

# ナノテク材料は未来を照らす

--- 原子を自由自在に操り新材料を開発 ---

私たちの生活を支える半導体。半導体は規則正しく並ぶ原子からなり、その並び方で性質が決まります。農工大瀬瀬・熊谷研究室では、原子をピンセットで操るように操作し、色々な半導体を自由に作る技術を研究しています。最近では、世界に先駆け、アルミニウムと窒素の原子から『単結晶自立基板』を作製しました。これは次世代白色光源、近眼・ガン治療レーザーなどへの応用が期待されています。

## 半導体ってどんなもの？

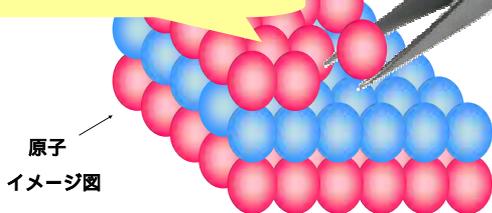
**半導体 = 結晶**

自然界にある身近な結晶  
宝石

原子が規則正しく整列したもの  
結晶は原子の種類や並び方によって様々な特徴もつ

ダイヤモンド  
サファイア

人工的に結晶を創る

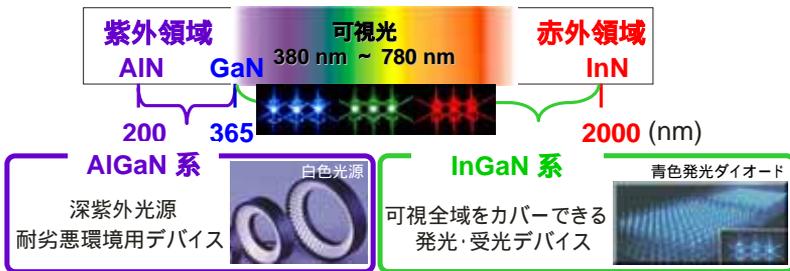


新しい特徴を持った物質の創造

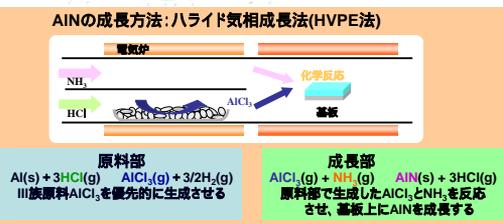
ナノレベルの制御 1 nm = 1千万分の1 cm

## III族窒化物半導体がアツイ!!

様々な色の光を自由に作り出すことができる



## 最近の研究成果 AIN(窒化アルミニウム)



## 半導体はどんな原子からつくられる??

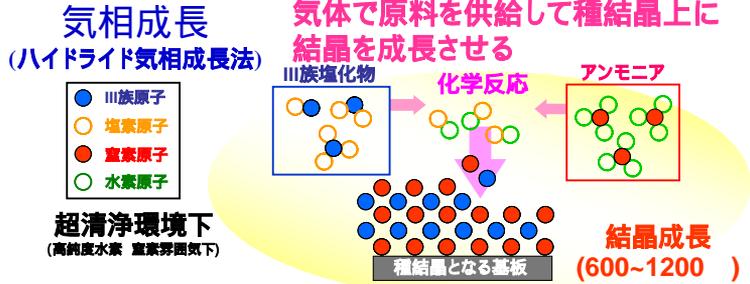


13族 - 15族の化合物 GaAs etc. (砒化ガリウム) 携帯電話 電波の送受信

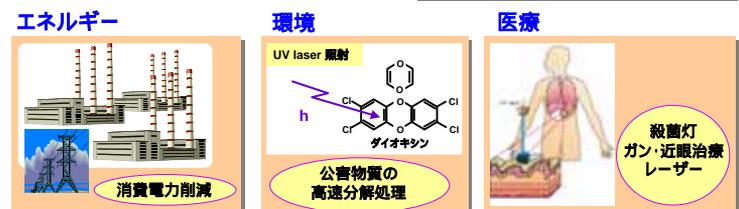
13族 - 窒素元素の化合物 AlN (窒化アルミニウム), GaN (窒化ガリウム), InN (窒化インジウム)

12族 - 16族の化合物 ZnO (酸化亜鉛) etc.

## どうやって作るの??



私達の身の回りの様々な分野への応用が期待されている

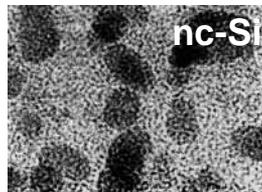


--- 10億分の1の世界で光と電子が生み出す新機能と応用 ---

パソコン、デジカメ、携帯電話、平面テレビなど、身の回りの電子製品の心臓部は半導体シリコン(元素記号:Si)の素子でできています。農工大越田研究室では、このシリコンをナノメートルまで微細化したときに生じる性質を見だし、それらを応用する研究を行っています。下記のように、可視発光、電子放出、超音波源、バイオ基材などに関する応用可能性がこれまでに明らかになってきました。



