

冷間金型・切削工具・摺動部品向け

PVDコーティング

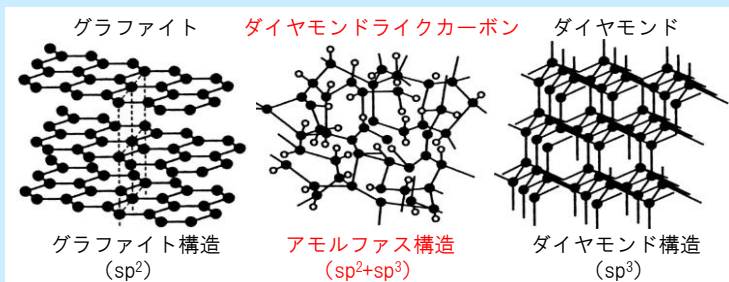
高硬度・低摩擦コーティング  
ダイヤモンドライクカーボン

DLCタイプ

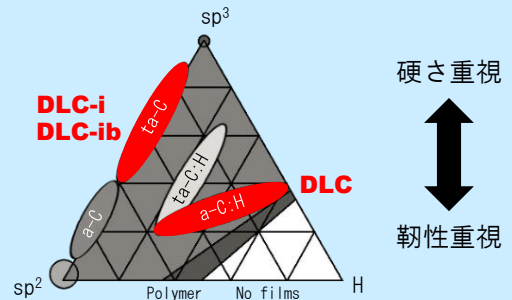
優れた耐摩耗性と圧倒的な低摩擦特性を兼ね備えた次世代DLCコーティングです。冷間成形金型や摺動部品に適した高密度なDLC、切削工具や高精度金型に適したDLC-i/DLC-ibをラインナップしています。

## ダイヤモンドライクカーボン

- DLCはダイヤモンドライクカーボンの略で、 $sp^2+sp^3$ 混成軌道結合した炭素を含むアモルファス炭素膜の総称です。
- 非常に高価なダイヤモンドに比べ、低コストで様々な材料の表面に生成することができます。

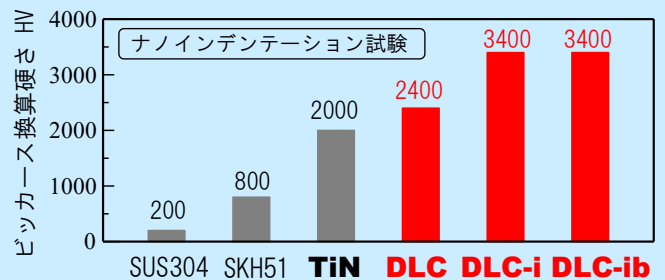


- 硬さと靱性をバランスさせたa-C:H構造 ⇒ **DLC**
- ダイヤモンドに迫る高密度なta-C構造 ⇒ **DLC-i**  
**DLC-ib**  
(テトラヘドラル水素フリーDLC)



## ダイヤモンドのように硬い

- ダイヤモンドライクカーボン（ダイヤモンドに近い特性の炭素）という名称からも、硬さは大きな特徴の一つです。
- $sp^3$ 結合を含む強固なアモルファス構造により、一般的なPVDコーティング（TiNやCrNなど）に比べ高い硬さを示します。
- 特に $sp^3$ 結合を多く含み、水素を含有しないDLC-i/DLC-ibは極めて高い硬さ（3400HV）を示します。
- ステンレスやハイス等の鋼材にDLCコーティング処理を行うことで、摩耗の進行を大幅に抑制できます。摺動部品や金型の耐久性が飛躍的に向上します。



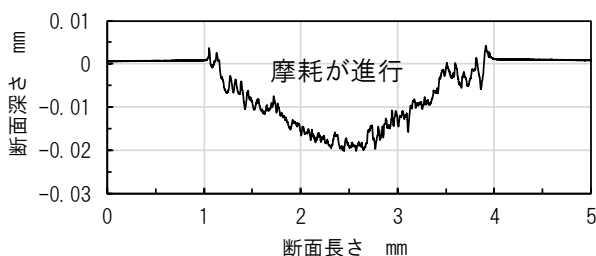
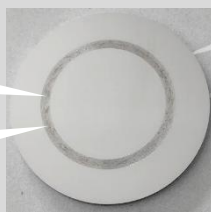
- ボールオンディスク試験後の表面性状 - 相手材:SUS304荷重:5N 速度:24m/min 試験時間:3h (距離:4320m)

