

eternal carbon

次世代のDLC被膜、エターナルカーボン  
(セグメント構造DLC)のお問い合わせは

**株式会社 iMott**

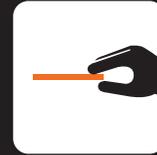
〒143-0013  
東京都大田区大森南4-6-15 テクノフロント森が崎402

E-mail [info@imott.co.jp](mailto:info@imott.co.jp)  
WEB <http://www.imott.co.jp>

eternal carbonは  
既存の常識を越えた、次世代被膜

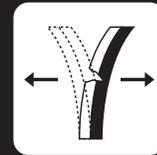


ダイヤモンドが  
ナノタイル状の  
被膜に — 。



**Ultra-Thin**

被膜がタイル状でとても薄い



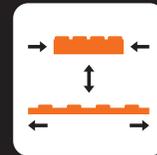
**Durable**

金属疲労・摩耗に強い



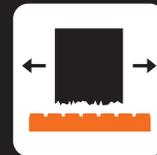
**Flexible**

柔軟な素材にもなじむ



**Expandable**

素材の膨張に合わせて伸びる



**Anti-friction**

摩擦抵抗が圧倒的に減る



**Shock-resistant**

衝撃に強い・圧倒的に硬い

# eternal carbonとは



## 直流プラズマCVDで成膜できるタイル状の画期的なDLC

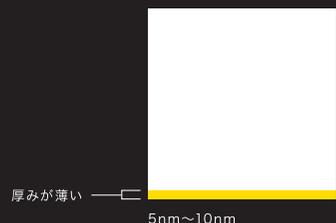
### 従来のDLC(被膜)が抱えていた課題

#### ■ 柔軟な素材に不適合

- ・素材の変形によって被膜が容易に剥離してしまう
- ・素材の変形によって被膜に亀裂(マイクロクラック)が入ってしまう

#### ■ 絶縁素材に不適合

- ・プラズマ環境下では絶縁体の表面に静電気が溜まり、極微量の被膜しか成膜できない
- ・成膜する前に熱によって素材が変形してしまう



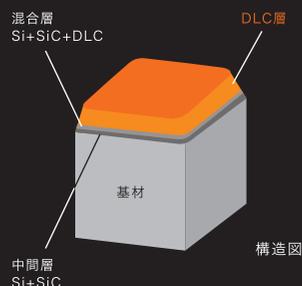
#### ■ 膨張する素材に不適合

- ・膨張率の小さいDLCが素材の膨張についていけないため、容易に剥離してしまう
- ・無理やり膨張すると、DLC(被膜)に亀裂(マイクロクラック)が入ってしまう

素材別の線膨張係数の表

ステンレス	鉄	PC (ポリカーボ)	PET	ゴム
17.3	11.7	70	100~180	77

## 解決



### ECは課題を解決した

#### ■ 柔軟な素材になじむ

#### ■ 変形する部分、素材に柔軟に対応できる構造になっている



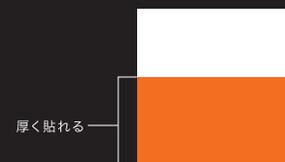
ゴム素材に被膜したものを曲げている



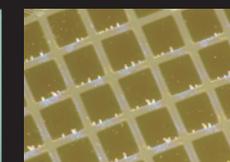
被膜の拡大画像

#### ■ 絶縁素材に被膜できる

#### ■ 今までにない画期的な成膜方法で、絶縁体にも成膜できる



ポリカーボの写真



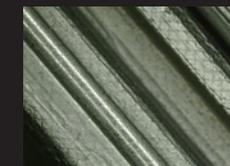
拡大画像

#### ■ 膨張する素材に適応する

#### ■ 素材の膨張率に合わせて広がる構造になっている



ファイバーの写真



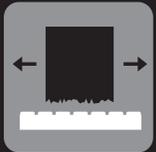
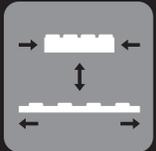
拡大画像

### 従来のDLCとの共通の特徴

- 硬い
- 人体に影響がない
- 汚れが付きにくい
- 薬品に強い
- ガスを遮断する<sup>※1</sup>
- 腐食しにくい
- 摩耗しにくい
- 傷が付きにくい
- 滑らか
- 菌の繁殖が少ない
- 紫外線を遮断する
- 赤外線を通す
- 透明度が高い<sup>※2</sup>
- 相手素材を傷つけにくい