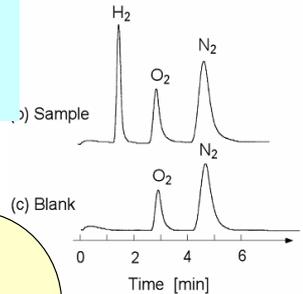
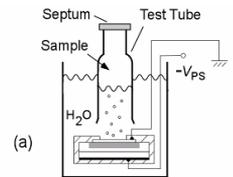
光るシリコン



ナノ結晶シリコン



薄型ディスプレイ  
(松下電工と共同開発)



水素発生



電気の代わりに  
光を通す回路

光

マルチカラーLED  
光機能・光増幅  
発光性メモリ  
シリコン光集積

弾道電子

フラットディスプレイ  
一括リソグラフィ  
水素発生などの励起源  
弾道デバイス

ナノシリコンデバイス  
機能の集積・融合をめざして

音

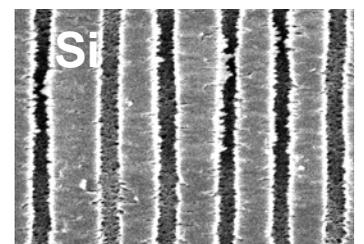
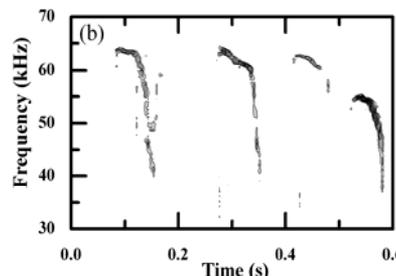
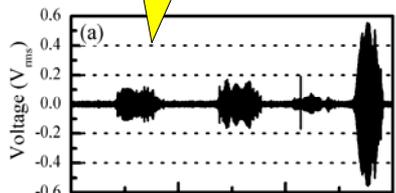
空中3次元センサ  
超音波スピーカー  
生物音声の再生技術  
音響デバイス

展開

バイオ活性基材  
体内利用技術  
エレクトロクロミック  
バイオセンサ



広帯域スピーカー

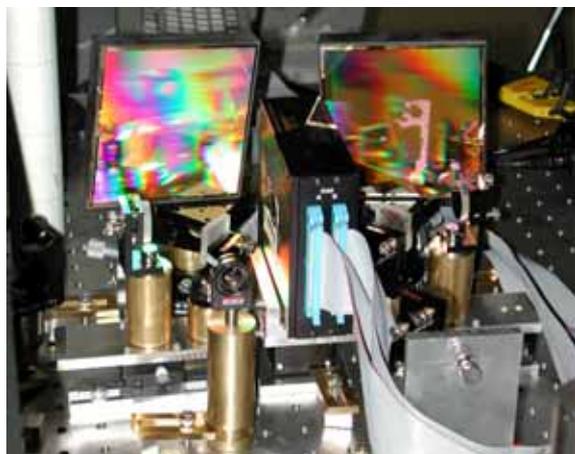


バイオ用ナノSi基材

生物超音波音声の再生  
(山武などと共同研究)

--- 物質の波としての性質を光の波で自在に操る ---

「すべての物質は粒でもあり、波でもある」というのが、量子力学という近代物理学の原理です。そこで、農工大三沢研究室では、光の波を使って、物質の波としての性質を直接操り、そのことによってさまざまな物質の性質を自在に変えようとする技術を開発しました。この技術は、物理学、化学、生物学、情報通信工学などの分野に広く使われることが期待されています。

