

# 銀ナノ粒子を用いた可視光応答型光半導体の病原細菌に対する抗菌効果

○田尻晋太郎<sup>1</sup>、宮崎愛<sup>1</sup>、伊東謙吾<sup>2</sup>、田中賢二<sup>1</sup>

<sup>1</sup>近畿大学産業理工学部生物環境化学科、

<sup>2</sup>伊都研究所

# 従来型の光触媒について

紫外線  
応答型  
が主流

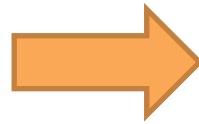
○光を照射することにより触媒作用を示す物質  
二酸化チタン・硫化カドミウム・酸化亜鉛など



UVによって分解され、有害なCd・Znイオンが発生

- UVによって分解されないため、半永久的に使用可能
- 塩素やオゾンよりも高い酸化力をもつ
- 強力な殺菌力と有機物分解能力がある

光触媒は様々な用途で利用されている



応用



ガードレール



光電池

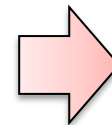


建築用外装材



道路遮音壁

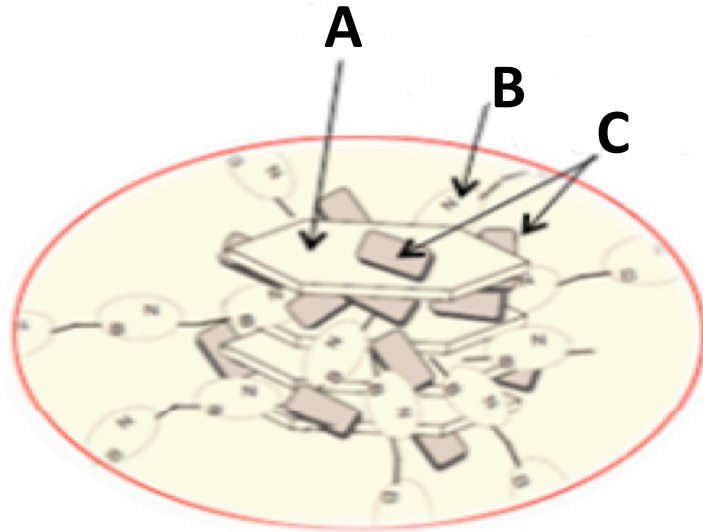
紫外線を吸収するものの可視光には応答しないため、光触媒としての用途は屋外・日中での使用に限られる