※1 連続膜では、どのDLCもガスを遮断しますが、ECではある特定の成膜方法を用いるときのみ可能となります。 ※2 膜圧によって透過率が変わります。

# eternal carbonは 既存の常識を越えた、次世代被膜



## Ultra-Thin 被膜がタイル状でとても薄い

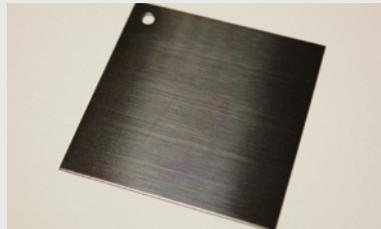
eternal carbonの最大の特徴は、DLC(ダイヤモンドライクカーボン)被膜が、タイル状になっていることにあります。この特性により、柔軟な素材、絶縁素材、膨張する素材への成膜が可能となり、その使用用途が飛躍的に拡大したのです。

eternal carbonはタイル状のDLCで、  
ダイヤモンドとグラファイトとの間の性質を持っています。

	グラファイト	ダイヤモンド	eternal carbon DLC
比重	2.25	3.52	1.0~3.0
熱伝導率	0.4~2.1	1000~2000	0.2~30
ヤング率(GPa)	a=0.2456	a=03567	100~800
硬さ(Hv)	-	10000~12000	1500~2000
酸化開始温度	400~450	600	300~500

炭素系材料の特製比較

Eternal Carbonはこんな素材にも成膜できます。



ステンレス



ステンレス(拡大図)

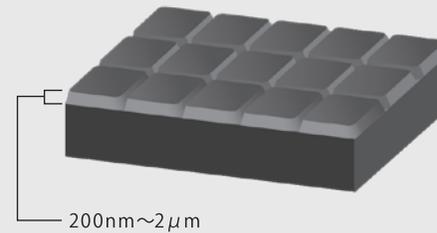


ワイパー

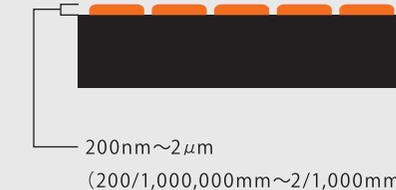
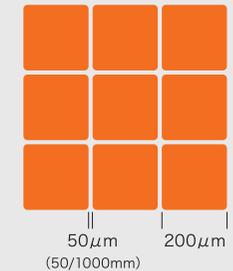


ワイパー(拡大図)

タイル(セグメント)構造はこうなっている!



表面 1μm=1/1000mm



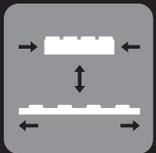
本頁に表示されたセグメントサイズ(タイルサイズ)は、Eternal Carbonが推奨する基本スペックです。

Eternal Carbonは、お客様が成膜する基材の用途、使用環境によりセグメントサイズを最適化いたします。

サンプル作成の折には、お客様が成膜を希望する基材情報、使用用途、使用環境をお知らせ下さい。

※詳細は折り込み別紙をご参照下さい。

# eternal carbonは 既存の常識を越えた、次世代被膜



## Durable 金属疲労・摩耗に強い

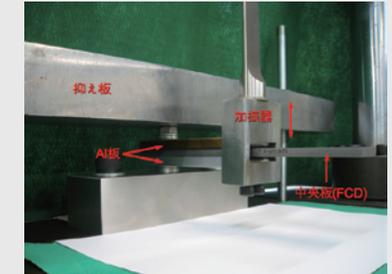
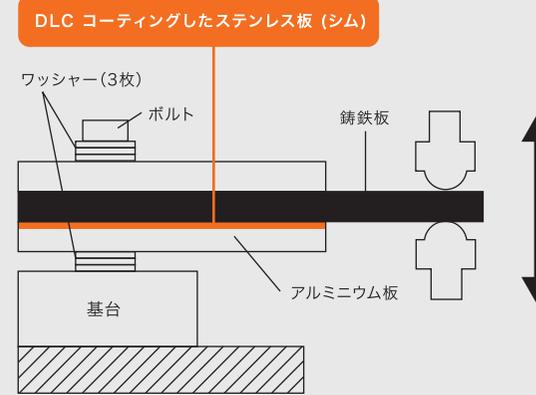
金属疲労とくに、フレットング摩耗は産業界において永遠の課題で、その解消は技術者の永遠のテーマだったのではないのでしょうか？この課題を解決したECが産業界にもたらすインパクトは多大だと考えます。

