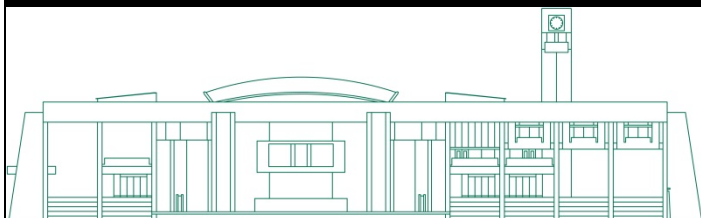


LED産業の今後の可能性



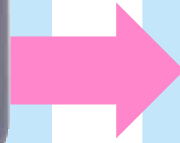
名古屋大学大学院工学研究科
電子情報システム専攻・赤崎記念研究センター
教授 天野 浩
amano@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. LED市場現況
2. 照明用LEDの新展開と応用展開
3. 深紫外LEDの開発状況



2015年01月14日(水) 10:30-12:00

如何に青色LEDが若者の生活を変えたか？



1989

GAME BOY

1989 Released

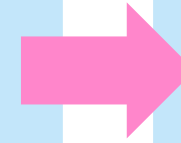
Photo : Nintendo Co., Ltd.

1998

GAME BOY COLOR

1998 Released

Photo : Nintendo Co., Ltd.



1991

movA P

1991 Released

Website : DOCOMO CS Tohoku, INC.

Quoted from the history of the mobile phone

<http://www.docomo-cs-tohoku.co.jp/museum/tanmatsu/p.html>

1999

Digital mova F502i HYPER

1999 Released

Website : DOCOMO CS Tohoku, INC.

Quoted from the history of the mobile phone

<http://www.docomo-cs-tohoku.co.jp/museum/tanmatsu/f502i.html>

Copyright: The Nobel Foundation

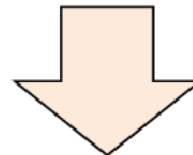
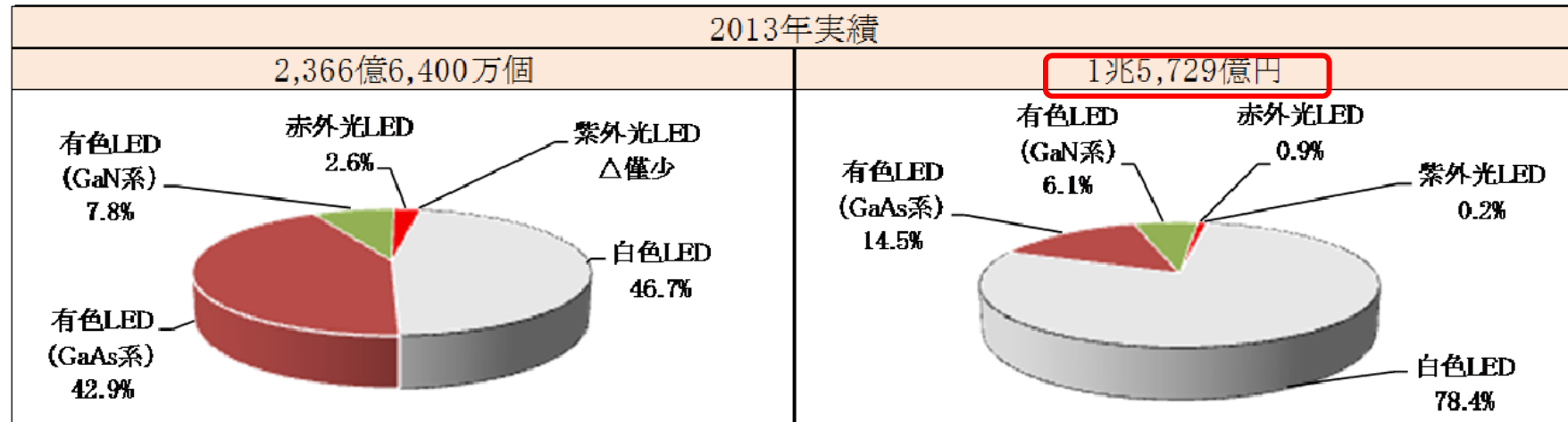
-
- 1. LED市場現況**
 2. 照明用LEDの新展開と応用展開
 3. 深紫外LEDの開発状況

2014 LED関連市場総調査(上巻)

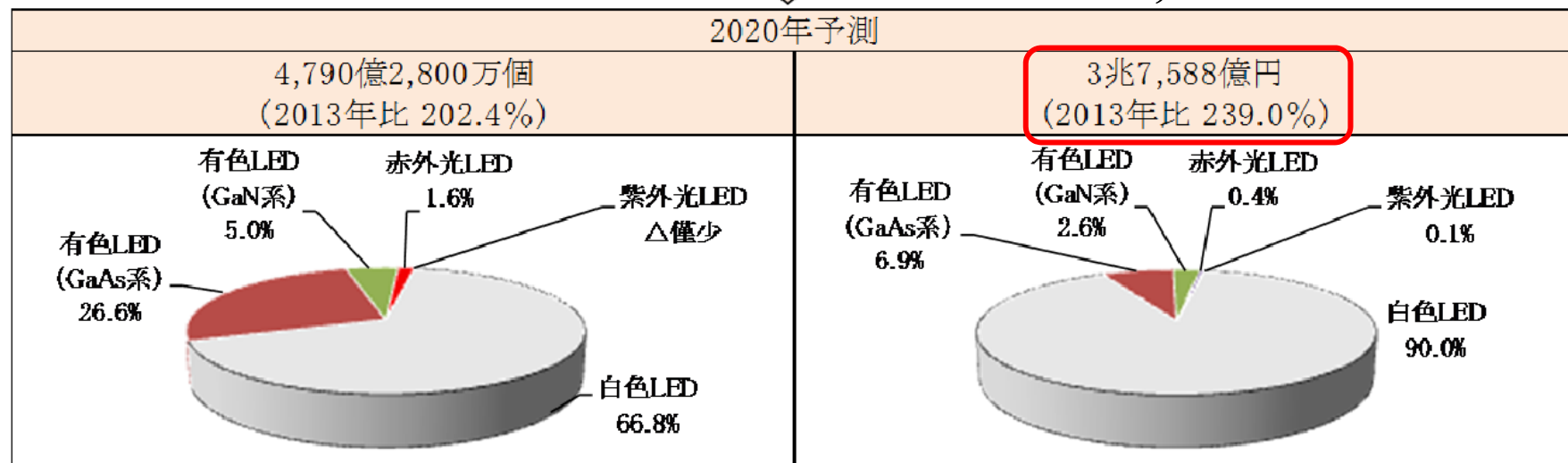
～アプリケーション編～

LEDパッケージの世界市場

1兆5,729億円！



3兆7,588億円！



【富士キメラ総研推定】

LED照明の本格普及時期

年次		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
光源	白熱灯	CO2削減のために、世界的に全面禁止へ										
	蛍光灯	水銀使用の影響から使用減少へ 低消費電力メリットから普及拡大へ										
	LED	→										
禁止、制限のある光源の動向	日本	(2008年) 白熱電球のメーカーレベルの自主規制 (2012年) 白熱電球製造の打ち切り										
	欧州	(2009年9月) 白熱電球の販売規制開始、100W超の白熱電球販売禁止 (2011年9月) 60Wの白熱電球販売禁止 (2012年7月) 水銀完全撤廃 (2012年9月) 25W&40Wの白熱電球販売禁止 (2016年) 省エネランプ、省エネハロゲンランプのみの販売										
	アメリカ	(2012年1月) 100W超の白熱電球販売禁止 (2013年1月) 75Wの白熱電球販売禁止 (2014年1月) 60W、40Wの白熱電球販売禁止 (2014年) 白熱灯の販売規制(ほぼゼロ)										
	中国	(2013年1月) 100Wの白熱電球販売禁止 (2014年1月) 60Wの白熱電球販売禁止 (2016年1月) 15Wの白熱電球販売禁止										

