

● ● 煤からダイヤモンド

大澤 映二(有限会社ナノ炭素研究所)

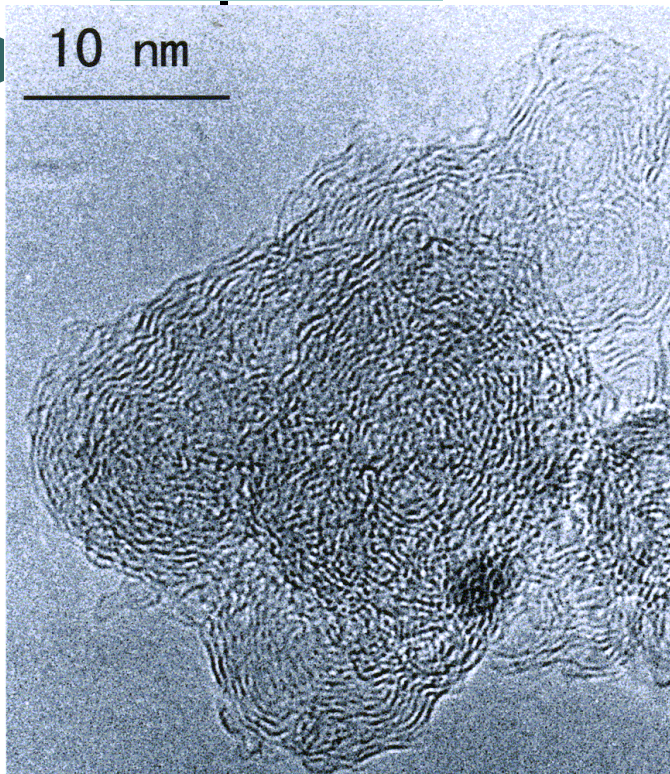
ナノ炭素製造コスト比較

原料	方法	生成物	原価 1000円/kg
炭化水素	燃焼	C ₆₀ /C ₇₀	500
CO	HiPco	単層炭素ナノチューブ	100,000
炭化水素	CVD	多層炭素ナノチューブ	15
黒鉛	パルスレーザー	炭素ナノホーン	500
炭素系産業廃棄物	不完全燃焼	カーボンブラック	0.1
カーボンブラック	電子線照射	バッキーオニオン	0.2
バッキーオニオン	加熱下電子線照射	ダイヤモンド(超)微粒子	1.0