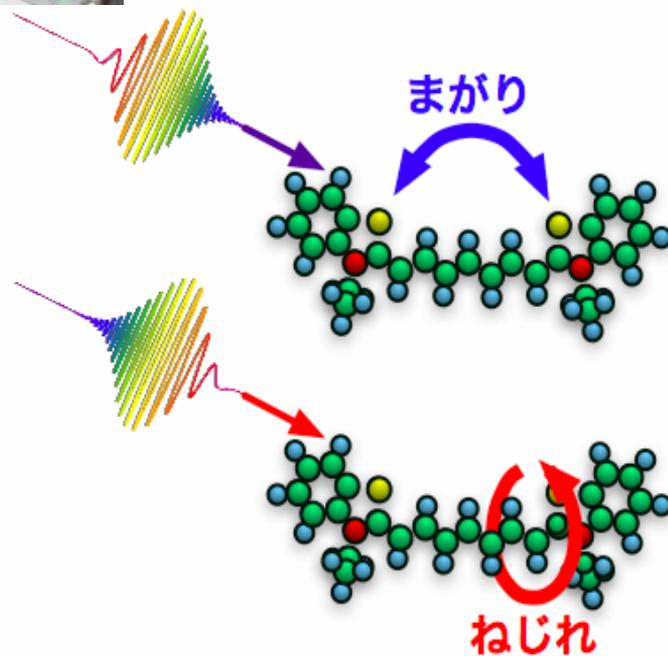


光波形整形装置

量子波束制御の応用には、

- (1) 光を使って情報を送ったり、読み書きすることができる
- (2) 光を使って物質の作りかえができる
- (3) 顕微鏡で物質の組成などが画像にできる

当てる光の波形を変えると  
分子の動きが自由に変えられる



量子波束制御に必要な装置は、  
東京農工大学にすべてあります。

- (1) 光の波形を自在に変えられる装置
  - (2) 分子や電子の動きを追跡する装置
  - (3) 分子の形を光で操る装置
- など

リアルタイム  
分子形状観測装置



# 太陽系外惑星の直接観測手法

--- 地球外生命は存在するのか ---

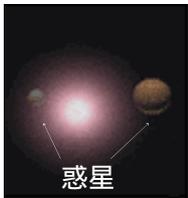
夜空の星には、太陽のように自ら発光する「恒星」と、恒星の光を反射して光る「惑星」があります。惑星の光を観測して分析できれば、生命がいる証拠をつかめるかもしれません。でも、遠く太陽系の外にあるような惑星となると、桁違いに明るい恒星に隠れてしまい、その光は見られません。そこで、農工大黒川(隆)研究室では、恒星の光だけを隠し、遠い惑星を直接見る方法を研究しています。



恒星



恒星(自分で光る星)の光だけ隠してしまうと...



惑星

隠れていた遠い宇宙の惑星(自分では光らない星)が見えるようになる



ほら、光が打ち消しあって恒星が消えるでしょ！

???



でも光の波をどうやって逆さまにするの？



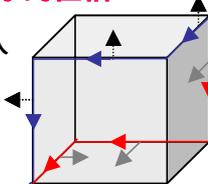
私たちは下の図のように、立体的に光の経路を変えてやると、光の波が逆さまになることに注目しました。

この方法は、星の光に含まれるどんな色の光に対しても同じように波を逆さまにできる画期的な手法です。



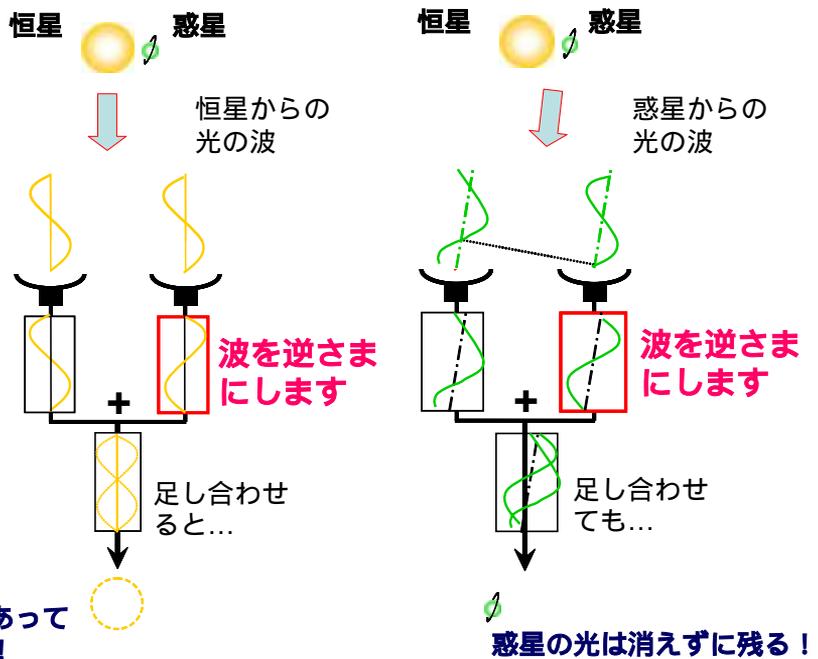
\*幾何学的位相

の導入



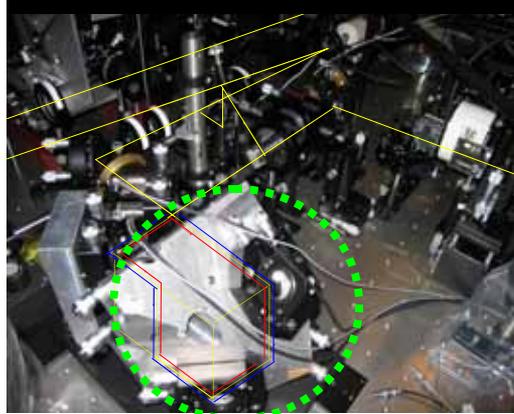
惑星像  
打ち消された恒星像

これが恒星の光だけを隠すアイデアだ！

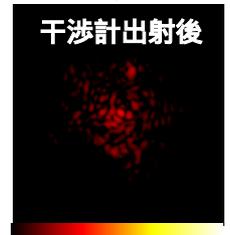


## 実験装置

幾何学的位相を利用した  
共通光路3Dサニャック干渉計



干渉計入射前



干渉計出射後

$10^{-6}$   $10^0$

レーザーを恒星に見立てた実験で、光の明るさを約10万分の1まで下げることに成功