金属同士が摩擦し、摩耗するフレットングは自動車、飛行機、電車などの輸送機械から、ロボット、生産機器などの工業機械類、クレーン、油圧シャベル、シャベルカーなどの建機、風力発電機、火力発電機、潮力発電機などの発電機など摩擦摩耗する箇所を抱える機械ならどこにでも起きる現象です。

このECはこのフレットング摩耗を飛躍的に軽減し、よりエネルギー効率を良くする新素材です。

- ◆ゴム、軟質金属、プラスチック等の機械部材の寿命を大幅に延長
- ◆面圧力等の使用条件により最適セグメント形状を選択可能

## フレットング検査



金属摩耗に対してのEternal Carbonの効果を計測するため、100万回のフレットング摩耗検査を実施。金属間にEternal Carbonのシム(板)を挟み、100万回の振動を繰り返した。

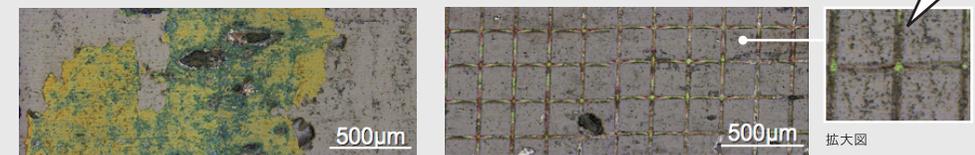
※神戸工業試験場による試験を行いました

## 曲げ疲労試験後(100万回)の試験片

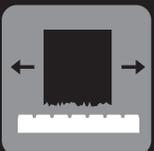
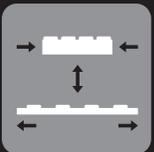


連続膜とEternal Carbon(セグメント膜)では、これだけ違う！

アブレッシブ摩耗の抑制



- 1.膜が不連続構造をとることにより、繰返しの基材の変形にも耐えることができる
- 2.剥離が生じた場合においても、剥離の進展を最小限に抑えることができる
- 3.膜が不連続構造をとることにより、高面圧に耐えることができる。
- 4.セグメント間の溝に摩耗粉をとらえることができる。



従来のDLCは金属などの導電体で硬い金属に成膜することは容易だったのですが、絶縁体や、やわらかい素材への成膜は困難を極めました。また、従来のDLCでは絶縁体に非常に薄い成膜することは可能だったのですが、被膜が薄いことと、多くの亀裂(マイクロクラック)が生じることで、DLCが本来持つ特性を引き出すには至らなかったのです。

そのようなDLCの課題をecは一つ一つ改善し、解消しました。

### Flexible

## 柔軟な素材にもなじむ

#### ① 絶縁体への成膜が可能に

従来のDLCはその成膜方法の違いから絶縁体へ成膜する場合は、非常に薄い被膜しか形成できませんでした。より多くの成膜をしようとする、素材が熱で基材が変形したり、素材に静電気が発生し滞留、被膜の剥離につながったのです。

#### ② やわらかい素材への成膜が可能に

ecは成膜方法が若干異なる、タイル構造のDLCだと考えてください。このタイル構造にこそ、ECが持つ素材の可能性が秘められているのです。DLCは非常に硬い物質ですが、同時に非常に薄い被膜です。柔軟な素材の変形に無理に合わせて変形すれば、容易に剥離したり、亀裂を生じたりします。

ECはこの課題にDLCをタイル構造にすることで、溝部で変形する力を受け、膜にストレスを与えない素材の変形や膨張に耐える素材となったのです。

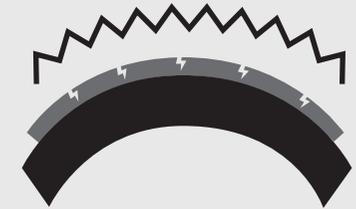
絶縁体への成膜、やわらかい素材への成膜を可能にしたECだからこそ、ゴムやPC(ポリカーボネート)への成膜など成膜できる素材の幅が広がったのです。

### 従来技術 既存のC-DLC

#### 連続被膜造

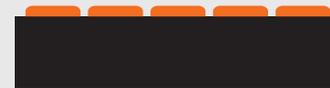


被膜にクラックが入り破損する!

