

石田(實)記念財団・研究奨励賞  
2011.12.9

# ハイブリッド量子通信システム の構築へ向けた 光子－電子スピン量子メディア変換 の研究



小坂 英男

東北大学 電気通信研究所  
国立情報学研究所(兼務)



FIRST



# 発表の流れ

## – 背景

- 量子とは
- 量子通信とは
- 量子中継とは

## – 量子メディア変換

- 光子から電子スピンへ
- 単一光子変換と単一スピン検出
- 単一電子スピン操作

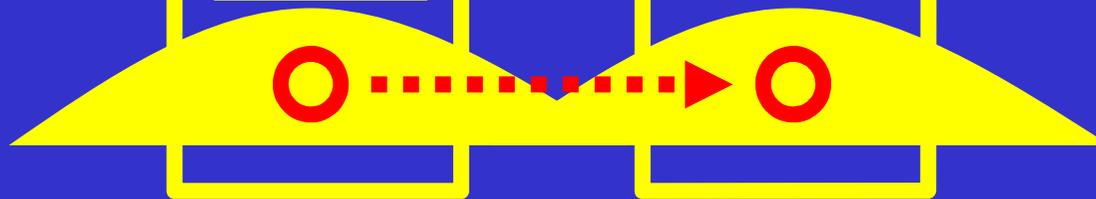
## – まとめ

- 量子通信ネットワークへ向けて

# 量子とは

バリア

電子



井戸A + 井戸B

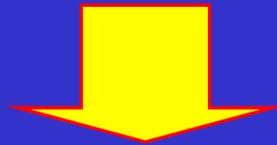
量子もつれ

量子情報