未処理

(SUS304基材)

激しく摩耗

摩擦音85dB

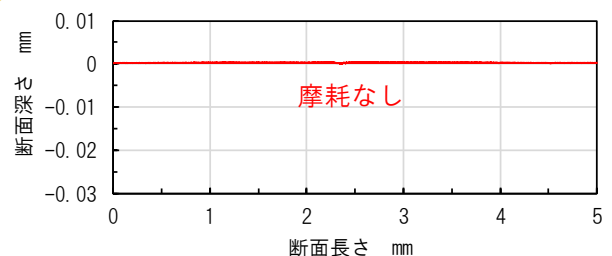
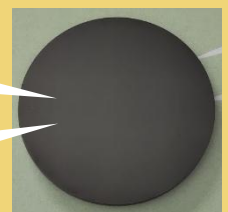


DLC

(SUS304基材)

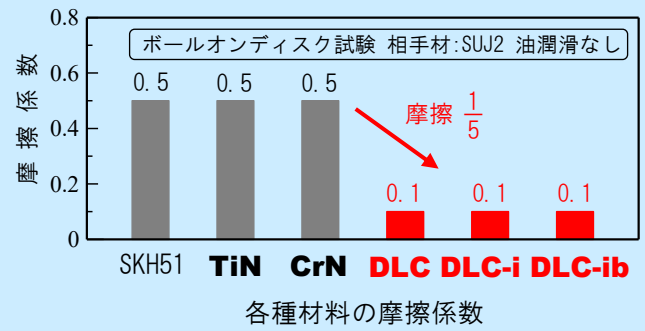
基材を保護

摩擦音 50dB



# 圧倒的に低摩擦

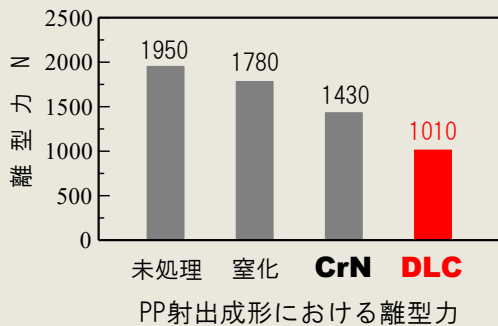
- 工具金型や機械部品に使用される鋼材（SKH51など）や一般的なPVDコーティング（TiNやCrNなど）の摩擦係数は、油潤滑なしで0.5、油潤滑ありで0.1~0.3を示します。
- DLCコーティング（DLC/DLC-i/DLC-ib）は油潤滑の有無に関わらず、常に低い摩擦係数0.1を示します。
- 油潤滑が困難な環境で使用した場合でも、DLCコーティング処理によりフリクションを最小限に抑えることが可能です。
- DLCは強固なC-C結合により化学的に安定であり、相手材に対して低い親和性を示します。



## - 射出成形金型の離型性向上 -

- 樹脂の射出成形では離型性や耐食性を改善するため、金型表面にPVDコーティングを施すケースが増えています。
- PP（ポリプロピレン）射出成形における離型力を測定した結果、DLCコーティング金型は他の表面処理より低い離型力を示します。
- 特に鏡面仕上げの金型（Ra0.1以下）では、DLCコーティングによる離型力の低減が著しい傾向があります。

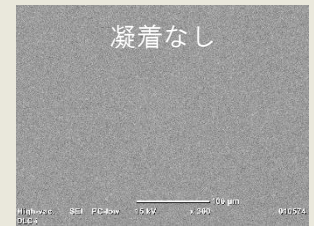
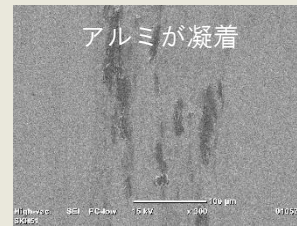
金 型：NAK55 鏡面仕上げ  
成形品：PP φ37×32L×1t