カーボンブラックを原料としてダイヤモンドを作る

カーボンブラック

10 nm



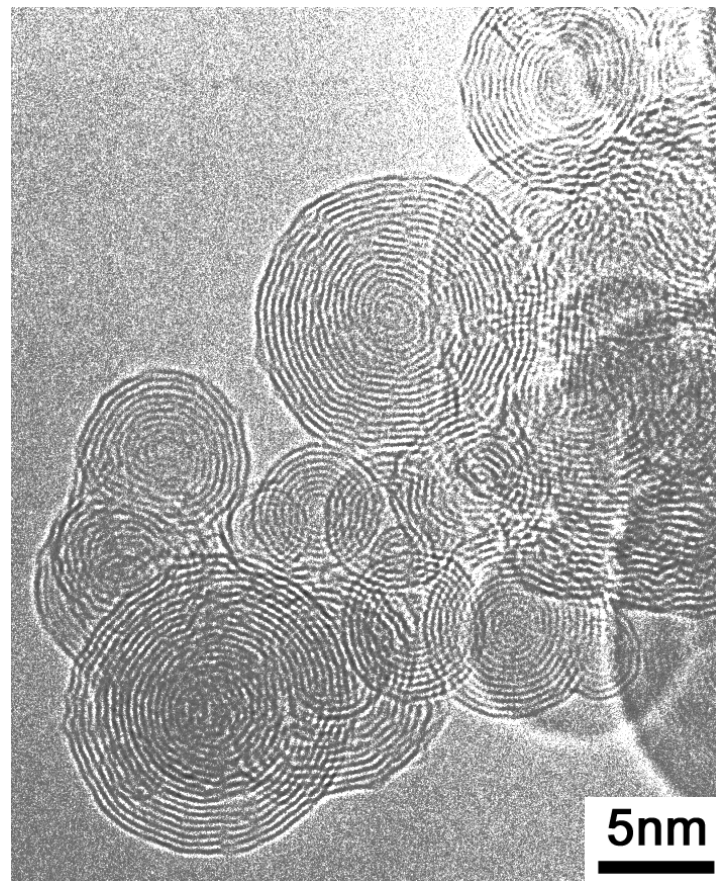
電子顕微鏡内で電子線を収束

加圧電圧200keV

電流密度150A/cm²

室温15分

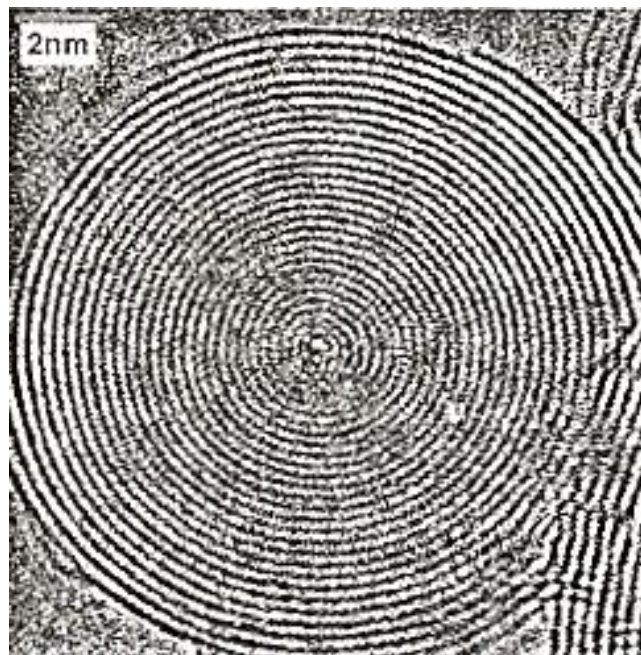
バッキーオニオン
(炭素ナノオニオン)



トーカブラック8500F

左図と同じ場所
小澤、楠、大澤 1998

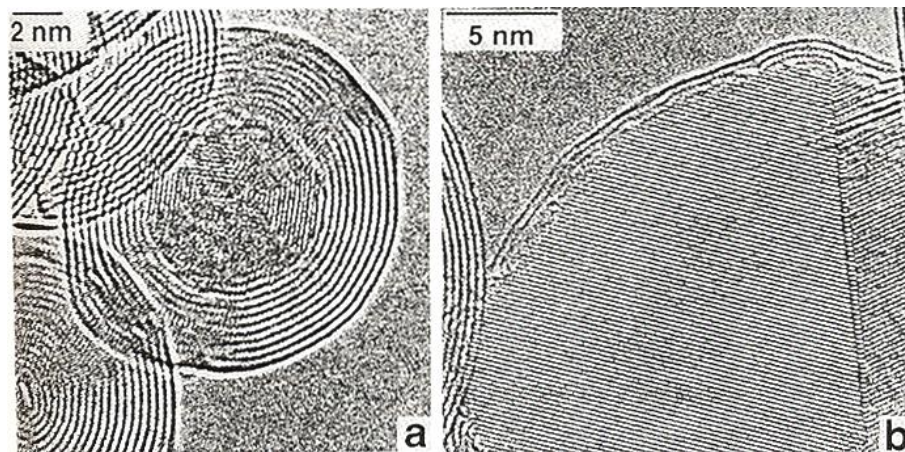
炭素ナノオニオンからバッキーダイヤモンド



炭素ナノ
オニオン

大電流
密度電
子線照
射

加熱



バッキーダイヤモンド

電子線:

電圧 > 200 keV, 電流 ~ 100 A/cm²

温度: > 600 °C

時間: 1-2 h

2段階1ポット乾式合成

カーボンブラック

20-1000 nm
100円/kg

爆発的電子放出

室温, 15分

炭素ナノオニオン

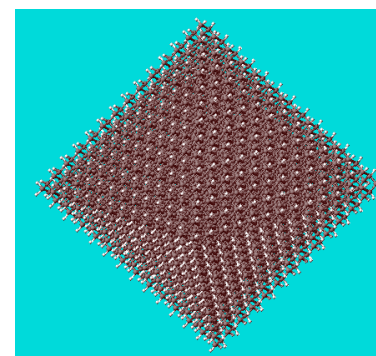
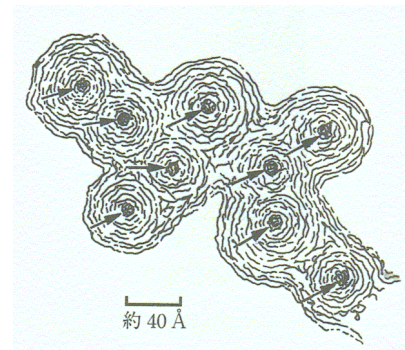
20-1000 nm

爆発的電子放出

700°C, 2時間

バッキーダイヤモンド
(ナノダイヤモンド)

15-600 nm



$C_{3654}H_{784}$

← 3.75 nm →

● ● ● 絵に描いた餅(1998-2003)

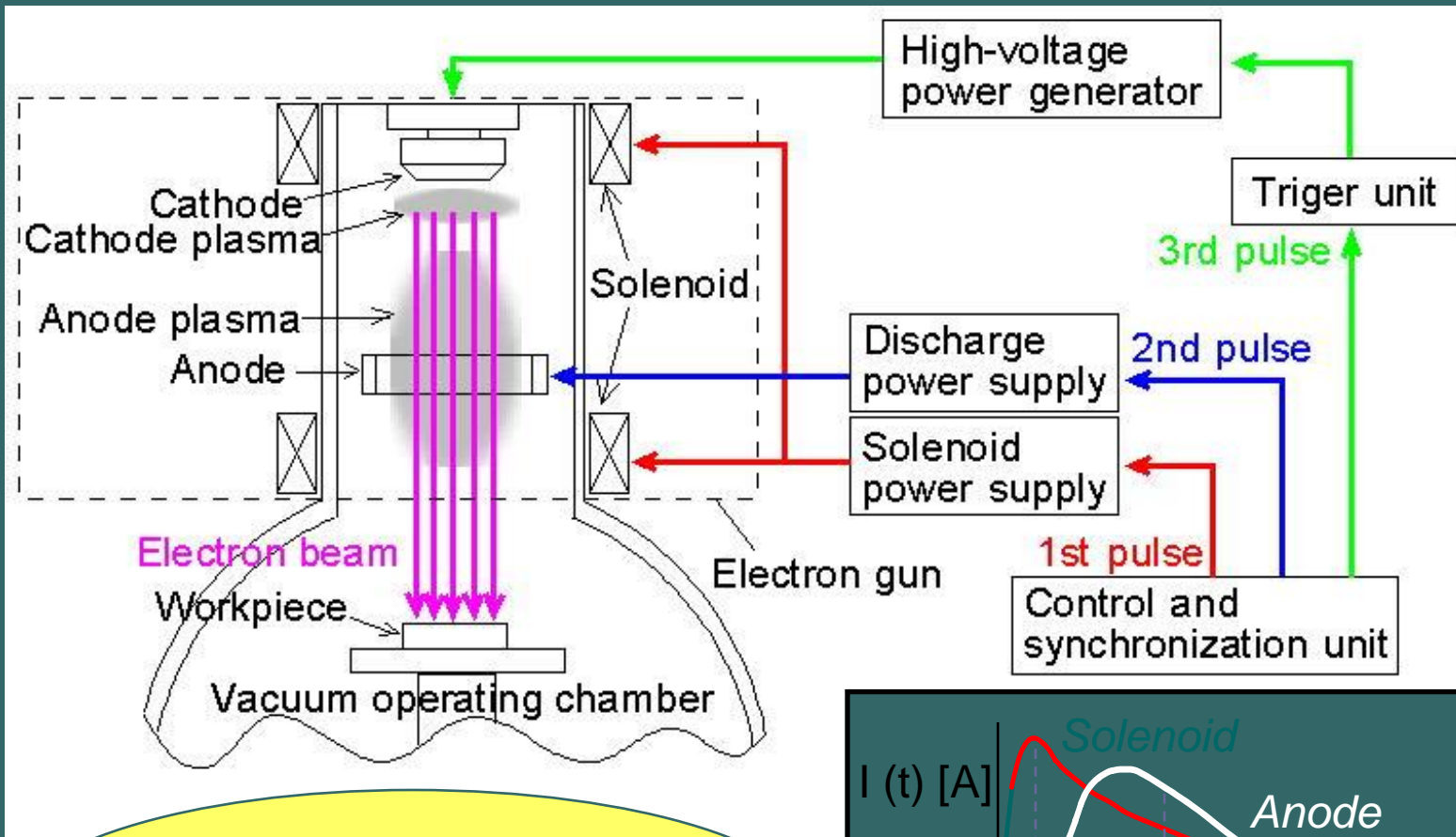
- 電子顕微鏡の外では実施不可能であった
- >200 keV、 100 A/cm²の大口径電子線照射装置が存在しなかったから