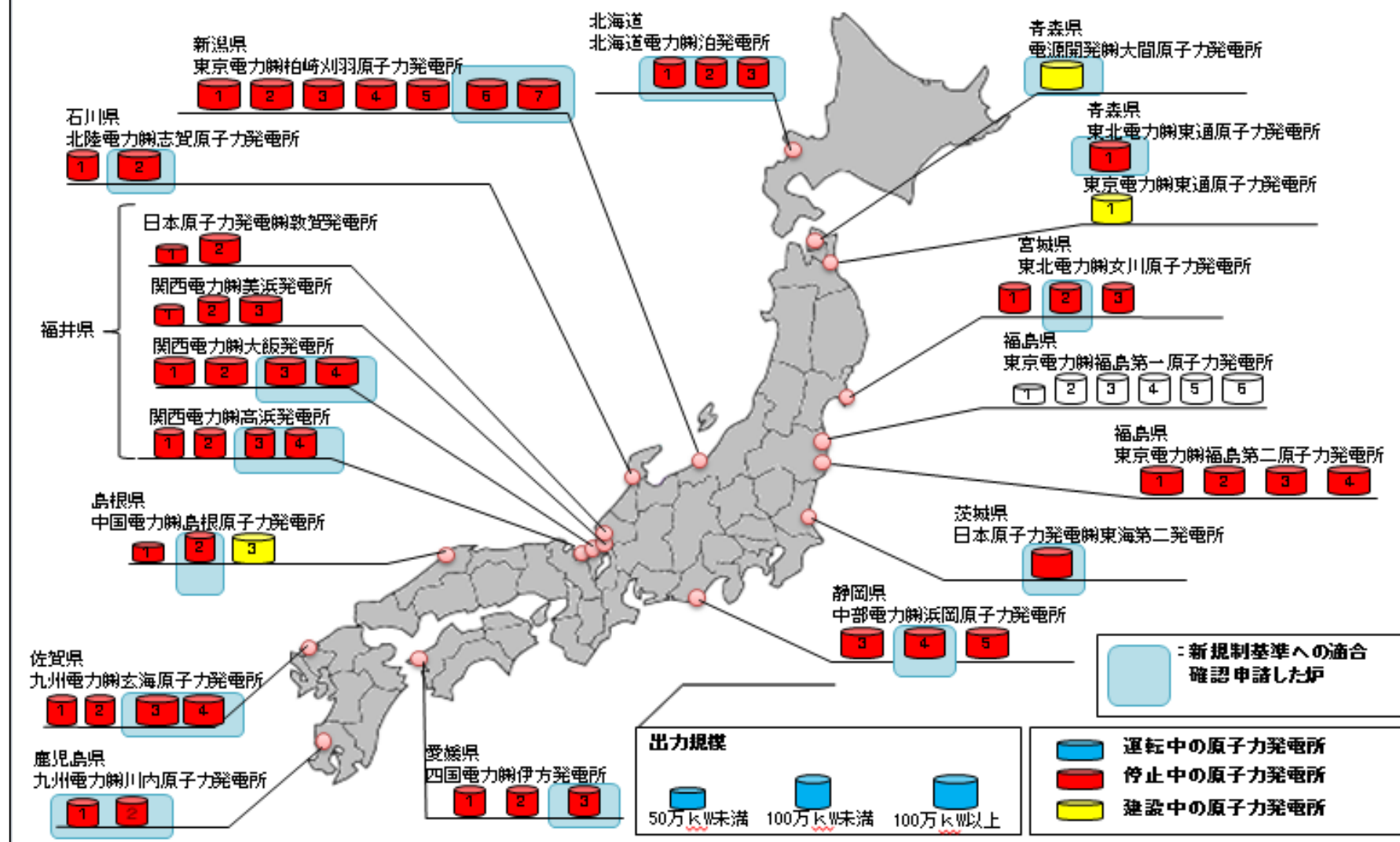
本格普及は2016以降

注) 州によって異なる。

日本における発電の現状

原子力発電所の運転状況について(平成26年12月19日時点)

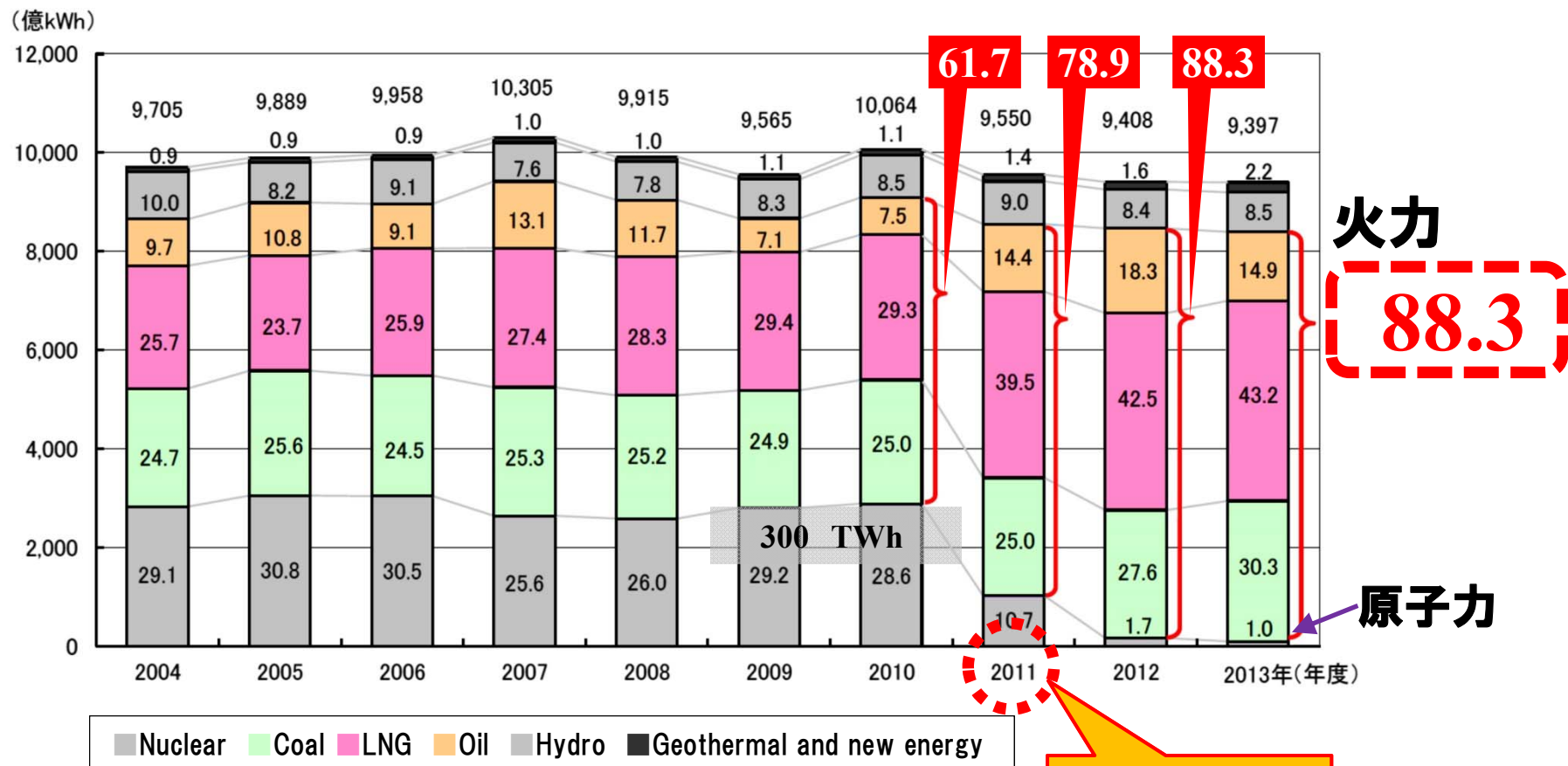
■国内の商業用原子炉は48基(新規制基準への適合性確認は14原発21基が申請)。



日本における発電割合の推移

2014.5.23

The Federation of Electric Power Companies of Japan



(注) 10 電力計、他社受電分を含む。石油等には L P G、その他ガスを含む。
グラフ内の数値は構成比 (%)。四捨五入の関係により構成比の合計が 100%にならない場合がある。