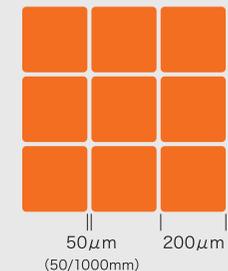
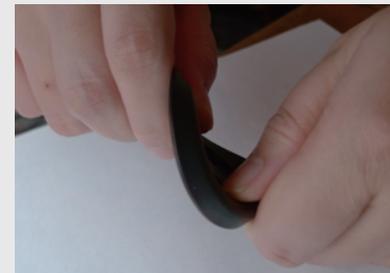


### 新技術 S-DLC(ec)

#### セグメント構造

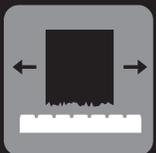
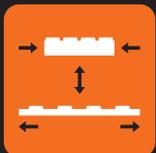


下地の素材とともについてくる



- 従来の2~10倍のひずみに耐える
- ゴム、軟質金属、プラスチック等の機械部材の寿命を大幅に延長
- 膜の部分破損によるコーティング全体への影響を防止
- 面圧力等の使用条件により最適セグメント形状を選択可能

# eternal carbonは 既存の常識を越えた、次世代被膜



ecは従来のDLCの課題を解消した画期的な素材です。その一つにDLCが抱えていた膨張する素材との非親和性が挙げられます。物質はそれぞれに決まった線膨張係数があります。

※下記の表をご参照ください。DLCは非常に低い線膨張係数を持っている物質なので、他の素材に成膜したときにその膨張についていくことができず、剥離したり、DLCに亀裂(マイクロクラック)が生じるという課題を持っていました。

そんなDLCの持つ課題をタイル形状を持つecは解消しました。タイルとタイルの間の溝が膨張することで、より多くの素材と親和性を持つことが可能となったのです。

**Expandable**  
素材の膨張に合わせて伸びる

## 従来技術 既存のC-DLC

連続被膜造



はがれる



## 新技術 S-DLC(ec)

セグメント構造

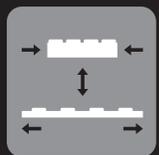


素材に合わせてついてくる



※別送

# eternal carbonは 既存の常識を越えた、次世代被膜



物質にはそれぞれ決まった摩擦抵抗があります。私たちが生活や技術として多く使う金属や樹脂には非常に大きい摩擦抵抗を持つものが存在します。例を挙げるとステンレス、鉄、ゴム、チタン、プラスチックなどがそうです。

※詳しくは下記の表を参照ください。その表面にECを蒸着することで、表面の摩擦抵抗を圧倒的に下げることが可能なのです。

ステンレス	鉄	ゴム	チタン
0.5	0.5	2.0	0.7
プラスチック	EC ※1	F-EC ※2	テフロン
0.8	0.15前後	0.08	0.08

各物質の摩擦抵抗

※1 ECとはeternal carbonの略

※2 F-ECとはeternal carbonにフッ素樹脂加工をしたものの略

抵抗が大きいということは

余分なエネルギーを浪費する	無駄な熱を発生させる
摩耗を早める	音・振動を発生させる

**Anti-friction**  
摩擦抵抗が圧倒的に減る

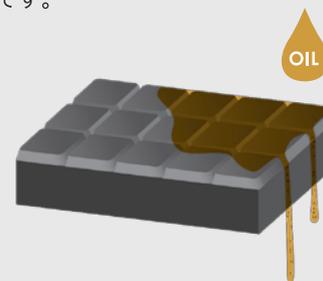
また、既存のDLCもEC同様に摩擦係数が低いのですが、**ec**は下記の3点において圧倒的に既存のDLCよりも優れた素材なのです。

## 1. 圧倒的に磨耗に強い

摩擦の多い箇所では、摩擦による振動、熱が発生しています。従来のDLCではこの振動、熱による素材の変化、膨張に耐えることができず、容易に剥離してしまいます。

## 2. 油などの流体潤滑剤と併用することで、より摩擦を低減できる

ecはタイル構造になっており、その溝部に油が浸透し、余分なゴミや摩耗粉を排除し、必要な箇所に油を供給することで、DLCや油単体での潤滑よりも効果的な摩擦低減が可能となるのです。