……しかし、爆発的電子放出現象を利用して、2005年9月予備実験に成功

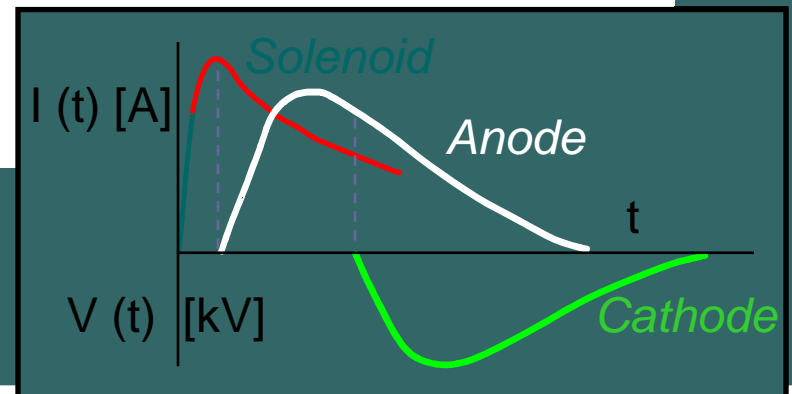
爆発的電子放出現象を利用する大面積大電流 密度電子ビーム照射装置

- 三社共同開発
 - ITAC Ltd 植村賢介氏(開発責任者)
 - 永田精機(株)
 - (株)ソディック 新横浜 装置生産担当
- 1966年Mesyats, Fursey(ロシア)が Explosive electron emission 現象を発見。最近植村が実用化。高電流密度電子線パルスの大面積照射装置の製造がソディック社ではじまった。
 - 10^2-10^6 A
- 従来の熱および電界放出電子線照射装置で到達できた電子線の強さ(電流密度)
 - 大面積型 $\sim \mu$ A/cm²
 - 小面積型 7 A/cm²