http://www.fepec.or.jp/about_us/pr/pdf/kaiken_s1_20140523.pdf

アメリカにおけるLED照明の市場浸透予測

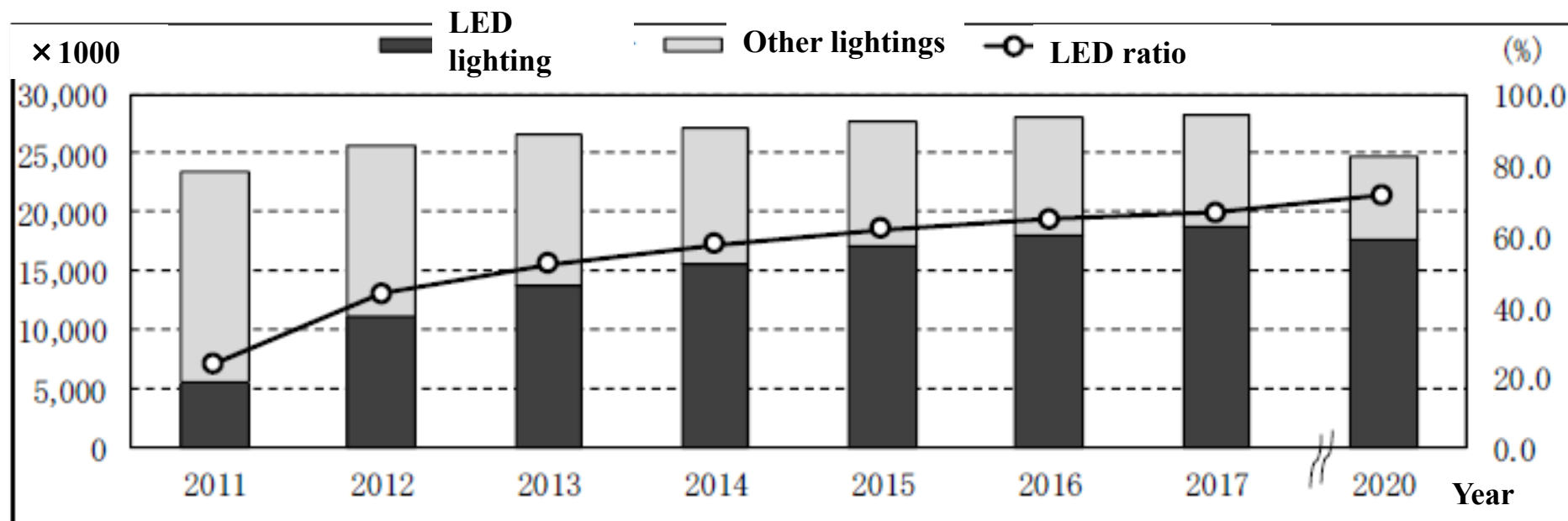
Table ES. 1 Total U.S. LED Forecast Results

	2010	2015	2020	2025	2030	Cumulative (2010-2030)
Baseline site electricity consumption (TWh)	694	635	631	641	648	13,535
Residential	173	142	138	146	153	3,105
Commercial	346	325	321	320	316	6,806
Industrial	58	49	44	41	38	947
Outdoor Stationary	116	119	128	135	141	2,676
LED market share (% of lm-hr)	-	9.5%	35.8%	59.0%	73.7%	-
Residential	-	8.1%	37.6%	60.7%	72.3%	-
Commercial	-	5.0%	27.8%	52.5%	70.4%	-
Industrial	-	8.8%	36.0%	59.2%	72.3%	-
Outdoor Stationary	-	29.0%	64.2%	81.6%	87.2%	-
Site electricity savings (TWh)	-	21	122	217	297	2,672
Residential	-	7	51	82	102	1,009
Commercial	-	6	38	73	111	902
Industrial	-	0	3	8	11	88
Outdoor Stationary	-	7	30	54	73	673
Site electricity savings (%)	-	3.3%	19.4%	33.9%	45.8%	19.7%
Residential	-	5.1%	37.3%	56.7%	66.9%	32.5%
Commercial	-	1.9%	11.7%	22.9%	35.0%	13.3%
Industrial	-	0.8%	7.4%	18.3%	29.4%	9.3%
Outdoor Stationary	-	6.2%	23.7%	40.2%	51.7%	25.2%

全消費電力量
4273 TWh

297/4273 ~ 7%

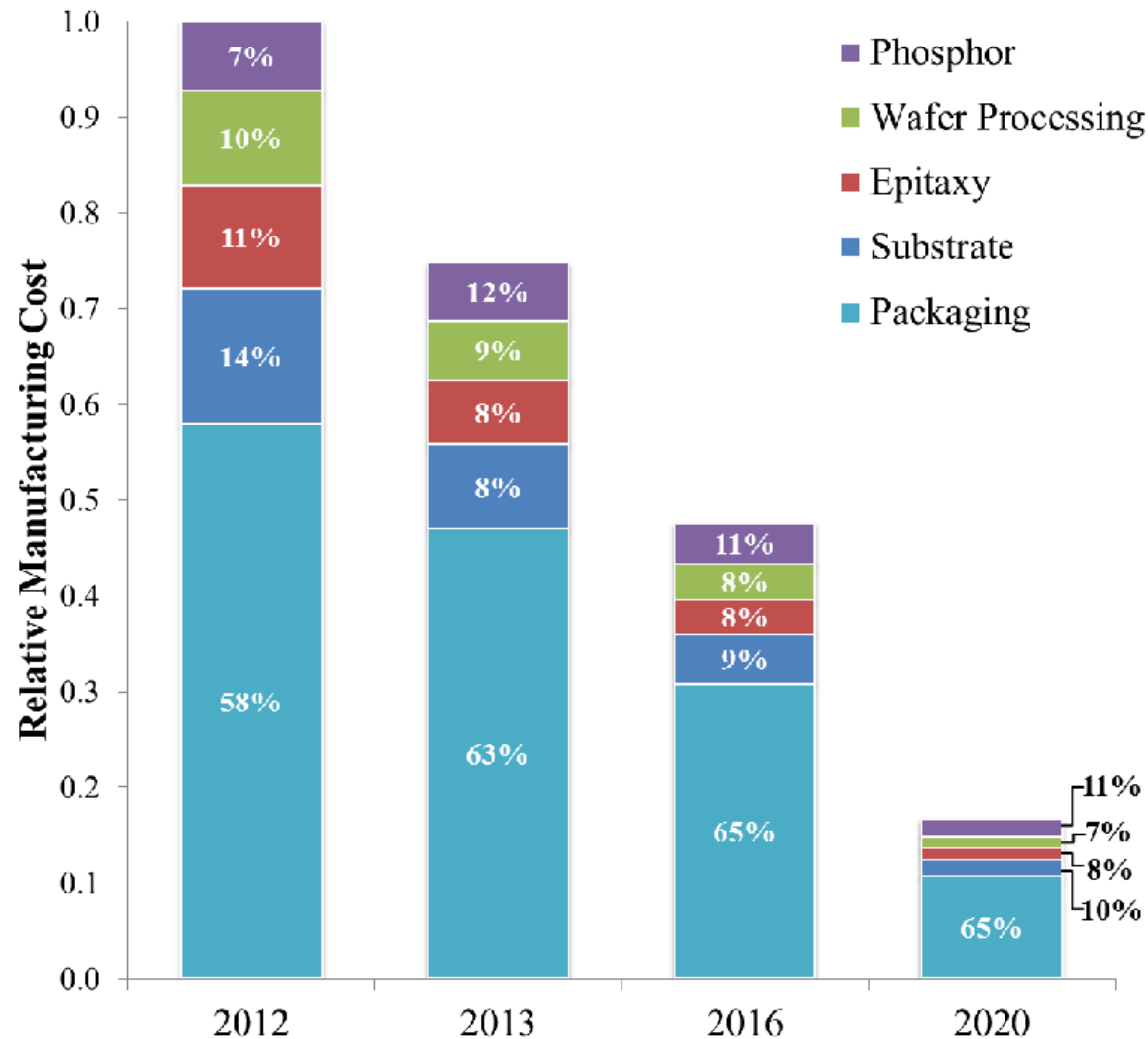
日本におけるLED照明の市場浸透予測



Data from Fuji Chimera Research Institute, Inc.,
2014 LED Related Market Survey

LED照明の普及により、2020年までに全発電量のうちの約7%（約1兆円分）の電力消費削減が可能！

LEDコストのロードマップ



2013年コスト水準
の～1/5

Figure 1.7 Projected LED Package Cost Reduction

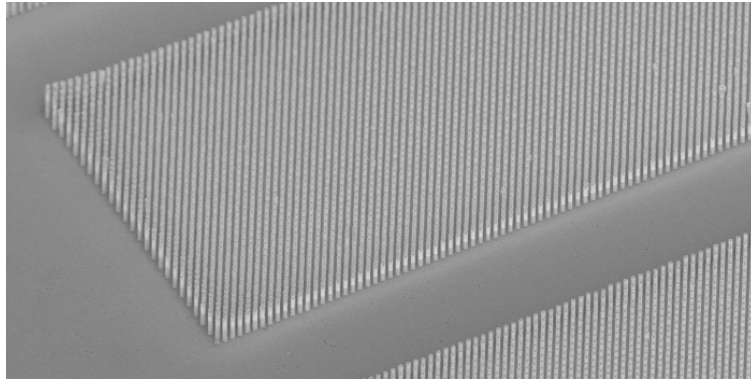
Source: DOE SSL Roundtable and Workshop attendees

US Department of Energy

Solid state lighting Research and Development: Manufacturing Roadmap September 2013

-
1. LED市場現況
 2. **照明用LEDの新展開と応用展開**
 3. 深紫外LEDの開発状況

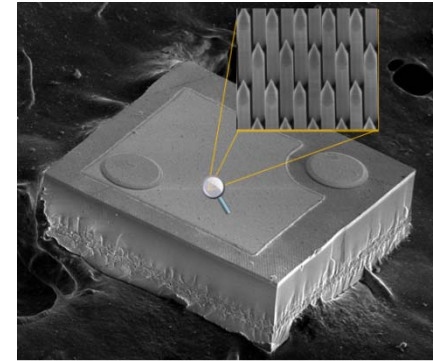
低コスト化のための三次元構造: ナノワイヤLED



<http://www.aledia.com/en/technology/>

GaN Nanowire on Si

GaN Nanowire on Sap.

