材は、鋼切削での高速化ニーズに合わせ、1990年代にZr含有母材、2020年に入り、高温強度に優れるNiCr結合相の採用により、最近ではインコネル^{※1}を代表とする耐熱合

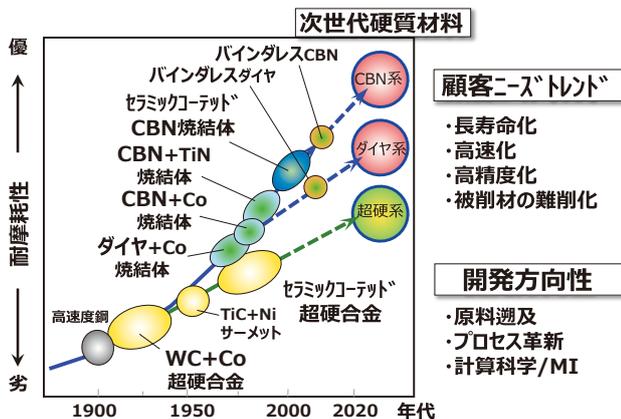


図1 工具用硬質材料の進化と開発方向性

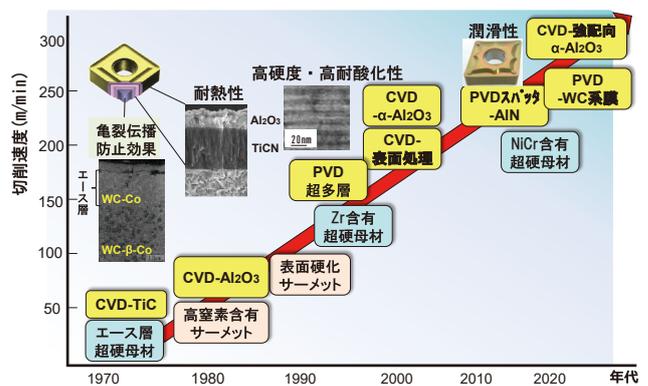


図2 超硬工具開発の歴史

金の高速加工までを実現させている。一方のコーティング技術は、CVD法と、PVD法それぞれに進化を遂げるが、最新トピックスとして、CVDでは α - Al_2O_3 膜の微細強配向技術による鉄系材料の高速化、PVDでは業界初となるWC系膜によるチタン合金の高速加工へと進化している。

また、1950年代の超高压技術による人工ダイヤモンド、1960年代のCBNの発明は、切削工具材料における重要な開発と言えよう。特に、当社にとっては、1970年代のCBNとTiNを主成分としたセラミックス結合材で焼結した世界初の低含有CBN焼結体の開発は、自動車業界他で焼入鋼研削加工の切削化、高能率化を実現させた。現在も使用環境に合わせた材料ラインナップを拡充し、各種セラミックスコーティングの適用により切削加工の高能率、高精度化を加速、牽引している。その後、2010年以降、結合材を一切含まないバインダレスのダイヤモンド/CBN焼結体が開発され、チタン合金や超硬合金等の非鉄系難削材への適用が進行中である。しかし、残念ながら、本質的な新硬質物質はCBN以降登場していない。今後は、原料に遡及した新材料開発や、製造プロセスの革新による組織制御技術等により、顧客ニーズを先取りした次世代硬質材料の開発が求められる。

3. 特殊線

特殊線の研究開発は1927年に始まり、現在の主力3製品のうち、ピアノ線に関しては、当時住友金属工業（現・日本製鉄株）と共同で開発を開始、1940年に納入開始とあるので、80年を超える歴史である。また、PC鋼線は1952年に、スチールコード（SC）は1969年に製造を開始している。特殊線も基本が炭素鋼線であり、その研究開発の歴史を一言で言えば、高強度化の歴史と言えるであろう。