大面積パルス電子ビーム照射装置



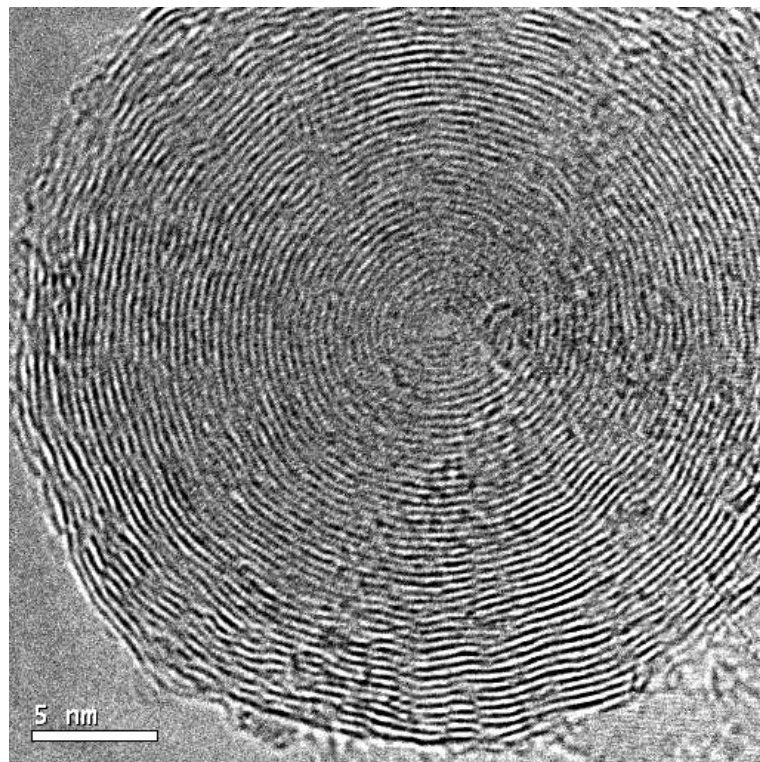
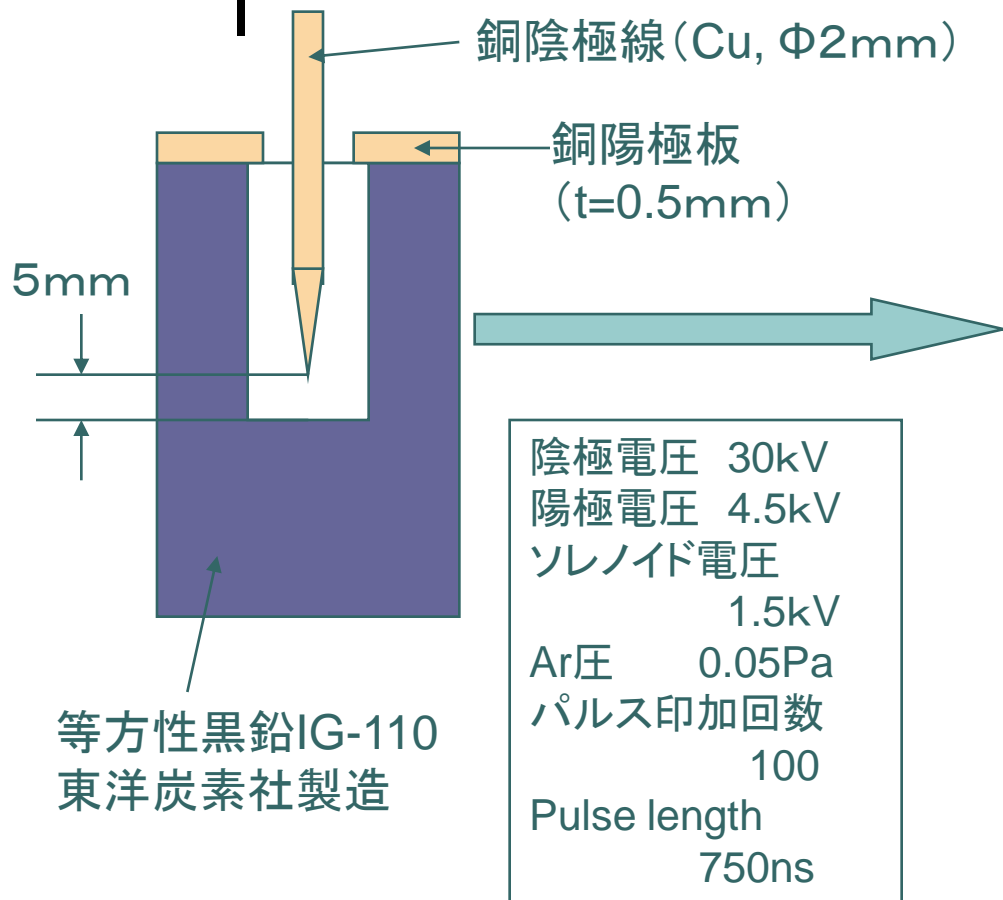
最大ビーム径 $\phi 60\text{mm}$ の
大面積照射



装置写真



黒鉛からナノオニオン



カーボンブラックを原料にすると反応はずっと早いと予想される