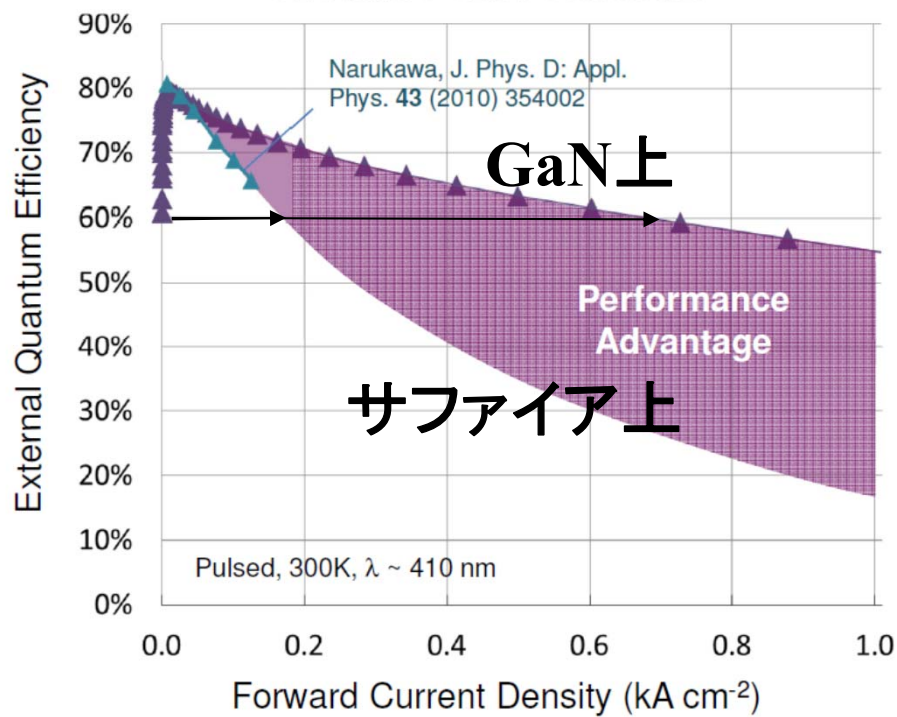


<http://www.glo.se/technology.html>

**>8 inch Si基板上
CMOS compatible**

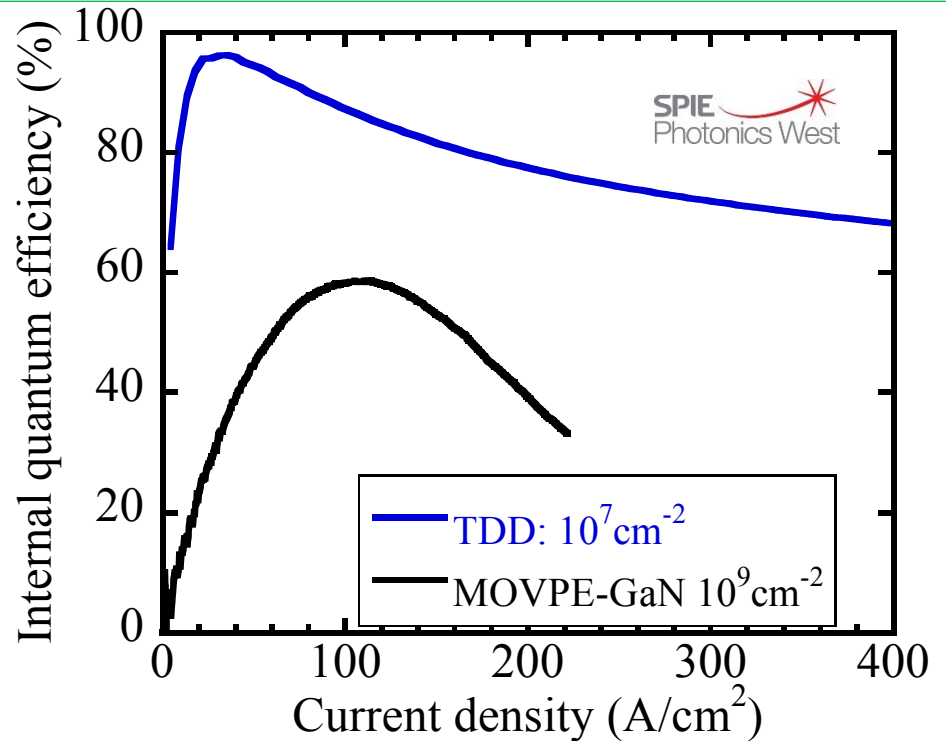
GaN Nanowire on Si

現状の照明用LEDの課題：効率ドロップと解決の可能性

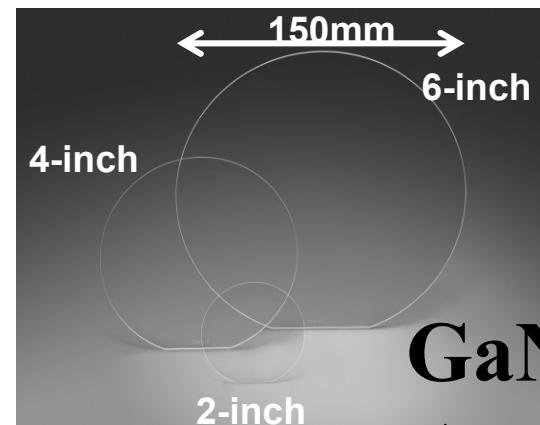


M. Krames ICNS-10

60% 駆動の場合→
サファイア上LED4個
= GaN上LED1個



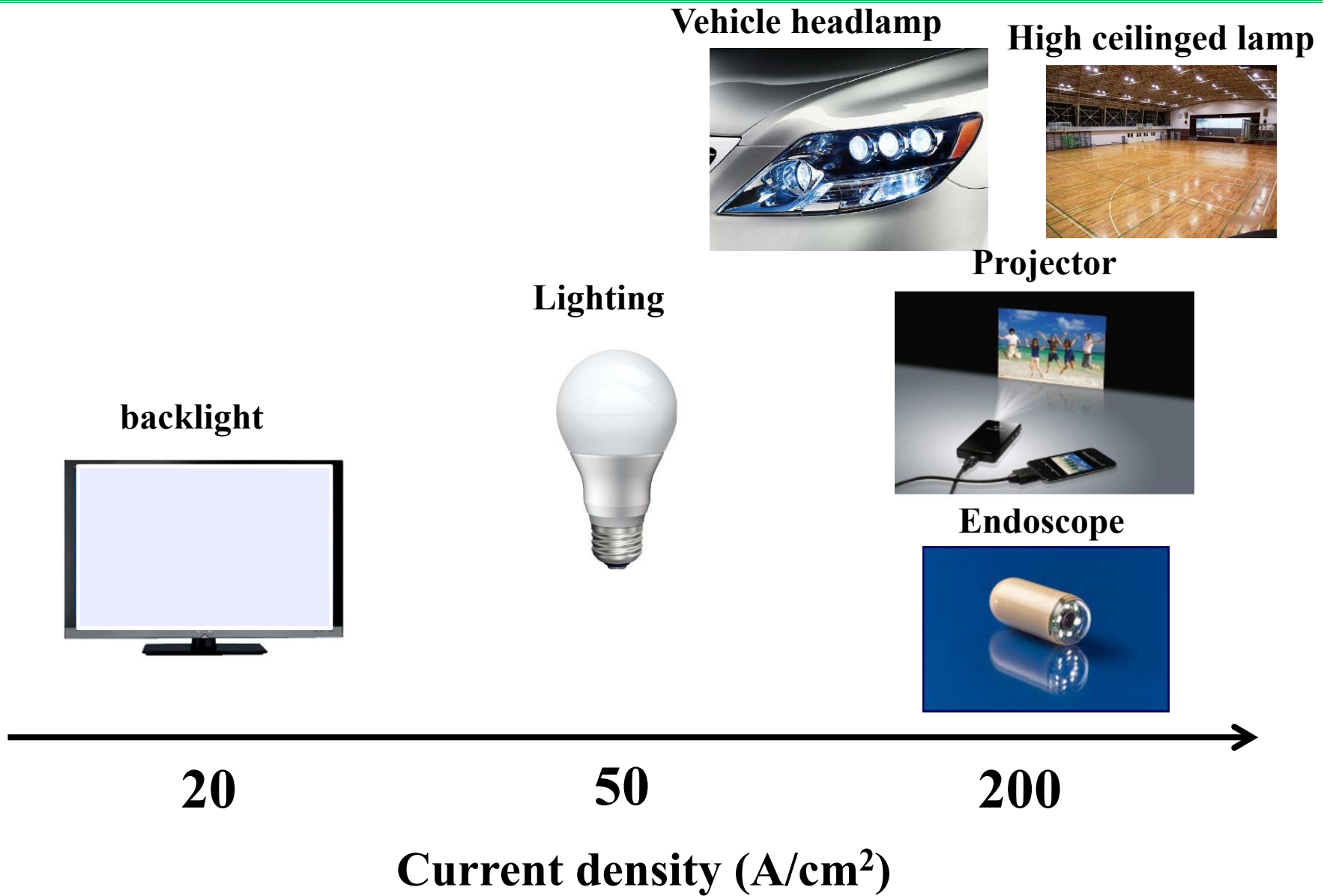
K. Yamashita et al., SPIE Symp. Proc. 2014