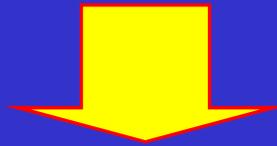
量子  
テレポーテーション

# 量子通信とは ー安全な通信ー

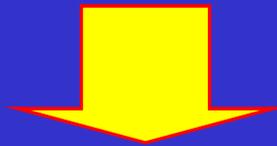
- ・量子は盗聴(測定)によって破壊される



- ・盗聴されるとすぐに盗聴箇所がわかる

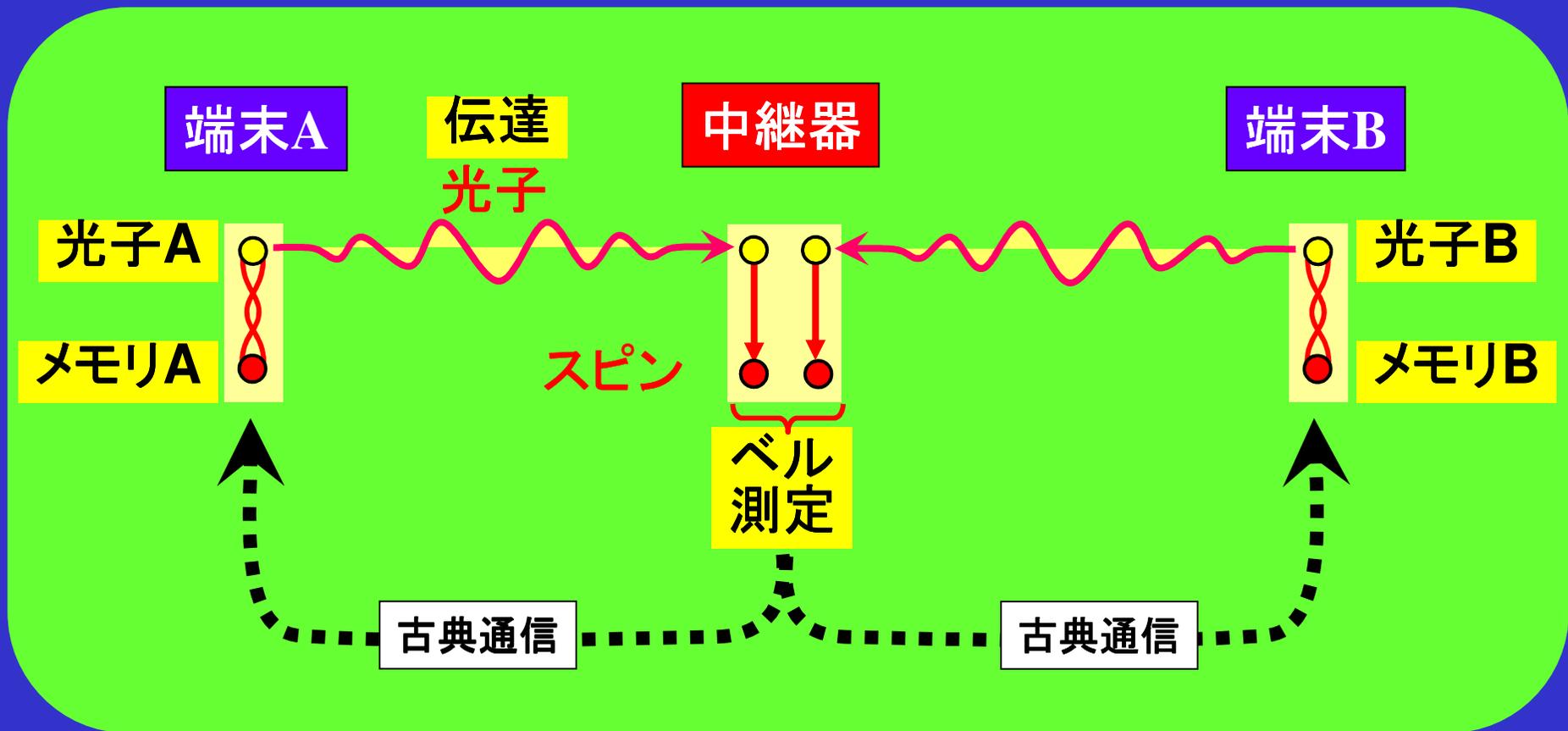


- ・盗聴されたら別の通話路を用いる



- ・量子中継を介した量子ネットワークが必須

# 量子中継とは



# 発表の流れ

## – 背景

- 量子とは
- 量子通信とは
- 量子中継とは

## – 量子メディア変換

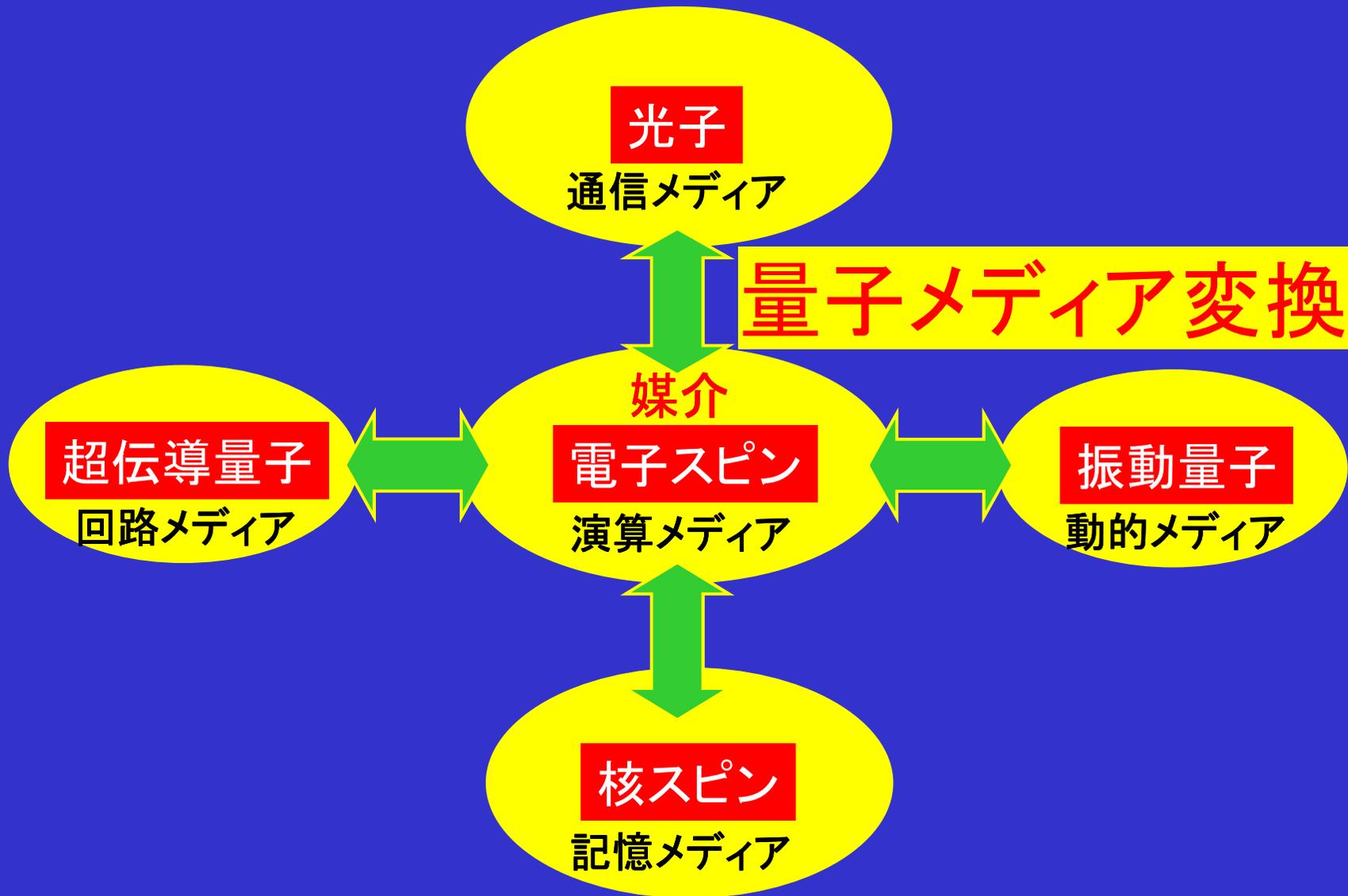
- 光子から電子スピンへ
- 単一光子変換と単一スピン検出
- 単一電子スピン操作