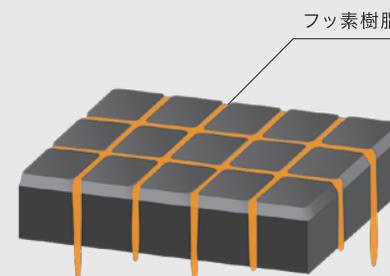


アブレッシブ摩耗を防ぐ

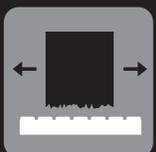
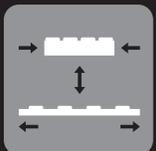
※余分な摩耗粉が流れる

## 3. フッ素樹脂などの固体潤滑層と併用することで、より摩擦を低減できる

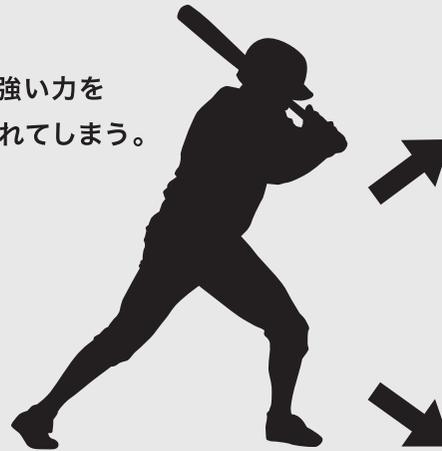
上記の流体潤滑剤同様、余分な潤滑剤、ゴミを排除し、より低い摩擦力で表面を覆うことができます。



# eternal carbonは 既存の常識を越えた、次世代被膜



従来のDLCでは強い力をかけると全体がはがれてしまう。



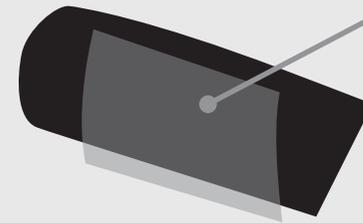
ecの素材となっているDLC(ダイヤモンドライクカーボン)はその名のとおり、非常に硬い物質です。ダイヤモンドの塊のように、ただ硬いというだけの物質では強い衝撃で簡単に砕けてしまいますが、タイル状に整形された薄い被膜であるecを金属、樹脂韌性(ねばりのある強さ)のある素材などの表面に成膜することで、表面が傷つかず、衝撃も吸収できる複合素材を作ることが可能となったのです。

- ◆従来の2~10倍のひずみに耐える
- ◆膜の部分破損によるコーティング全体への影響を防止

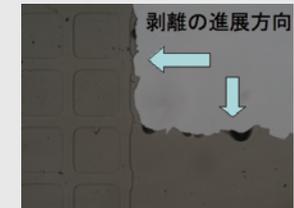
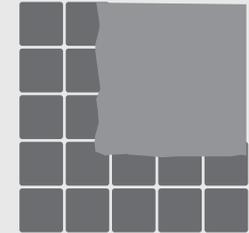
**Shock-resistant**  
衝撃に強い・圧倒的に硬い

## 従来技術

100回で

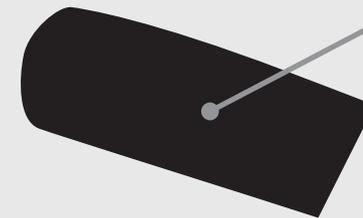


全体が剥離。  
硬いから全体が割れてはがれる

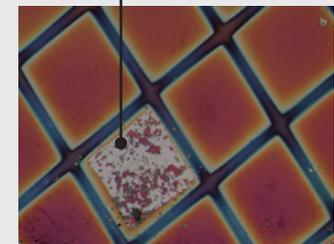
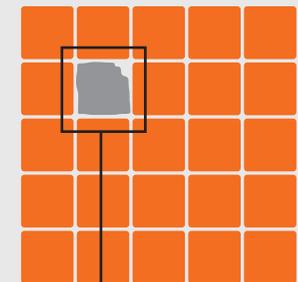