“可視光応答型”光触媒の研究が進められている

# 本研究で検証する新規な光半導体

## ABC光半導体



- A: 銀ナノ粒子 (Ag)
- B: ボロン樹脂
- C: クレイ

伊都研究所が西松建設(株)と  
共同で新規な光半導体を開発

Fig.1 Predicted structure of ABC photoconductor

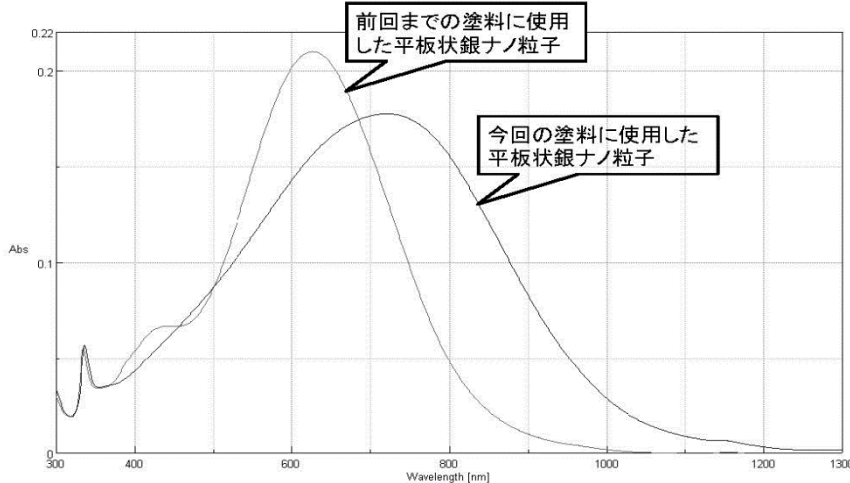


Fig.2 Absorption spectrum. of ABC photoconductor

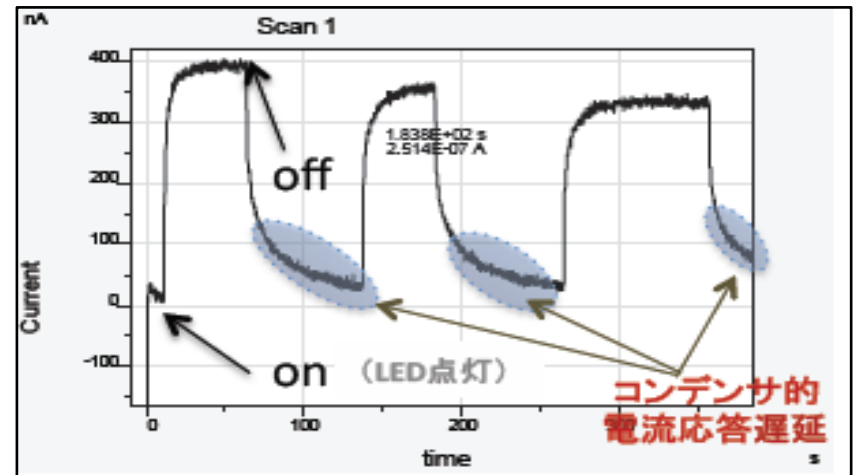


Fig.3 Current generation of ABC photoconductor

簡易試験においてABC光半導体が暗所下でも *Escherichia coli* や *Micrococcus luteus* などの非病原細菌やある種のカビの増殖阻害作用を有することを確認

Table 1 Composition of ABC photosemiconductor

Type	Components		
	Ag(A)	Boron(B)	Clay(C)
X	1	6	3
Y	1	2	1
Z	1	24	12

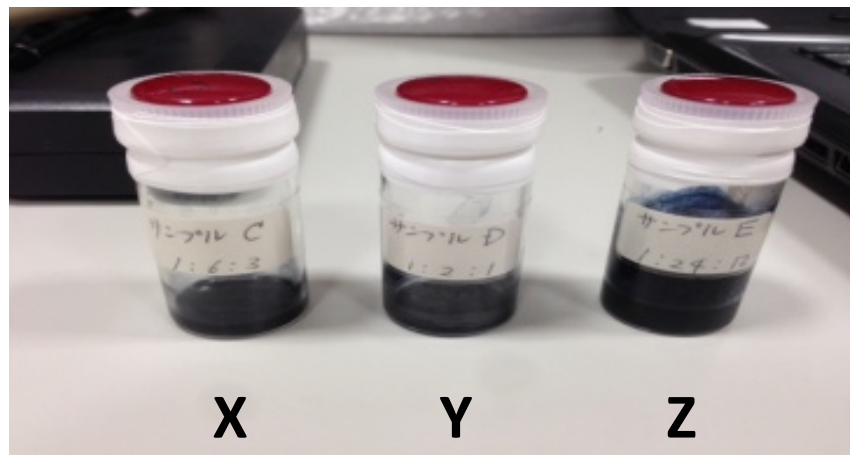


Fig.4 ABC photosemiconductor  
In butyl acetate

## [本研究の目的]

組成の異なる3タイプのABC光半導体の抗菌効果について以下の検証を行った。

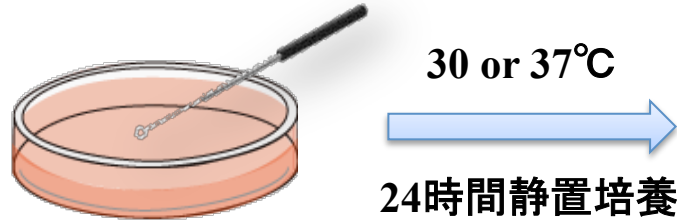
- ◆ 病原細菌に対する暗所での抗菌活性
- ◆ 可視光照射による抗菌活性増強効果
- ◆ 光半導体組成の影響