## – まとめ

- 量子通信ネットワークへ向けて

# 量子メディア変換

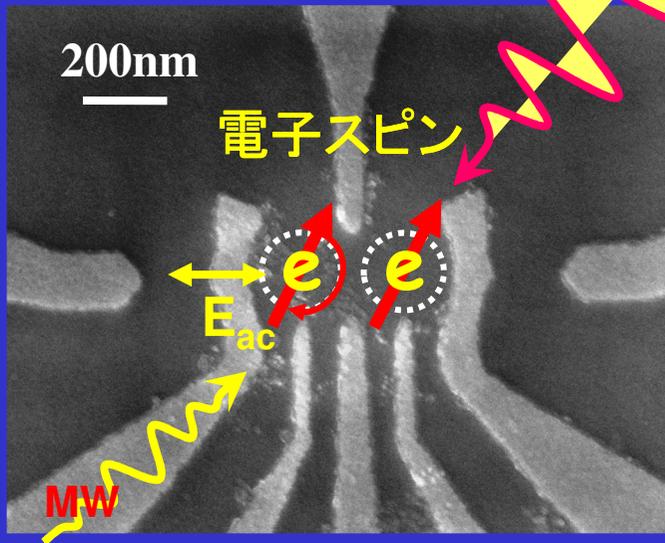
## ハイブリッド量子システム



# 光子から電子スピンへ

## 通信メディア

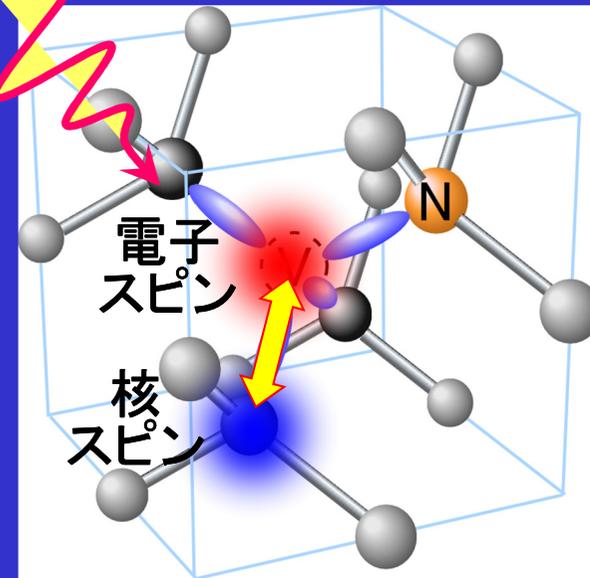