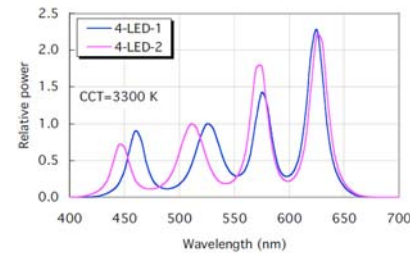
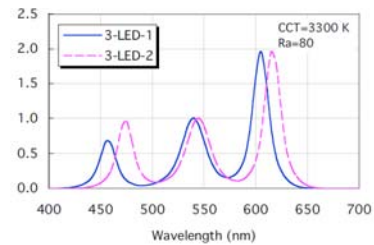
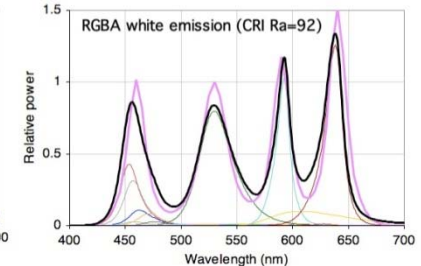
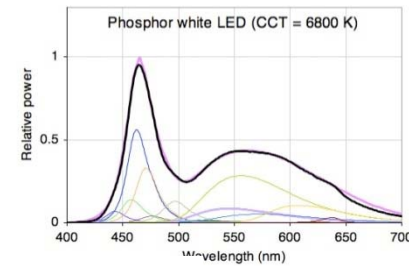
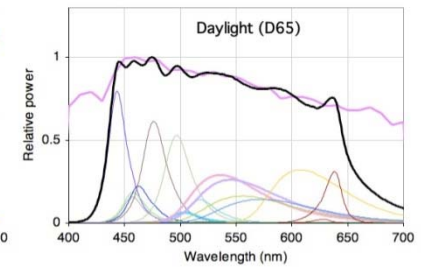
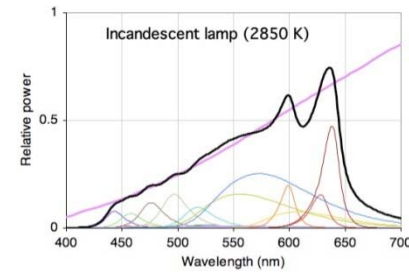
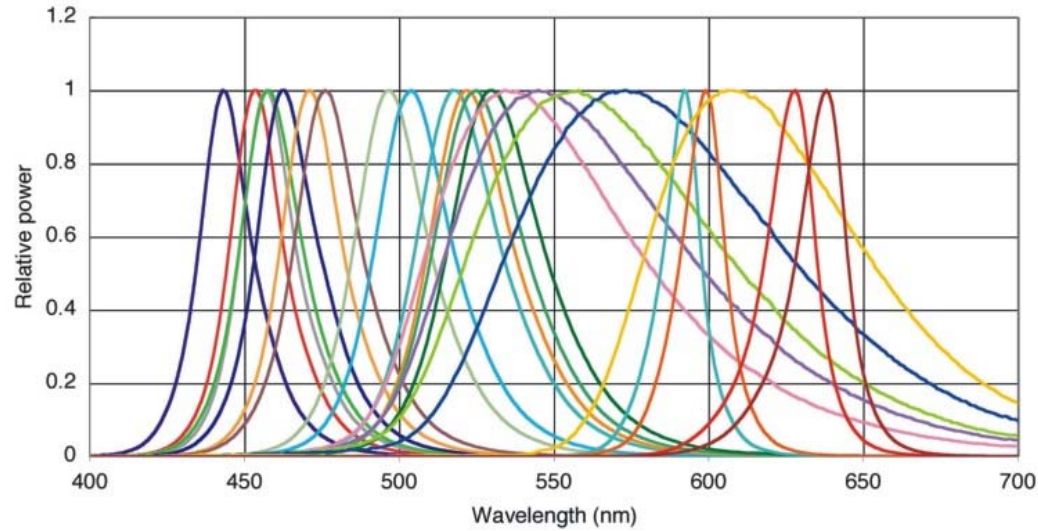
GaN基板

日本ガイシ

高輝度光源の応用



理想光源

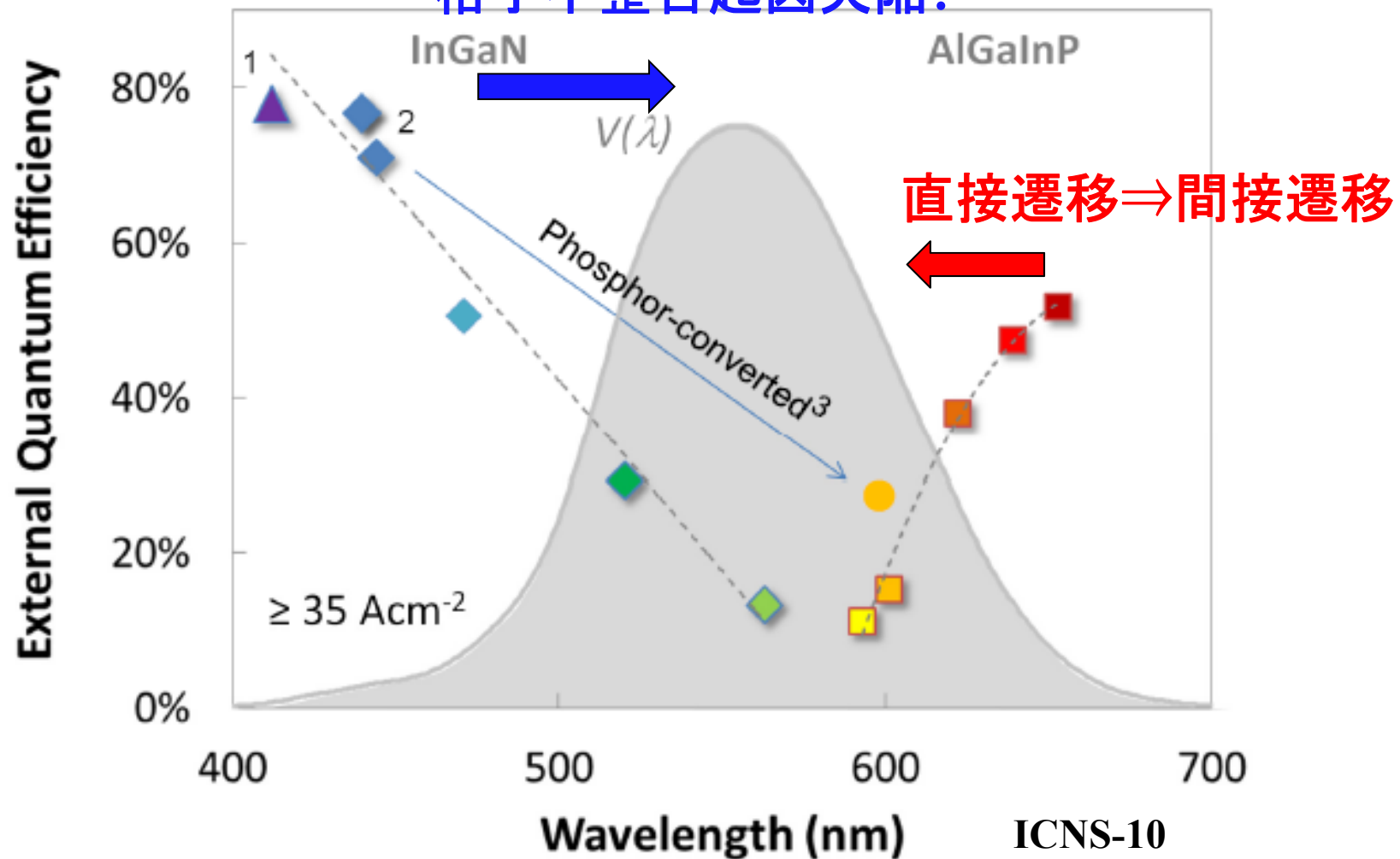


	CCT(K)	CRI	LER(lm/W)
3-LED 1 (457/540/605)	3300	80	409
4-LED 1 (461/527/586/637)	3300	97	361
Ref. B-LED + YAG	6810	81	294

Data from NIST

現状のLEDの限界

格子不整合起因欠陥?