### <試験試料>

伊都研究所で酢酸ブチルを溶媒として調製された原液を適宜希釈して使用

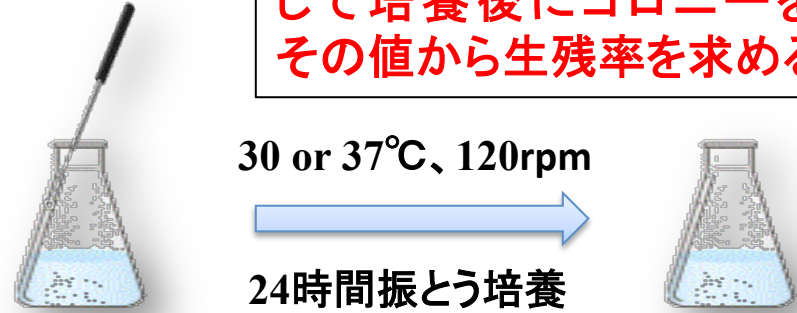
# 抗菌試験方法

## 1. リフレッシュ



寒天平板培地(通常濃度)に  
検定菌を白金耳で接種

## 2. 前培養



液体培地(通常濃度)にリフレッ  
シュした検定菌を白金耳で接種

培地表面に直接光半導体希釈  
液を塗布し、検定菌を塗抹接種  
して培養後にコロニーを計測、  
その値から生残率を求める

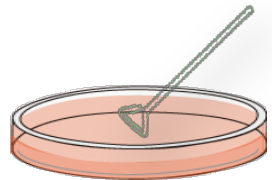
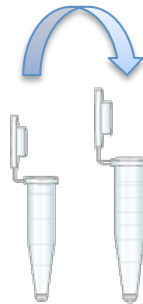
検定菌培養液

## 3. ABC光半導体の塗布

→ 疎水性のナノ粒子

ABC光半導体

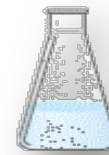
酢酸ブチルで  
分散・希釈



クリーンベンチ内で  
酢酸ブチルを揮発

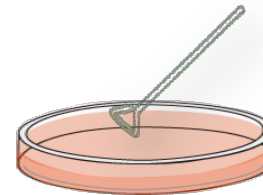
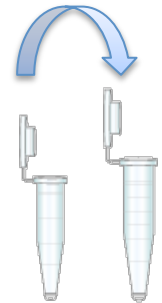
希釈した光半導体を100μlず  
つ寒天平板培地(1/100濃度)  
にコンラージ棒で塗布

## 4. 菌液の塗布



滅菌生理食塩水で希釈

検定菌培養液



暗所・LED光(4波長)  
照射下に分け、所定  
温度で一定時間培養

希釈した菌液を100μlずつ  
光半導体をコーティング  
した培地に塗抹接種

培養後、コロニー計測

## < 検定菌 >

抗生物質や抗菌素材の抗菌評価でよく使用されている病原細菌を用いた。

●腸管出血性病原性大腸菌(分離株)  
*Escherichia coli* O157 : H7

●緑膿菌

*Pseudomonas aeruginosa* NBRC3080  
(グラム陰性通性嫌気性桿菌)

●黄色ブドウ球菌

*Staphylococcus aureus* NBRC13277  
(グラム陽性通性嫌気性球菌)