半導体量子ドットの  
電子スピン



演算メディア

光子

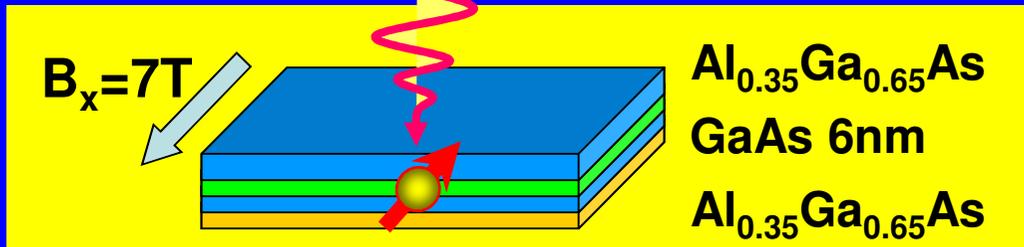
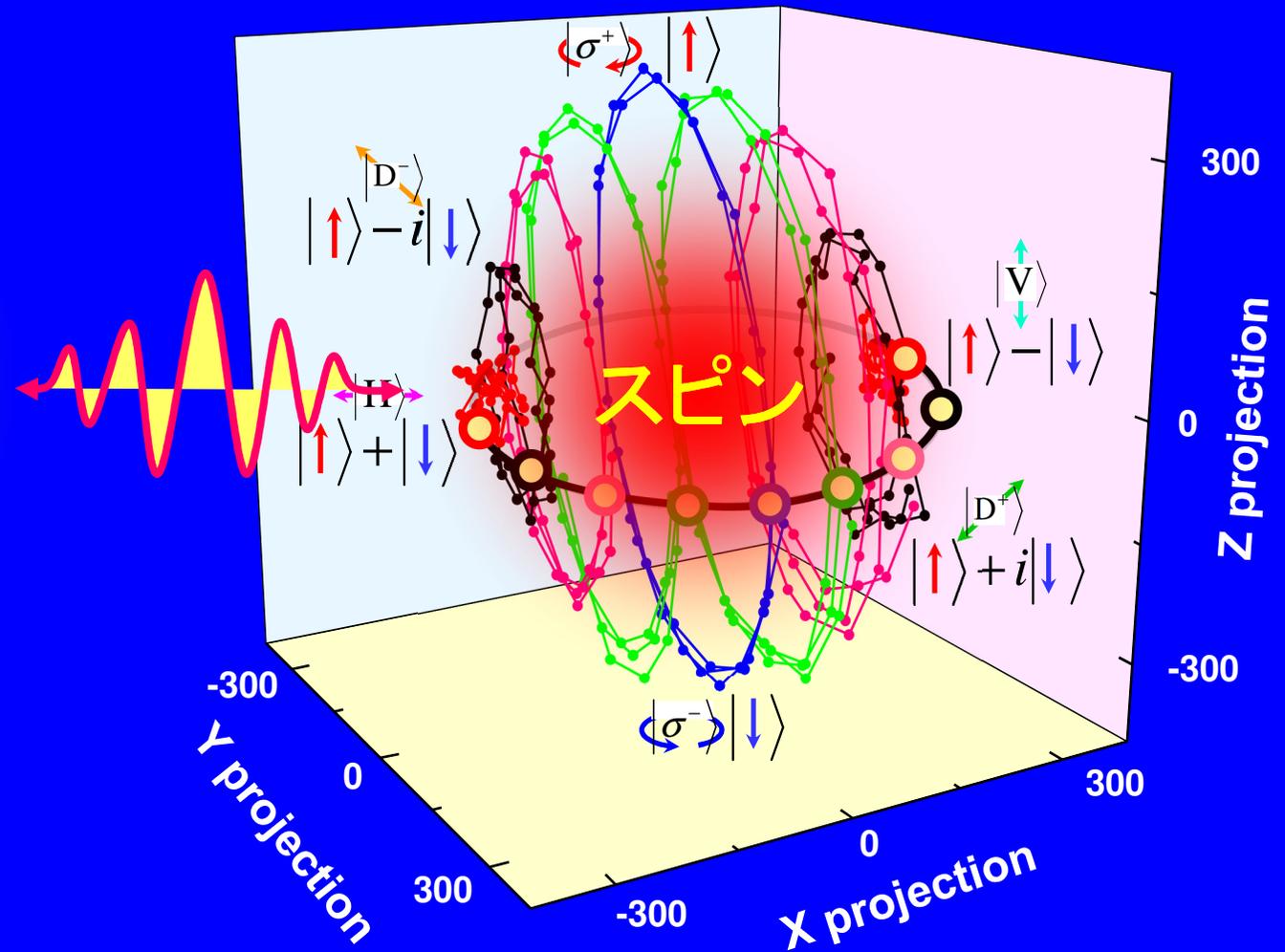
ダイヤモンド欠陥  
の核スピン