1) Soraa, Inc., unpublished data

2) Y. Narukawa et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.* 43 (2010) 354002

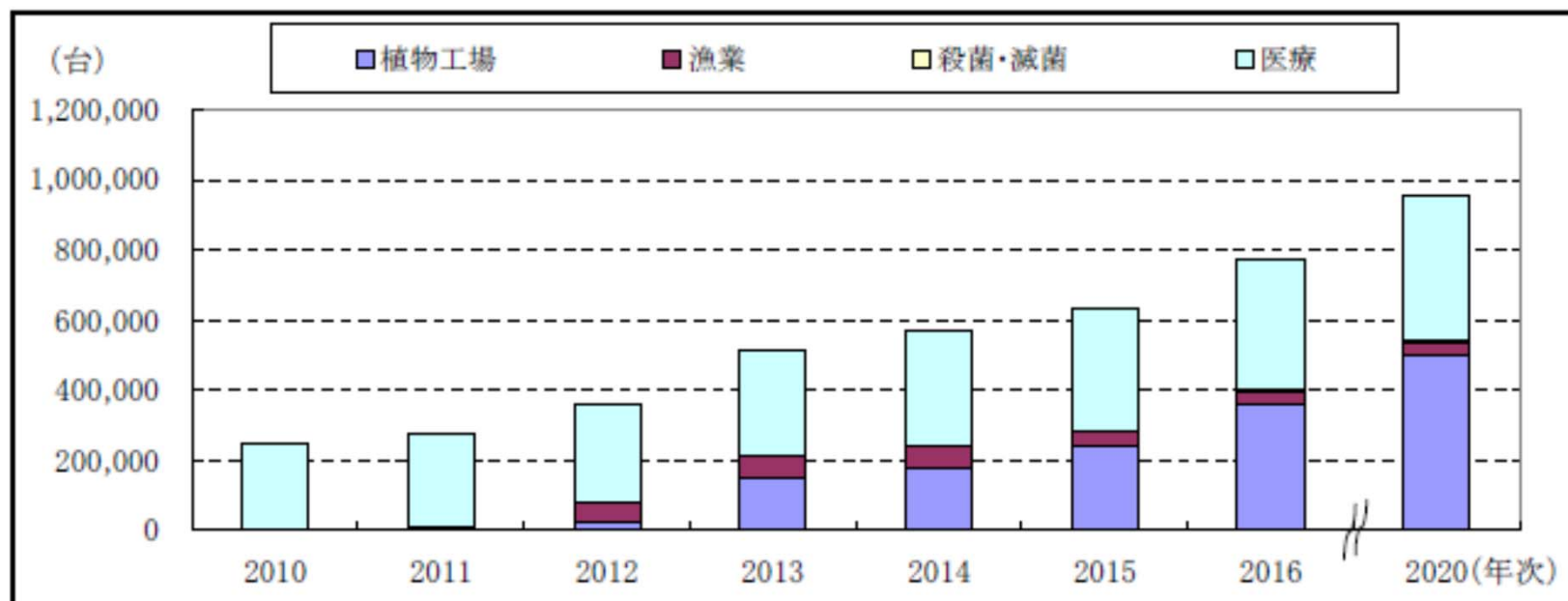
3) R. Mueller-Mach et al., *Phys. Status Solidi RRL*, 1–3 (2009)

Other: Janglin Chen, Wayne Cranton, Mark Fihn (eds.), *Handbook of Visual Display Technology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

ICNS-10

M. Krames, SORAA

ディスプレイ照明以外の期待される産業用LED応用



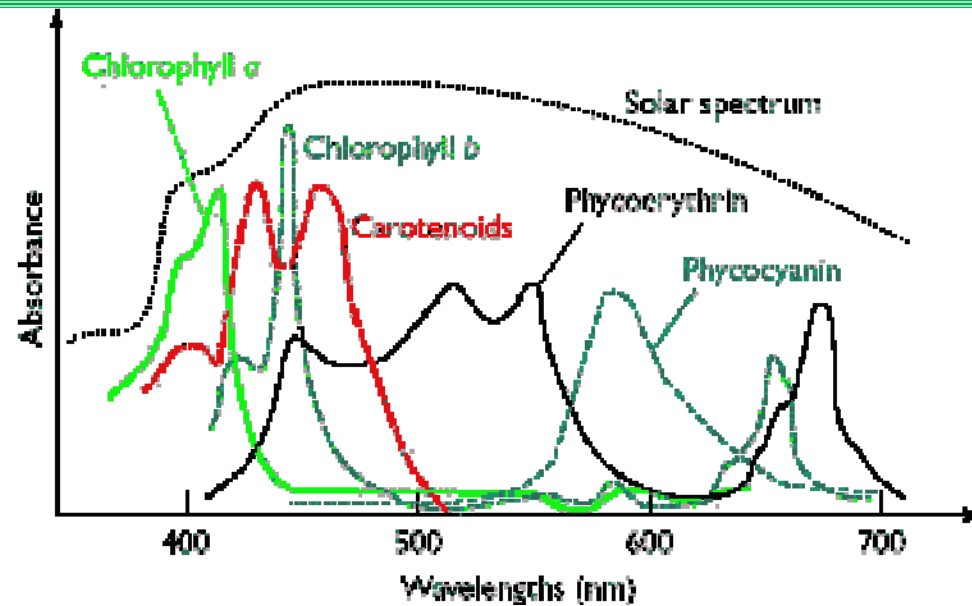
(単位:台)

年次	実績			見込	予測			長期予測
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020
植物工場	2,100	7,100	22,350	151,000	181,700	242,500	361,000	504,000
前年比(%)	-	338.1	314.8	675.6	120.3	133.5	148.9	-
漁業	2,000	2,000	60,000	60,000	60,000	40,000	36,000	30,000
前年比(%)	-	100.0	3,000.0	100.0	100.0	66.7	90.0	-
殺菌・滅菌	-	-	-	△	100	700	2,100	10,700
前年比(%)	-	-	-	-	-	700.0	300.0	-
医療	242,000	268,800	281,300	305,600	329,200	351,300	371,500	410,900
前年比(%)	-	111.1	104.7	108.6	107.7	106.7	105.8	-
出荷数量合計	246,100	277,900	363,650	516,600	571,000	634,500	770,600	955,600
前年比(%)	-	112.9	130.9	142.1	110.5	111.1	121.4	124.0