光量は室内光と同程度の  
 $15\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ に調製

## < 可視光照射条件 >

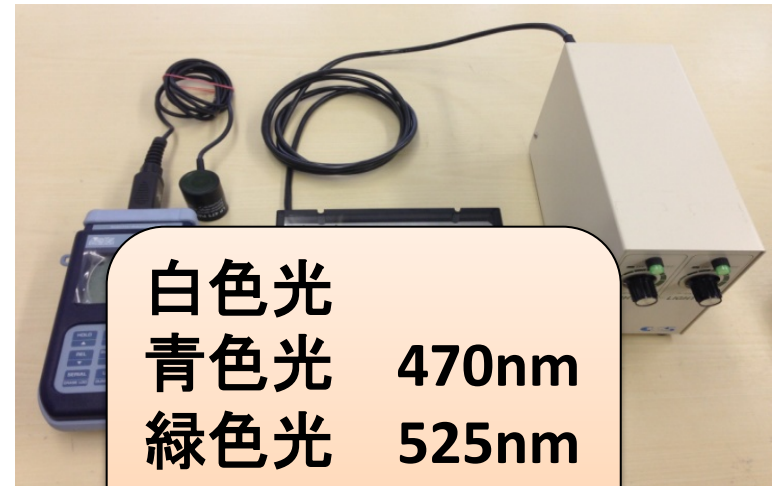


Fig. meter

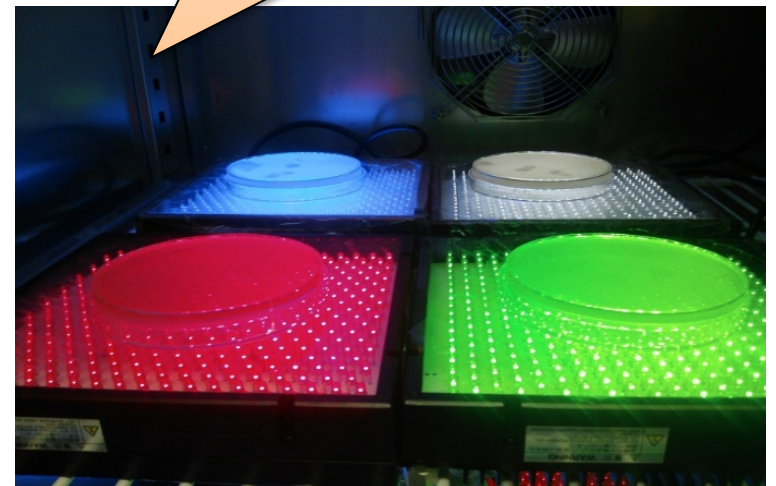


Fig.6 Visible light irradiation  
rom LED

# 暗所下におけるABC光半導体の抗菌効果

## Antibacterial activity of ABC photosemiconductor to pathogenic bacteria

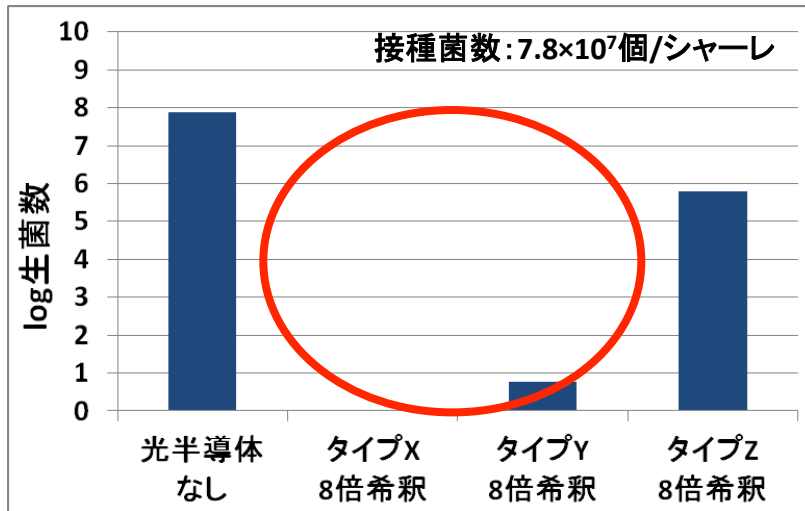


Fig.7 *E.coli* O157:H7

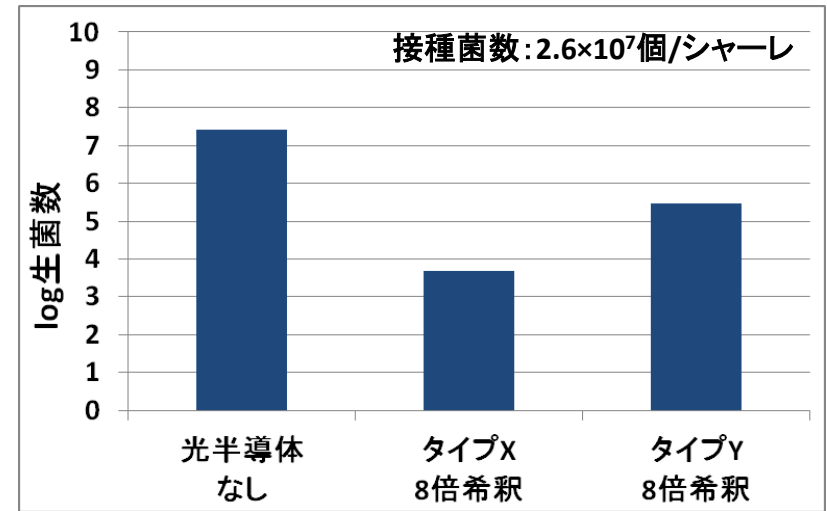