記憶メディア

# 任意スピンの光生成と光読み出し

光子

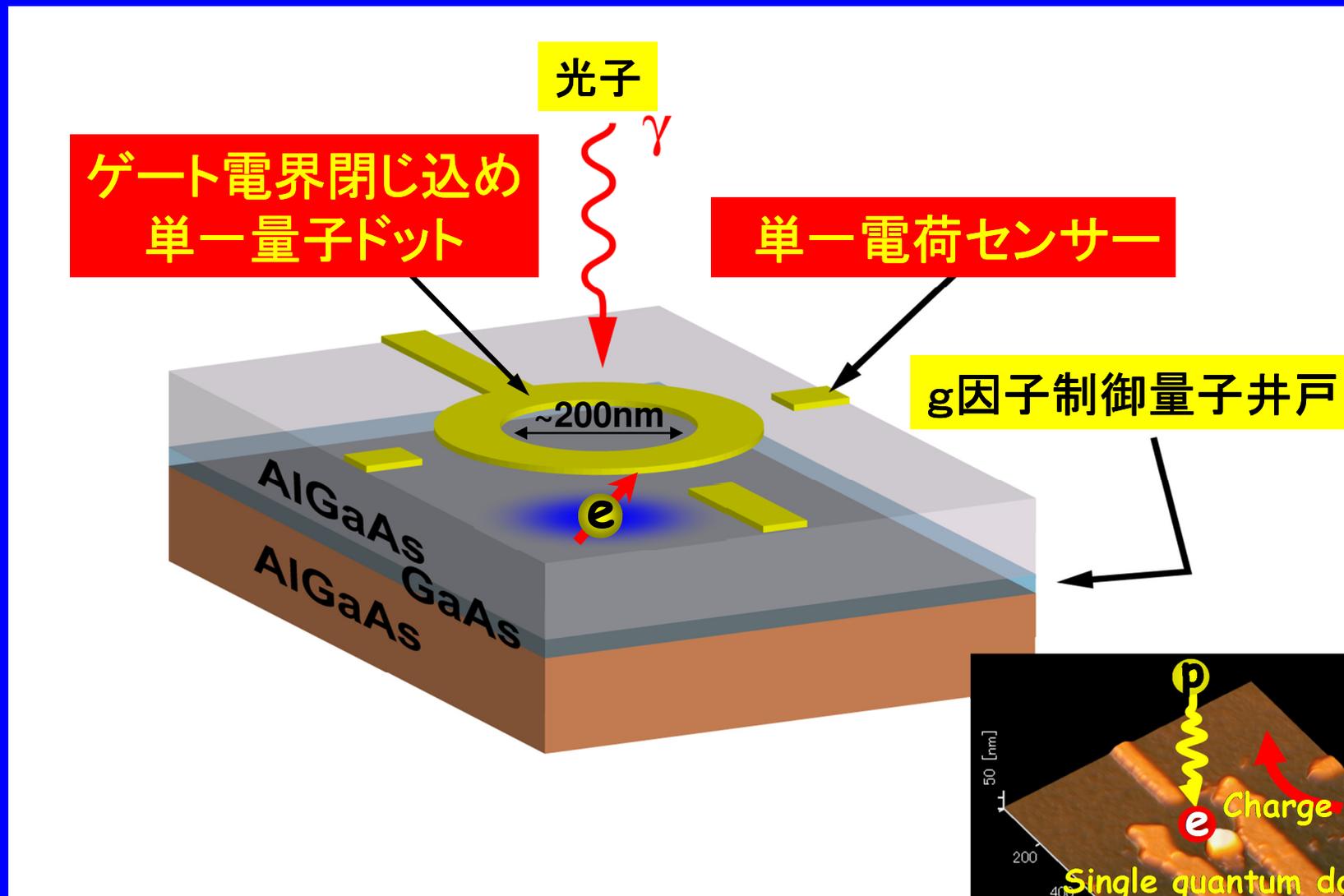


*Nature* 2009

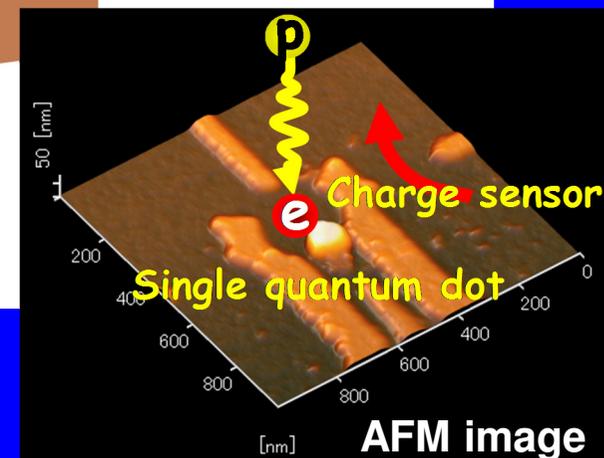