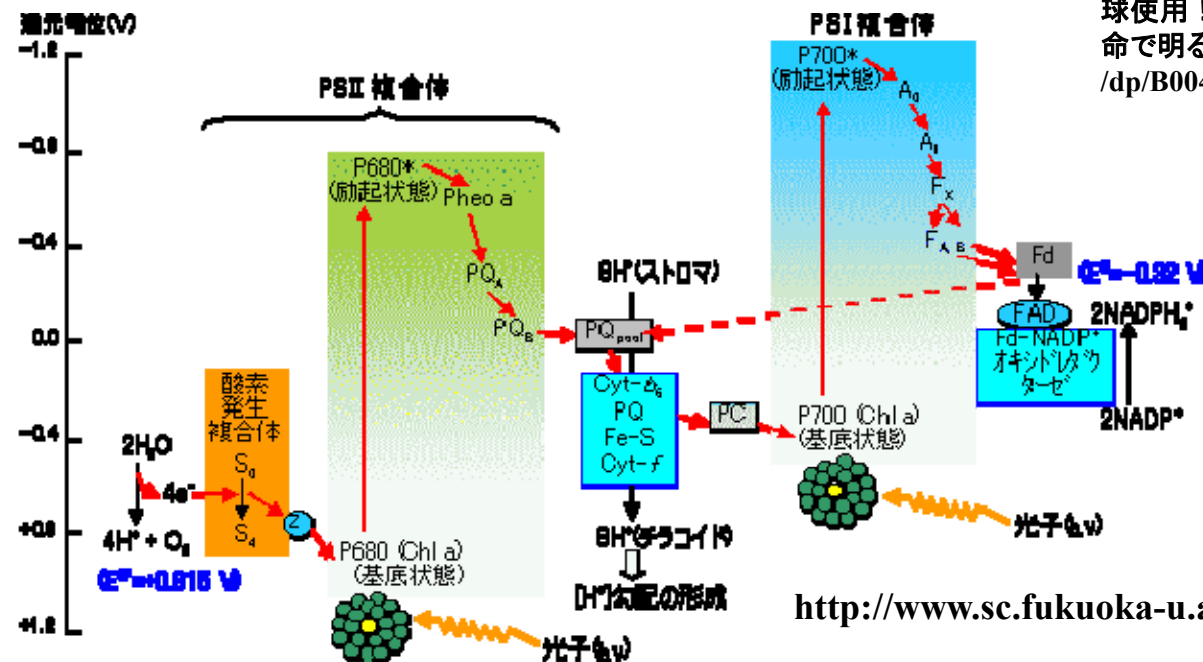
△:僅少

【富士キメラ総研推定】

食物工場用光源



[http://www.amazon.co.jp/植物育成-水耕栽培などに225球使用！15W強力植物育成LED照明-低消費電力で長寿命で明るい照明-a145-赤、青\(植物育成仕様\)/dp/B0042NV9YM](http://www.amazon.co.jp/植物育成-水耕栽培などに225球使用！15W強力植物育成LED照明-低消費電力で長寿命で明るい照明-a145-赤、青(植物育成仕様)/dp/B0042NV9YM)



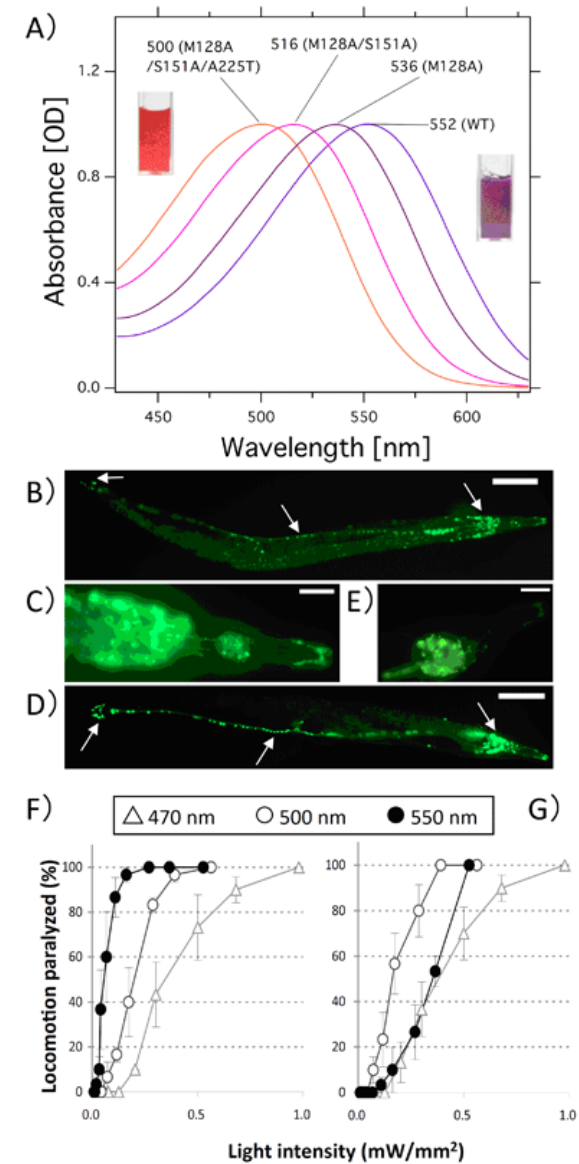
<http://www.sc.fukuoka-u.ac.jp/~bc1/Biochem/photosyn.htm>

Optogenetics(光遺伝学)への応用

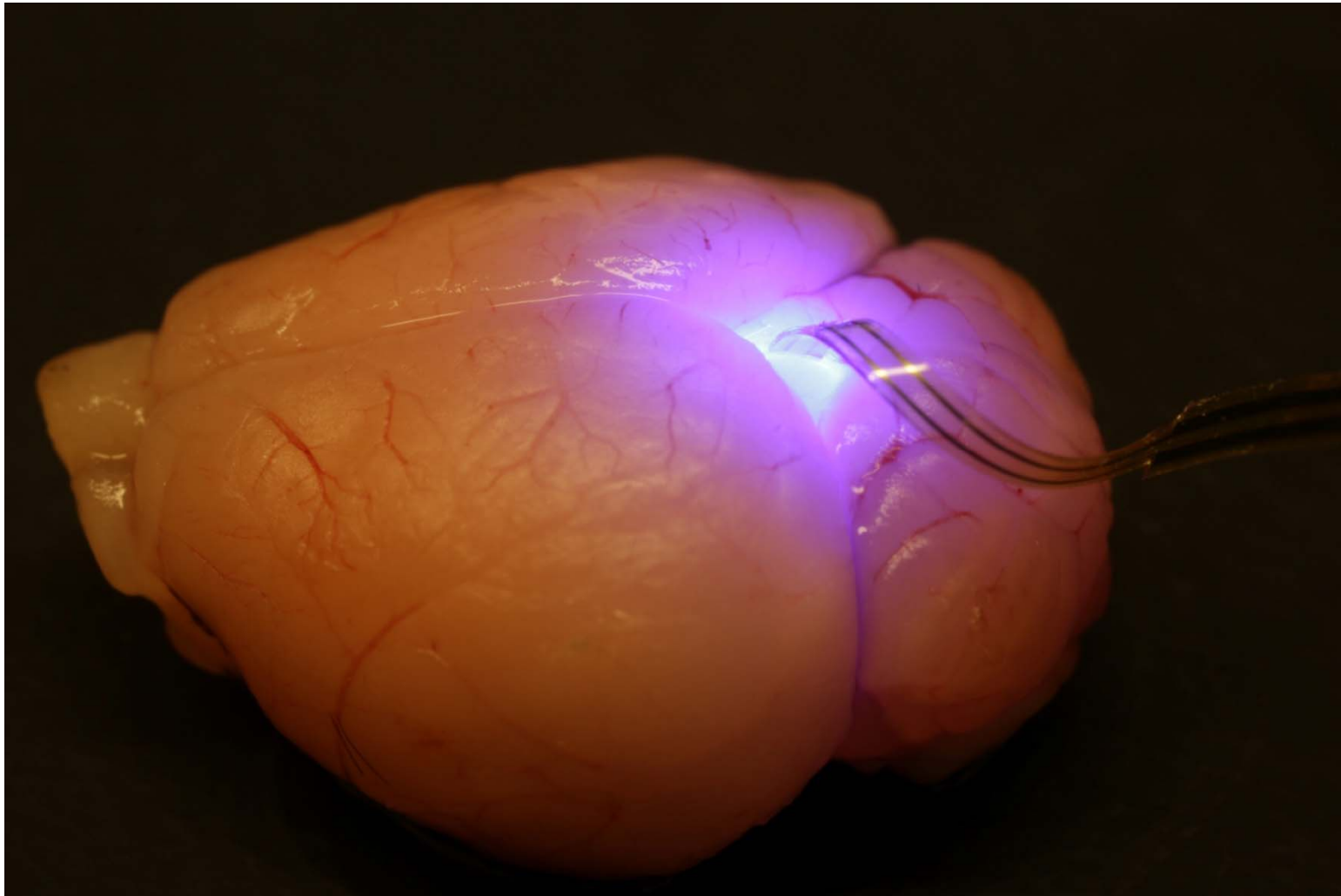
A blue-shifted light-driven proton pump for neural silencing