# オイルフリーでも高潤滑 新世代トライボコーティング

## - アルミ合金成形金型の凝着低減 -

- アルミや銅などの軟質金属を加工する場合、凝着が発生して本来の精度が得られない場合があります。
- アルミ合金の成形金型にDLCコーティングを施すことで、金型表面のアルミ凝着を抑制できます。
- アルミや銅の切削加工においては、DLCコーティングにより構成刃先の生成を抑制することが可能です。



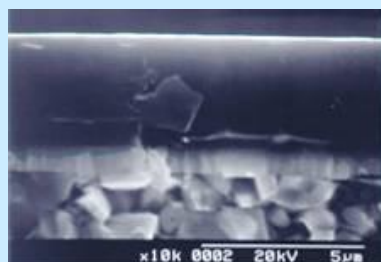
未処理

DLC-i

アルミ合金（A6063）成形金型の表面

# 基材と強固に密着

- DLCは非常に硬く、相手材に対し低い親和性を示すことから、基材との密着性は低くなることが知られています。
- DLC/DLC-ibはDLC層と基材の間に密着層を生成することで、優れた密着性を示します（DLC-iはDLC層のみ）。
- 一般的なDLCが苦手とする高荷重雰囲気においても、DLC本来の低摩擦特性を発揮することができます。



DLCの断面観察像



他社DLC



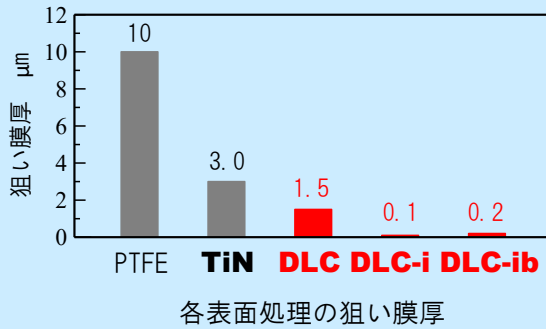
DLC

ロックウェル圧痕試験による密着性評価

荷重:HRC (150kgf)  
基材:SKH51 (HRC62)

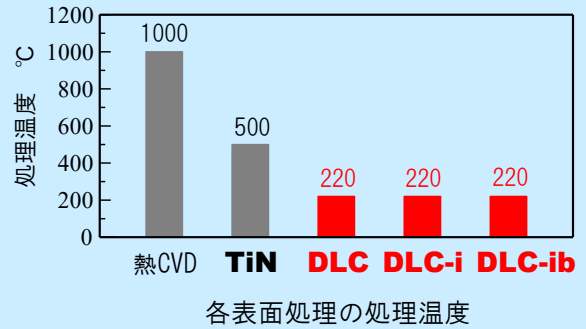
## 寸法変化が極小

- 高精度な製品では、数 $\mu\text{m}$ の膜厚増加により公差オーバーや切れ味の悪化を招くことがあります。
- DLCは薄い膜厚でも優れた膜特性を発揮、特にDLC-i/DLC-ibは極めて薄く、超高精度金型に対応します。



## 低温処理で様々な材料に対応

- 金型や工具は様々な耐熱温度の材料が使用されており、コーティング温度が悪影響を及ぼす場合があります。
- DLCコーティング (DLC/DLC-i/DLC-ib) の処理温度は220 $^{\circ}\text{C}$ と圧倒的に低く、様々な材料に対応します。



- 年間200,000アイテム以上のDLCコーティング処理を行っています。
- 長尺対応 (最大1000mm) アッシング装置により、除膜再コーティングに対応します。
- 3種類のラインナップ (DLC/DLC-i/DLC-ib) から加工条件に最適な膜種を提案致します。
- お客様の用途に応じてDLC構造のカスタマイズが可能です。