*Phys. Rev. Lett.* 2008

*Appl. Phys. Lett.* 2011

# 単一光子変換と単一スピンの検出

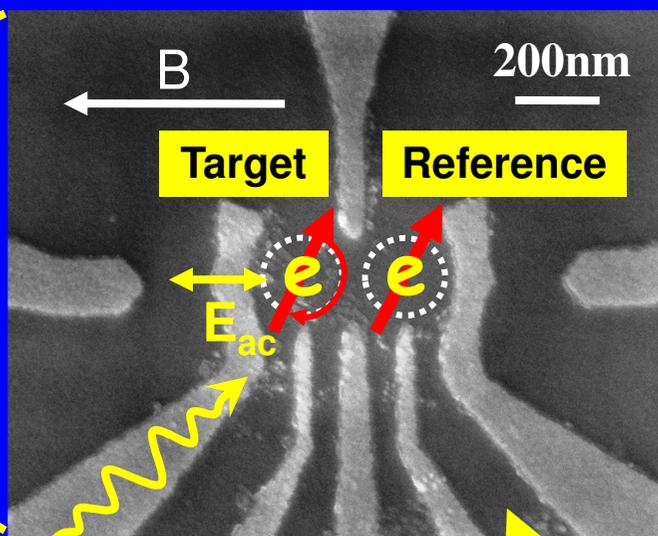
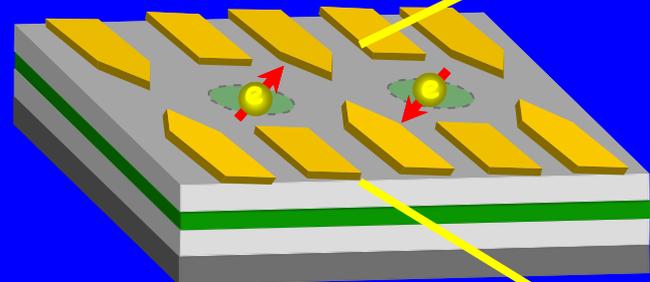