Y. Sudo et al., J. Biol. Chem., in press

<http://www.bio.nagoya-u.ac.jp/paper/2013-21/15.html>



Optogenetics(光遺伝学)への応用

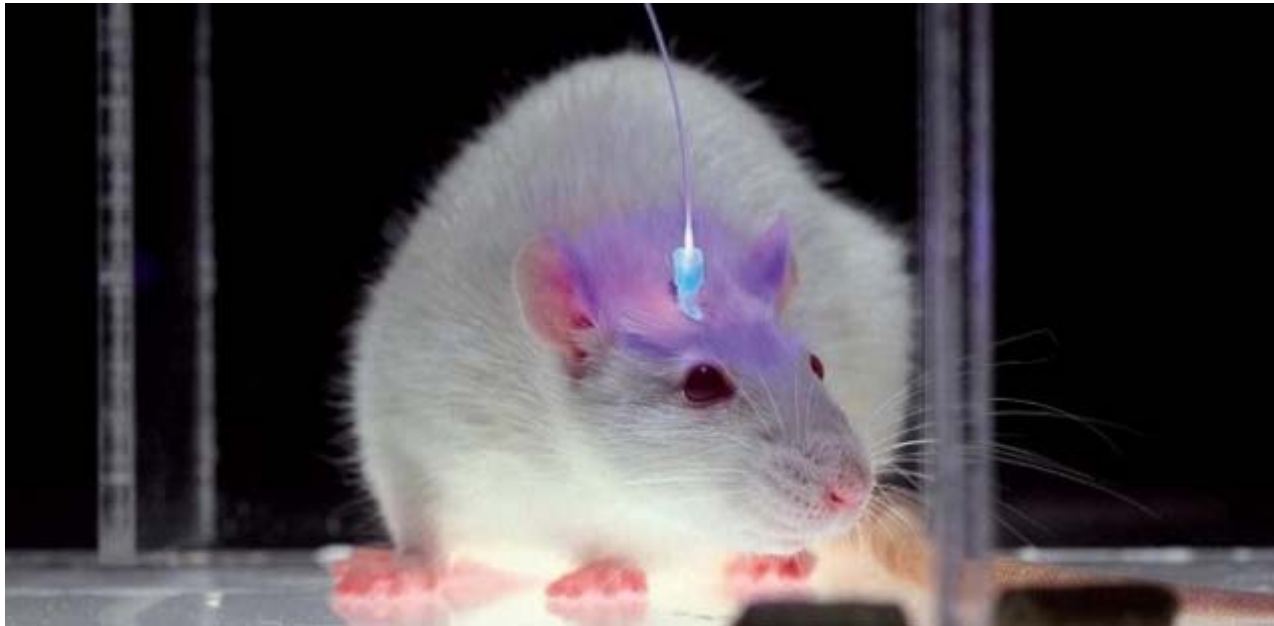


**These miniaturized LED devices are small enough to safely implant in a mouse brain.
Credit University of Illinois-Urbana Champaign and Washington University-St. Louis**

<http://news.stlpublicradio.org/post/tiny-implantable-led-devices-help-shed-light-brain>

Optogenetics(光遺伝学)への応用

光活性化イオンチャネルであるチャンネルロドプシン2またはハロロドプシンを特定のニューロンに遺伝子工学的手法を用いて強制発現させた後、これらの細胞に特定の波長の光を照射することにより、標的とするニューロンをそれぞれ興奮または抑制させることができる。(Wikipediaより)



Washington University School of Medicine in St. Louis and the University of Illinois at Urbana-Champaign
Read more: <http://www.33rdsquare.com/2013/04/scientists-develop-tiny-implantable-led.html#ixzz2u7anAwHi>

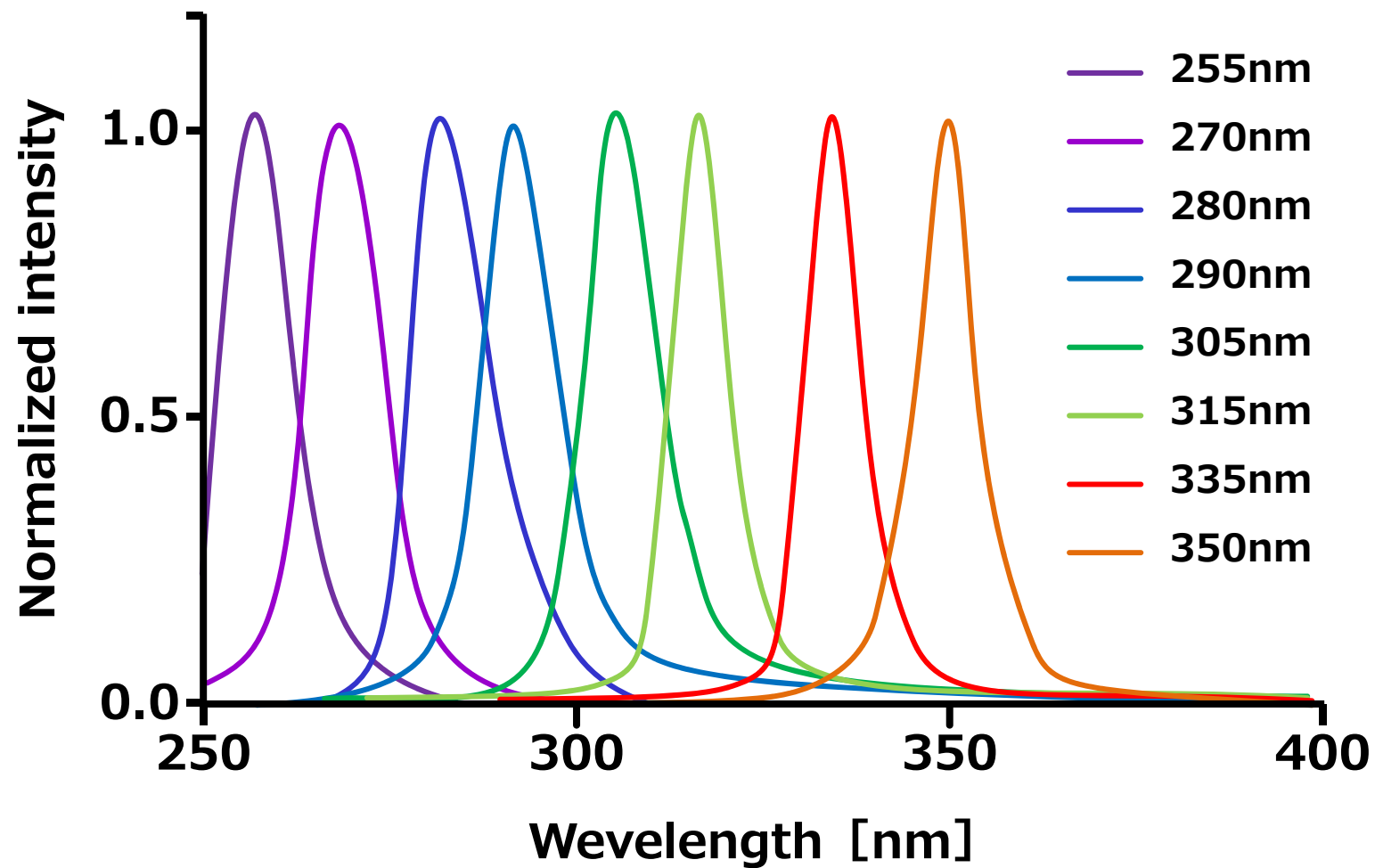
<http://www.33rdsquare.com/2013/04/scientists-develop-tiny-implantable-led.html>

Science 12 April 2013: Vol. 340 no. 6129 pp. 211-216

光反応制御＝クリーン

-
1. LED市場現況
 2. 照明用LEDの新展開と応用展開
 3. **深紫外LEDの開発状況**

波長範囲



深紫外LEDの応用例

紫外一般

— キュア

— 印刷

- UV-A: $>315\text{nm}$

光触媒と併用による空気清浄

- UV-B: $280\text{--}315\text{nm}$

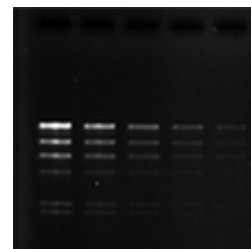
皮膚病治療

DNA解析

- UV-C: $<280\text{nm}$

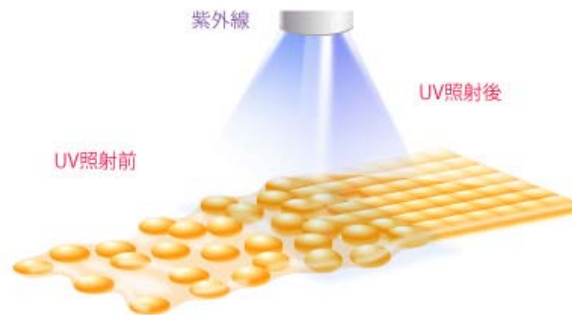
殺菌

水質汚染センサー



深紫外光源の用途の一つ 紫外線印刷

- UV Print is high quality and long life printing technology.
- UV Printer performance was limited by UV lamp performance.
- A 365nm InGaN UV-LED was introduced for UV print application with special ink.
- Special ink slightly yellow and degrades under sunshine.
- DUV-LED can be applicable to UV Print without special ink.
- DUV-LED have probability of key device for office and home use printer, which is very large market.



紫外線により、感光性を持った樹脂(接着剤・コーティング剤・インクなど)が重合を開始して、大きな高分子となって硬化します。
熱に弱いものに対する加工に最適です。



日機装株式会社HPより