信州から発進!熱処理・表面処理の総合技術でスピードと品質で価値をお届けします。
材料選定から、処理条件の最適化まで 用途・目的に応じた提案を致します。
新たな"力"を身につけ新登場!
DLC 金型から 高機能部品まで
滑り 硬さ 強さ
DV 金型 特殊工具など
全国各地、全ての金型をどこよりも早く!
ご連絡お待ちしております。
松山技研株式会社　URL http://www.matsuyama-giken.co.jp
〒386-0407 長野県上田市長瀬1077 TEL.0268-43-0771 FAX.0268-43-0772
No.1911-ISO 9001 No.E1113-ISO 14001　JAB CM002
ISO 9001／ISO 14001 認証取得

Diamond-Like Carbon
WPC処理がDLCを変える
不二WPCのDLCコーティング
第5回ものづくり日本大賞 優秀賞受賞
WPC processing changes DLC
株式会社 不二WPC
〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台4丁目1番83号
TEL:042-707-0776 / FAX:042-707-0779

DLC成膜技術と工業的応用

DLC国際標準化、いよいよ始動

ダイヤモンドとグラファイトの中間的性質をもつダイヤモンドライクカーボン（DLC）は硬度や耐摩耗性を母材に付加する成膜技術として、機械部品をはじめ、産業用途での利用が広がっている。ただ、産業界に寄与するDLCの国際規格などは準備段階にある。国際標準づくりに向け、先導する日本だが、一方で国益をかけた各国の標準化活動もし烈という。そこで、DLCの普及・推進団体で、日本案をベースに標準化に取り組むニューダイヤモンドフォーラム（NDF）のシュピンドラー千恵子DLC規格化委員会副委員長に、DLCの国際標準化をめぐる動向を解説してもらった。

ニューダイヤモンドフォーラム
DLC規格化委員会副委員長
シュピンドラー千恵子

世界に先駆け提案

経済産業省からDLCコーティング（ダイヤモンドライクカーボン）標準化事業の委託を受けた3年目の2012年2月に、ISO／TC107（金属および無機質皮膜）国際会議において、DLCの摩擦摩耗試験法が、第1号新規プロジェクト案として提案された。日本が初めて、新材料分野DLCに関する第1号案を世界に発信したのだ。一般社団法人ニューダイヤモンドフォーラム（NDF）では、このDLC国際標準化事業の国内委員会専門団体として、わが国がこの分野において国際的リーダーになるべく鋭意取り組んでいるところである。

この提案は世界に先駆けて発信したものであったので、ドイツは急いでエキスパートを招集し、英国も関心事のひとつとして反応はよく、結果的に昨年12月の投票で賛成11カ国、反対0、棄権8カ国により本案は承認され、摩擦摩耗試験法WGが結成された。

日独で標準化合戦

しかしながら、実は次の提案であるDLCの分類が本丸であった。なぜならば〝分類（定義）〟が基準作りの基礎であるからだ。DLCとはダイヤモンドとグラファイトの中間に位置する材料であり、その曖昧さの中で産業用途に合わせたベストな膜を生成することができる。自然界の中で最も固いといわれるダイヤモンドのsp³結合と、柔らかく滑らかなグラファイトのsp²結合の構造比率および水素含有量をコントロールして、あらゆる種類のDLC膜ができる。

左に添付の**分類図表案**は、国際的にはまだ決まっていない、日本が提案しているものである。背景には膜の分類が標準化されていないので、メーカーは用途に最適な膜を見いだすために、コーティングメーカーと何度も成膜にトライしている現状がある。当初、この分類提案はドイツと共同で行う予定だった。しかしドイツは「先の摩擦摩耗試験法案に賛成してあげたのだから、分類は譲ってくれ」と言ってきた。国益をかけ海外機関はしたたかだった。日本が火をつけて、DLC標準化合戦が始まった。協議の末、両国それぞれが提案することになった。ドイツの提案は、前述のsp²／sp³の結合比、水素含有量、密度などを測定して分類を定義づける学術的なもので、既存のドイツ国家規格VDI2840をISO（国際標準）化したい狙い。