Appl. Phys. Lett. 2010



# 単一電子スピン操作

ゲート電界閉じ込め  
半導体量子ドット



マイクロ波  
によるスピン制御

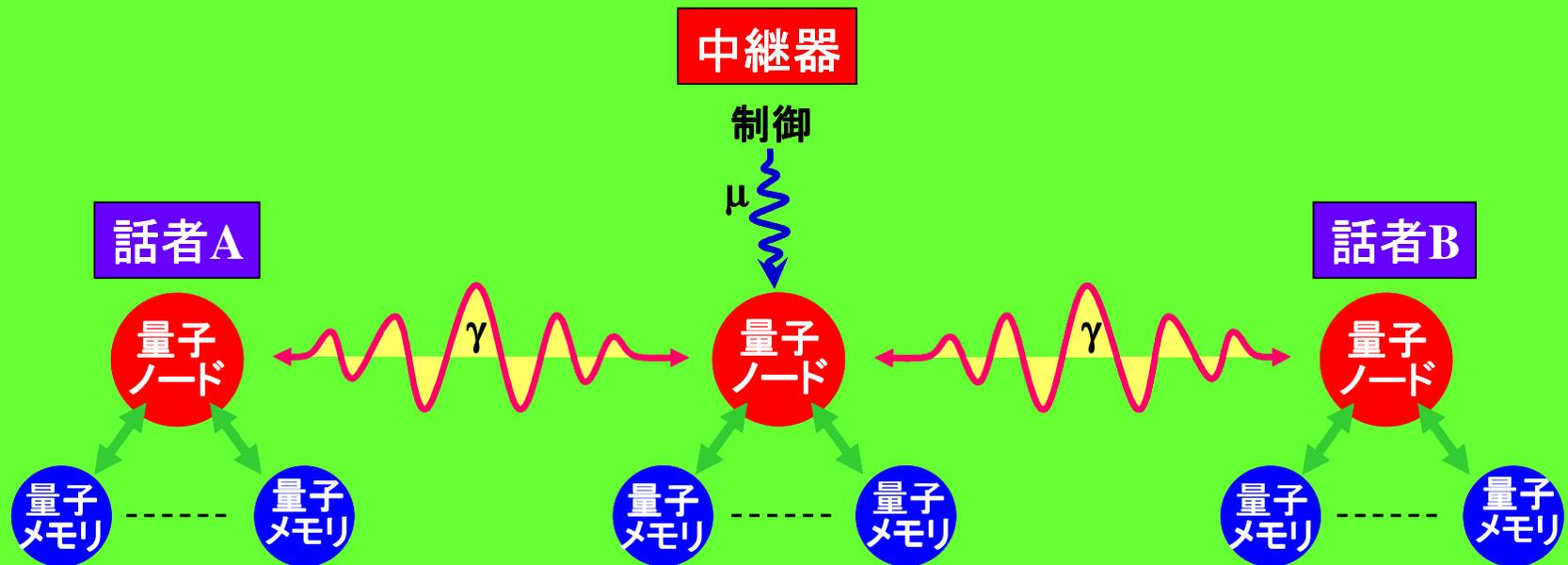
量子メディア変換  
デバイス構造

*Phys. Rev. Lett.* 2009

*Phys. Rev. B, Rapid Comm.* 2010

*Phys. E* 2010

# 量子通信ネットワークへ向けて



破壊されることのない安全・安心な情報社会の創出

# まとめ

## ハイブリッド量子通信システム の構築へ向けた 光子－電子スピン量子メディア変換

- －ハイブリッド量子システムの提案
- －量子中継器へ向けた取り組み
- －量子メディア変換の実証
  - ・光子から電子スピンへ
  - ・単一光子変換と単一スピン検出
  - ・単一電子スピン操作
- －量子通信ネットワークへ向けて