Fig.8 *Pseudomonas aeruginosa*

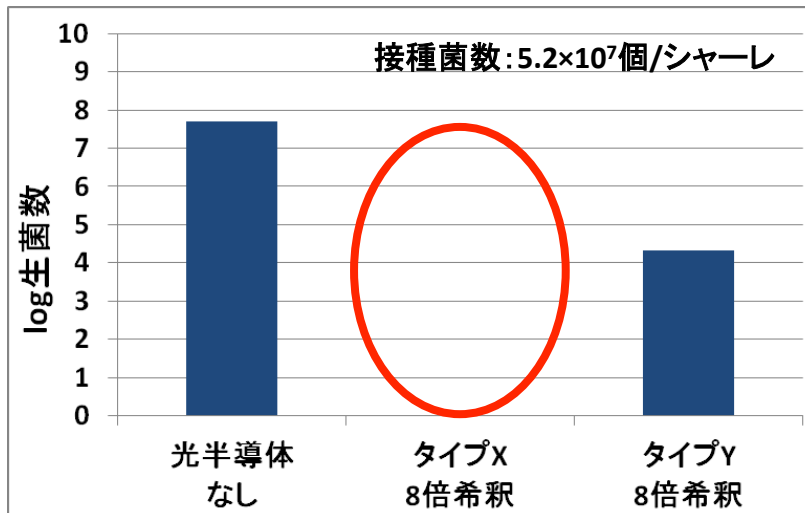


Fig.9 *Staphylococcus aureus*

### ○ *E.coli* O157 について

- ・タイプXとYは生菌数を7~8桁減少させた
- ・タイプZでは菌数減少は2桁にとどまった

### ○ *P.aeruginosa* について

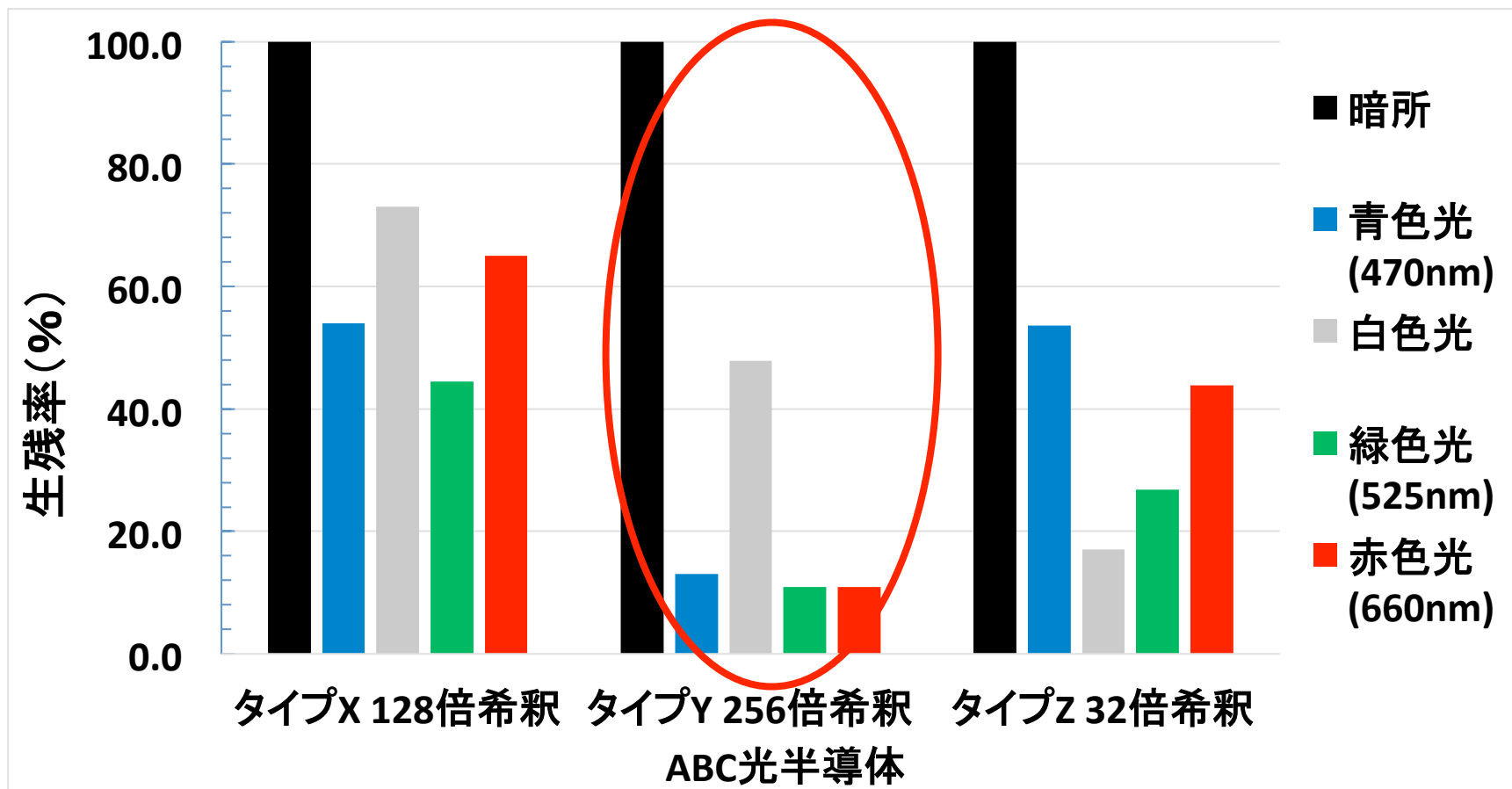
- ・タイプXで4桁、タイプYで2桁の菌数減少が認められた

### ○ *S.aureus* について

- ・タイプXで8桁、タイプYで3桁の菌数減少が認められた

# 可視光照射下における *E.coli* O157:H7 に対する抗菌効果 < 光量 : $15\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >

暗所において抗菌活性がほぼ失われる濃度まで光半導体を希釈。  