## 新技術

1600回で

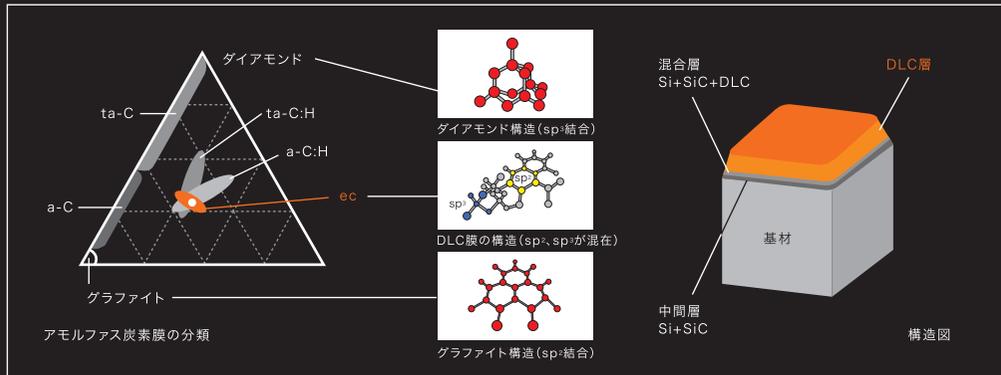


とても小さなタイル状の膜だから  
素材にくっついていくから  
全体が割れてはがれない!



# スペックー覧

成膜方法	単パルス直流電源による化学的気相合成 方式
成膜原料	テトラメチルシラン及びアセチレン
成膜温度	50~250°C
膜厚	0.1~20μm
セグメントサイズ	50μm~3mm
硬度	HMv1000~2000相当(10~20GPa)
表面摩擦係数	0.04~0.2(SF-DLC~C-DLC)
線膨張率	2.0~2.3*10 <sup>-5</sup> (m/k)



お客さまのご利用用途に合わせ、サイズ設計いたします。  
 ※左の写真のプラズマCDV装置の作業領域は900mm角になって  
 おります。  
 必要電気容量：電源~6kW、排気系10kW  
 制御系5kW (GC・ユーティは除く)

膜種	色調	硬度(HMv)	耐食性	耐酸化性	耐焼付け性	密着性
TiN	金色	2000~2400	○	○	○	◎
ZrN	ホワイトゴールド	2000~2200	○	△	△	○
CrN	銀白色	2000~2200	◎	○	◎	◎
TiC	銀白色	3200~3800	△	△	○	◎
TiCN	紫色~灰色	3000~3500	△	△	○	○
TiAlN	紫色~黒色	2300~2500	○	◎	○	○

タイル状のナノ・ダイヤモンド、eternal carbonは  
 既存のダイヤモンド状炭素膜(C-DLC)の性質に  
 加えて、飛躍的な能力がある！

eternal  
carbon  
(S-DLC)

既存の  
ダイヤモンド状  
炭素膜  
(C-DLC)

耐久性	◎	△
膨張する 素材との相性	◎	×
プラスチックなどの 絶縁体との相性	◎	×
被膜の形状の可変性	◎	×

ベアリングやオイルなしで、  
滑らかな動きを実現したい



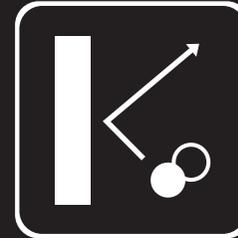
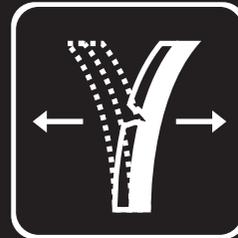
素材の表面に傷を  
付けたくない

素材の表面の摩擦力を  
下げたい



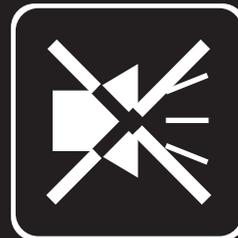
素材の強度を上げたい

金属摩耗(フレットニング)  
を防ぎたい



気体を通したくない

素材同士が擦れて音が  
鳴るのを防ぎたい



素材を長持ちさせたい

## お客様の声を形にする、 ecのカスタマーリポーター

カスタマー・リポーター(CR)制度は普通のセールスマンとここが違う!

品質向上のために、常に「お客様の声」を集めます	技術者以外のお客様でも分かりやすい説明をします	出来ないことは、はっきりとお断りします
写真・絵 数字・グラフで説明します	事実以外は語りません	お客様との「経験」に時間をかけます
お客様情報をCR本部で一元管理致します	お客様のCRスタッフ評価を公開致します	CRカードを持って、責任ある販売をします

CRカードは信頼の証です。  
全てのCRはこのカードを  
携帯しています。

Valid Through **March/15/2014**  
Official eternal carbon  
CUSTOMER REPORTER



REPORTER No. 211200