最も歴史の古いピアノ線に端を発する精密ワイヤ事業の主力製品として、自動車用ばねに用いられるオイルテンパー（OT）線があるが、低燃費、軽量化のために、材料自体には高強度と高疲労強度が求められ、現在では疲労強度1500MPa級のものまで実用化されている。また、同じく自動車（タイヤ）用途が主流のSCでも、低燃費、操作安定性、耐久性向上の要求に対して、細径化（≒高強度化）、高耐食化を実現している。ただし、OT線、SC共に、自動車のEV/PHEV化、中国企業の進出など、将来的な市場の拡大がなかなか望めず、更なる用途開発、形状開発による差別化なども重要な課題である。

PC鋼線はコンクリートと一体となって使用される環境もあり、線材の強度そのものに加え、適度な伸びと韌性、高い疲労強度、また耐食性、耐久性も合わせて開発されてきた。高機能PC鋼材として、耐食性の高いエポキシ樹脂をPC鋼より線表面に被覆したECFストランド線や、更に光ファイバーを埋め込み、張力を計測できるようにしたものなどは当社の総合力を示した特徴ある製品となっている。

4. 焼結部品

焼結製品の始まりは、1948年の銅粉を用いた含油軸受けとあるが、その後、銅から鉄粉、家電から自動車用部品へと展開し、自動車の伸びとともに、エンジン部品、ドライブトレイン部品を中心に拡大を続け、結果的に自動車依存率が90%を超えるまでに至った。その特徴は、材料よりも、複雑形状の低コスト、量産実現性にあり、他の事業に比較すれば、材料開発よりも生産技術開発に資源が注がれてきた感が強い。しかし、俄にEV化が進展した現在、今後も残存する部品へのシフトや、様々な小型電動化に用いられるアキシアルモーター圧粉磁芯などの非車載部品への適用など、当に生き残りをかけた用途開発が喫緊の課題となっている。また、現在は購入品である原料に改めて遡及し、独自の金属材料やプロセス開発により新たな非鉄、機能部品の開発にも注力していく必要がある。

5. アライドマテリアル

最後にアライドマテリアル事業であるが、2000年にW（タングステン）、Mo（モリブデン）の粉末、板材をベースとする東京タングステン株とダイヤモンド材料をベースにダイス、砥石、切削工具を展開する大阪ダイヤモンド工業株とを合併、2003年には当社の放熱基板等の機能部品事業を統合した会社であり、その製品群はもとより、展開する市場も他の3事業に比較して極めてバラエティに富んでいる。従ってその研究開発の方向性も多岐にわたるが、今後の事業の発展を期待する一つとして熱マネージメント事業がある。もともとは放熱基板で培った放熱技術から、発熱、蓄熱など新たな熱制御技術に展開するもので、ここに当社独自の材料技術と多孔質金属材料他の材料設計技術も組み合わせ、熱エネルギーの最適活用を提案する。データセンタの大容量化、レーザー技術の進展他、今後益々この技術の必要性は高まるものと考えられる。

6. DXへの取り組み

シミュレーション技術と言えば、有限要素法による応力、変形他の可視化が代表例だが、近年、スパコン等の進化に伴い、各種動的現象に対して原子レベルの解析・可視化が可能である。特に硬質材料は一般に複合材料であるため、組成だけでなく、組織デザインや異種材料間の界面構造がその材料特性を決定する。最近では、第一原理計算により硬質相と結合相間の界面強度を高精度に計算し、原子分解能TEMで実際の界面構造を観察することで計算結果を検証する等、原子レベルでの解明に繋げる計算科学的アプローチが材料開発の大きな武器となりつつある。さらには、機械学習などの情報科学を用いたマテリアルインフォマティクス（MI）を、材料開発へ適用することにより、新規物質や新たなカテゴリーの材料の創成を多大な時間をかけるこ

となく実現できることが期待される。

7. おわりに

産業素材は、2030Vにも謳うように、インフラ・産業の発展を幅広くささえる事業分野であるが、同時に当社の大きな強みでもある。もちろん今回の特集では、材料をベースに形状、アプリケーション開発、GXに向けてのテーマも採用されている。産業素材分野のすそ野の広さとその深さを一部でも感じていただければ幸いである。

用語集

※1 インコネル

Ni基耐熱合金の一種でHuntington Alloys Corporationの登録商標。