光半導体あり・暗所での生残率を100%とした。

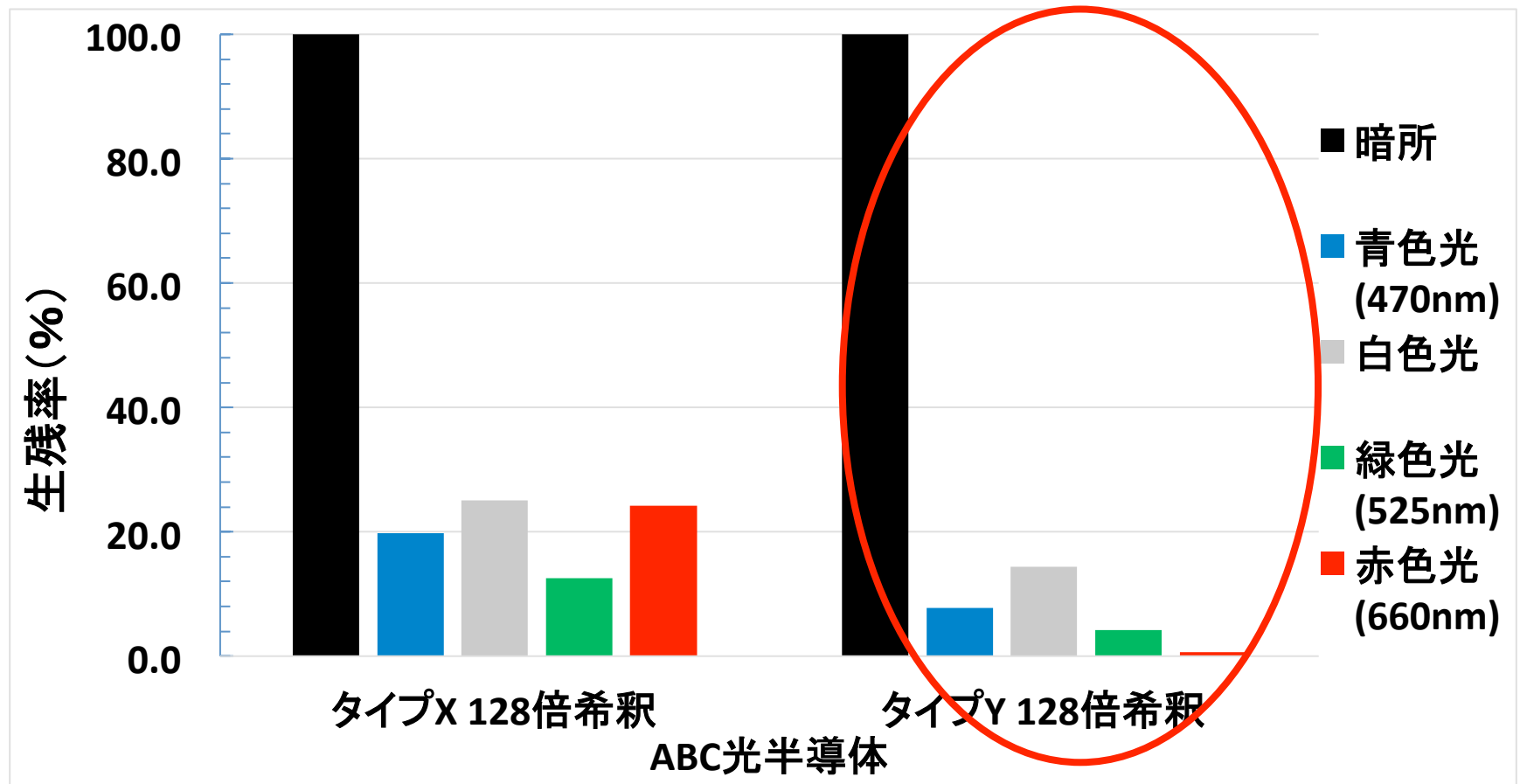


**Fig.10 Comparison of antibacterial activity to *E.coli* O157:H7 between dark and visible light irradiation condition**



# 可視光照射下における緑膿菌に対する抗菌効果 <光量：15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >

暗所において抗菌活性がほぼ失われる濃度まで光半導体を希釈。  
光半導体あり・暗所での生残率を100%とした。



**Fig.11 Comparison of antibacterial activity to *P.aeruginosa* between dark and visible