しかしそれらを測定するのは研究所クラスでなければ現実的に不可能であり、民間企業が実施できるとは到底思えない。日本はドイツ案を尊重しつつ、アドバンテージがとれるような規格案にした。つまり、ドイツのVDI規格を参照し構造的な分類を前提としながら、産業界が分類しやすい光学的特性を用いた提案、いわばアドバンスド規格だ。

具体的には、分光エリプソメーターによって瞬時に非破壊で測定し膜の分類を測る方法なので、企業が自社内で簡単に実施でき、品質管理上にも有用である。我々の標準化の目的は、産業界が用途に応じた適切な膜を自らが識別し、DLCを利用しやすくすること、また、必要とされる膜のスペックが、世界中のコーティングメーカーによって再現できることなどの効果から、DLCの工業的活用のすそ野を広げることであるので、生きた標準化、使える規格でなければならない。

結局、両国の提案は融合して共同提案にすることになり、まさに今エキスパート協議に入ったところである。これから先、関係者にとっては目が離せない状況だ。そして、万能なDLC膜は生体的にも親和性があり医療機器への応用も広がることを考えると、この分野の標準化も将来必要となってくるだろう。

産業界が使いやすい規格

国益・競争力 確保に寄与

国家戦略

日本案をデファクトスタンダードとして国際規格化を推進する国際標準化活動は、産業界に利益を、つまりは国益をもたらすためであることは言うまでもない。しかしそれは、事業の競争力を高める手段にすぎず、ビジネスモデルなしに標準化は進められない。

日本の科学技術力は世界トップ3、出願件数は年間35万件で世界3位に入るのに、産業競争力は30位程度という。技術大国であって技術立国でないことを象徴している。

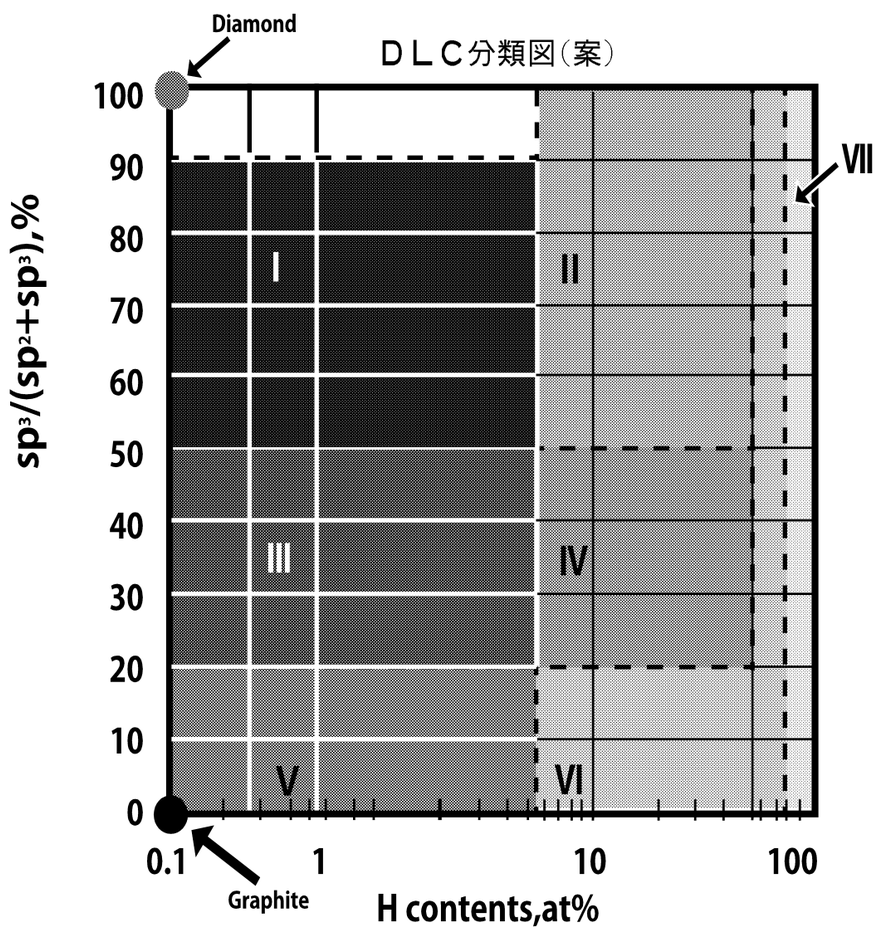
拡大欧州は27カ国をワン・スタンダードの欧州規格にまとめなければならない背景から、国際標準化には長い歴史がある。一方、後発の韓国、中国は昨今、標準化活動に強烈に勢いをかけて取り組んでいる。それは、どの国も国力増強のためである。ただ日本と違うのは、国家的戦略で大量の要員を教育し、重要課題としていることだ。標準化活動の専門人材を形成してこなかった日本は、近い将来、近隣の後発の国々に技術面も人材面も抜かれるかもしれない。今回のDLC規格化は成長産業における標準化推進であるため、国家戦略として動いている国にとっては、譲れないアイテムであることは間違いない。それが、日本、ドイツ、韓国であることが明確になってきた。