## DLCコーティング 25年の処理実績



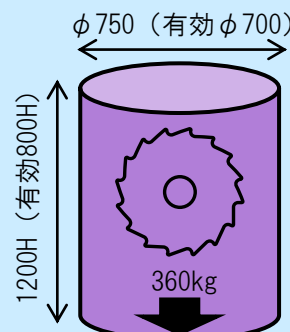
## 処理サイズ

膜種	最大処理サイズ		除膜	
	搭載サイズ (コーティングエリア)	重量	鋼	超硬
<b>DLC</b>	$\phi 750 \times 1200\text{mm}$ ( $\phi 700 \times 800\text{mm}$ )	360kg	○	○ <sup>※1</sup>
<b>DLC-i</b>	$\phi 500 \times 600\text{mm}$ ( $\phi 400 \times 400\text{mm}$ )	180kg	○	○
<b>DLC-ib</b>	$\phi 510 \times 505\text{mm}$ ( $\phi 400 \times 300\text{mm}$ )	180kg	○	○ <sup>※1</sup>

※1 密着層が残る場合があります

- DLCは国内最大級の処理サイズ -

- DLCの最大搭載サイズは国内最大級の $\phi 750 \times 1200\text{H}$  (有効エリア $\phi 700 \times 800\text{H}$ )、最大重量は360kgです。



DLCの最大処理サイズ



大型金型のDLC処理

## DLC

高密着Me + a-C:H

金型や機械部品の摩擦を減らす  
UBMS方式の高密着DLCコーティング



硬さ：24GPa 耐熱温度：400℃  
膜厚：1~2.5μm 表面粗さ：Rz<0.2  
摩擦係数：0.1 処理温度：<220℃  
スクラッチ密着性(SKH51)：40N

### 用途

各種成形金型、粉末成形金型  
摺動部品、成形ローラー など

### 【SUS系部品の粉末焼結成形】



低摩擦で剥がれにくいDLCにより、  
粉によるカジリを抑制できます。

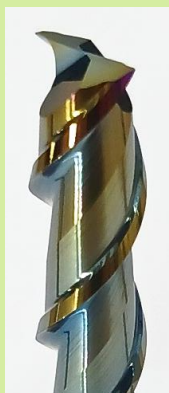
- ・ 金 型：超硬焼詰めダイス
- ・ 成形材：SUS系粉末
- ・ 効 果：カジリ抑制



## DLC-i

薄膜ta-C

アルミ合金や銅合金の凝着を防ぐ  
水素フリー薄膜DLCコーティング



硬さ：34GPa 耐熱温度：400℃  
膜厚：<0.2μm 表面粗さ：Rz<0.2  
摩擦係数：0.1 処理温度：<220℃  
スクラッチ密着性(SKH51)：20N

### 用途

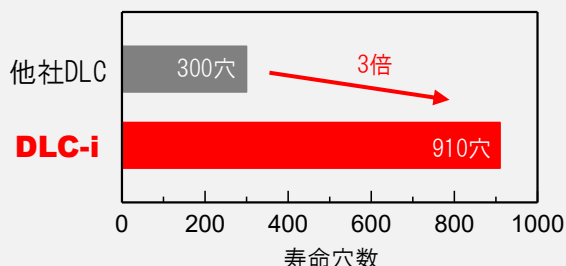
切削工具 (Al/Cu)  
高精度金型 (Al/Cu/樹脂)

### 【アルミ合金 (A6063) の穴あけ】



鋭利な刃先を維持できるDLC-iが、  
構成刃先の形成を防ぎます。

- ・ 工 具：φ1mm 超硬ドリル
- ・ 被削材：A6063 (肉厚2mm)
- ・ V=30m/min, f=0.05mm/rev



## DLC-ib

高密着Me + 薄膜ta-C

ステンレス系基材に最適  
密着性強化型水素フリーDLC



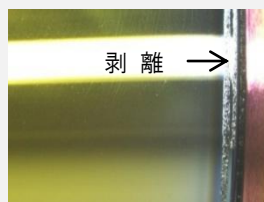
硬さ：34GPa 耐熱温度：400℃  
膜厚：<0.3μm 表面粗さ：Rz<0.2  
摩擦係数：0.1 処理温度：<220℃  
スクラッチ密着性(SKH51)：35N

### 用途

高精度金型 (Al/Cu/樹脂)  
ステンレス製金型 など

### 【ペットボトルプリフォーム成形】

- ・ 従来DLC-iに比べ、ステンレス系金型 (SUS420J2 など) との密着性が向上し、金型寿命が大幅に向上しました。



剥離 →

DLC-i



DLC-ib