light irradiation condition**

# 可視光照射下における黄色ブドウ球菌に対する抗菌効果 <光量：15 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ >

暗所において抗菌活性がほぼ失われる濃度まで光半導体を希釈。  
光半導体あり・暗所での生残率を100%とした。

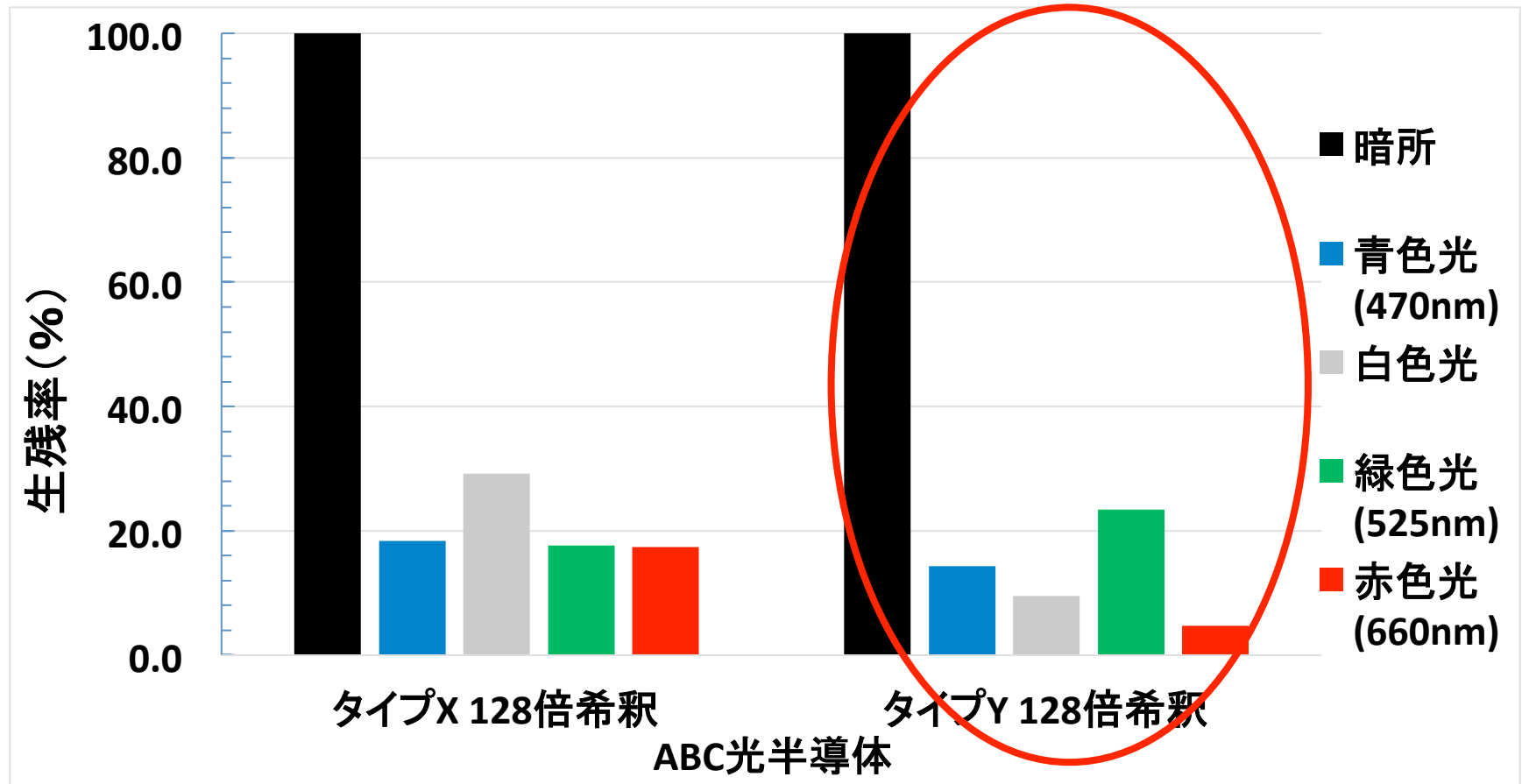


Fig.10 Comparison of antibacterial activity to *S.aureus* between dark and visible light irradiation condition

# 要約

●ABC光半導体は3タイプすべてが暗所において3種類の病原細菌に対して強い抗菌活性を示し、とくにタイプXとYは8倍希釈で*E.coli* O157の生菌数を7~8桁減少させた。

●暗所での抗菌力が最も高かったのは、タイプXの光半導体であり、検定菌に対する抗菌活性は *S.aureus* > *E.coli* O157:H7 > *P.aeruginosa*の順で高かった。

●室内光程度の可視光照射により、ABC光半導体の抗菌活性は明らかに向上し、とくにタイプYでは暗所下に較べて生残率が約2桁減少した。

●タイプYの光半導体では、4種類の波長光のうち、とくに赤色光照射において高い抗菌活性増強効果が認められた。

Table 1 Composition of ABC photosemiconductor

Type	Components		
	Ag(A)	Boron(B)	Clay(C)
X	1	6	3
Y	1	2	1
Z	1	24	12

ABC光半導体の抗菌活性は、3成分の組成とくにボロン樹脂の含量や検定菌の菌種、光照射条件によって大きく変動することが確認された。これらの要因による影響については、今後“フィルム密着試験法”(JIS R 1752)によって詳しく検証していく予定である。