おわりに

標準化への道のりは日本工業規格（JIS）を制定し、国際規格へと提案するのが一般的だが、今回はダイレクトにISOに提案し、国際規格化のための時間節約を図ったので、産業界への啓発活動が十分でなく、国内メーカーへの認知度がまだ低いと思われる。よって海外に発信すると同時に、平行して国内企業に対して、情報公開や勉強会の準備を進めているところである。

技術と外交、この両輪でわが国のDLCを世界の標準にしたい。

参考文献（図表） 大竹尚登、平塚傑工、斉藤秀俊、『潤滑経済』No.555（2011）p36



DLC分類表（案）

TYPE	名称	sp³ 比率 (%)	水素含有量 (at%)
I	ta-C	50≦sp³≦90	H≦5
II	ta-C:H	50≦sp³≦100	5<H<50
III	a-C	20<sp³<50	H≦5
IV	a-C:H		5<H<50
V	GLC	0≦sp³≦20	0≦H≦5
VI	PLC	—	50≦H≦70 sp³<20 のとき 5≦H
VII	膜なし	—	70≦H

NANOTEC GROUP
私達は環境と医療に貢献し、人類の未来をささえます。
世界で実績のあるPVD&PECVD技術で
高機能薄膜の開発から量産まで
▲コーティング例
◀HPE 大量生産成膜装置
高機能薄膜CERTESS®（セルテス）シリーズ
（低摩擦、耐摩耗、耐腐食、絶縁、導電、装飾…）&
電磁波シールド膜PROCEM®（プロセム）
TSジャパン株式会社
千葉県柏市十余二572-61
TEL:04-7135-6777
E-mail:contact@ts-jp.net
URL:http://www. ts-jp.net/
DLCの国際標準化に貢献します
▲印刷用ロールへのコーティング例
▲ICF成膜装置
▲DLCの品質管理に最適!「DLC Analyzer」
DLCから進化した高機能膜ICFの装置開発・受託成膜から
薄膜の物性評価までトータルに対応致します。
ナノテック株式会社
千葉県柏市十余二572-6
TEL:04-7135-6111
FAX:04-7135-6126
URL:http://www.nanotec-jp.com/
バイオ・医療分野へのDLCコーティング
▼DLCコーティングしたマイクロ剪刀
▲DLCコーティングした縫合針
「試作」から「量産品」まで対応いたします。
生体適合性・抗菌性・耐摩耗性・耐久性の改善に
株式会社トッケン
千葉県柏市十余二572-61
TEL:04-7135-8247 FAX:04-7135-8248
URL:http://www.tokken.jp/