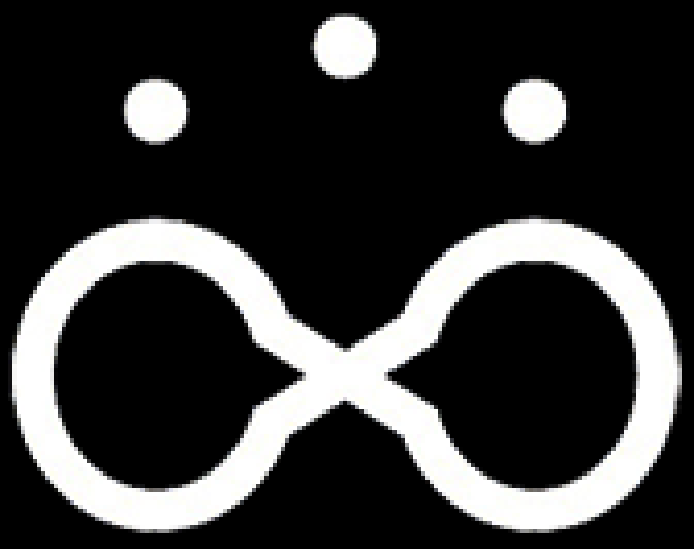




窒化物半導体材料とその光物性の魅力

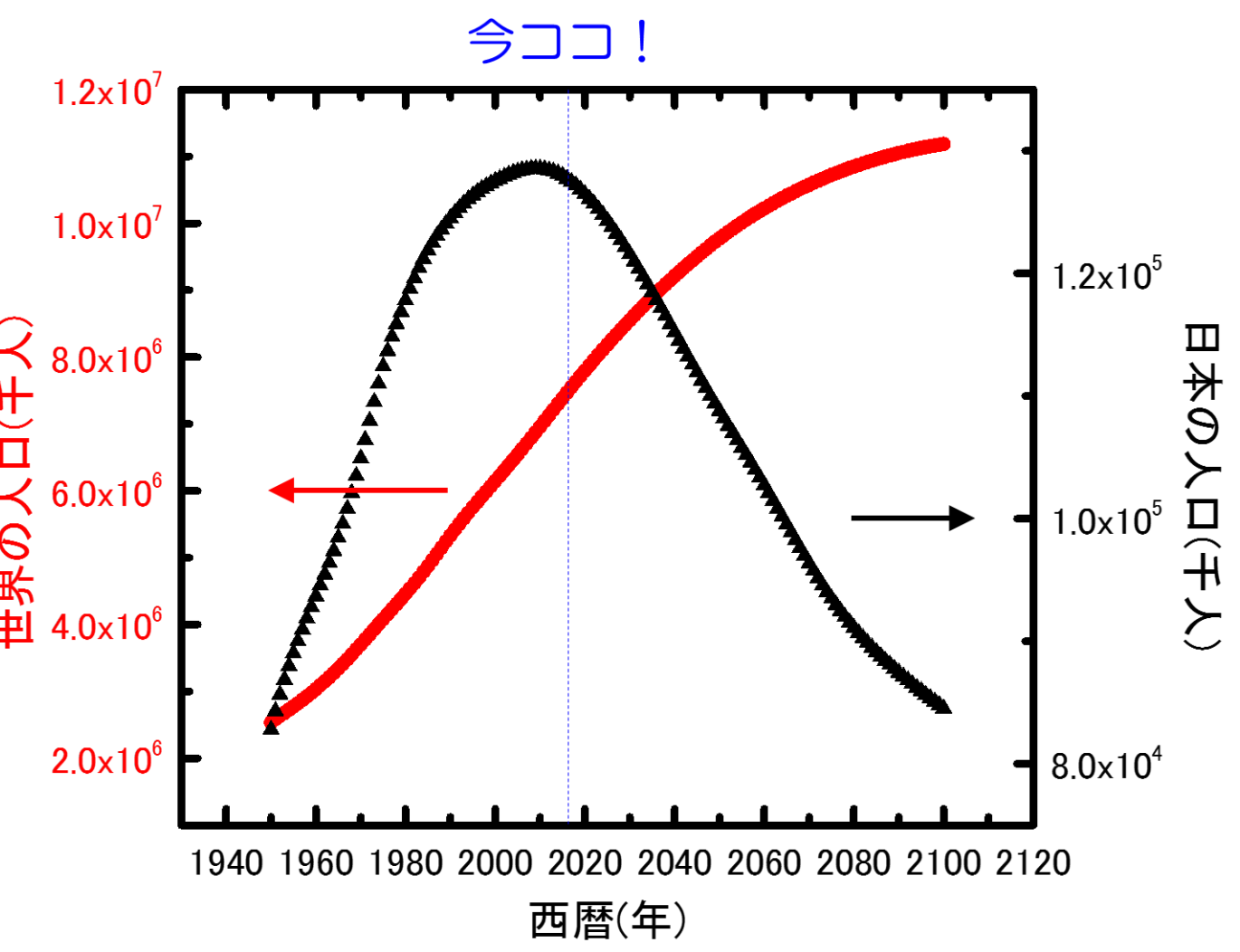
～生活に欠かせない光と電気について少し考えてみよう～

京都大学工学研究科 電子工学専攻川上研究室 助教 石井良太



1. 背景 ～21世紀を生きる私たちが抱える問題～

<https://esa.un.org>より

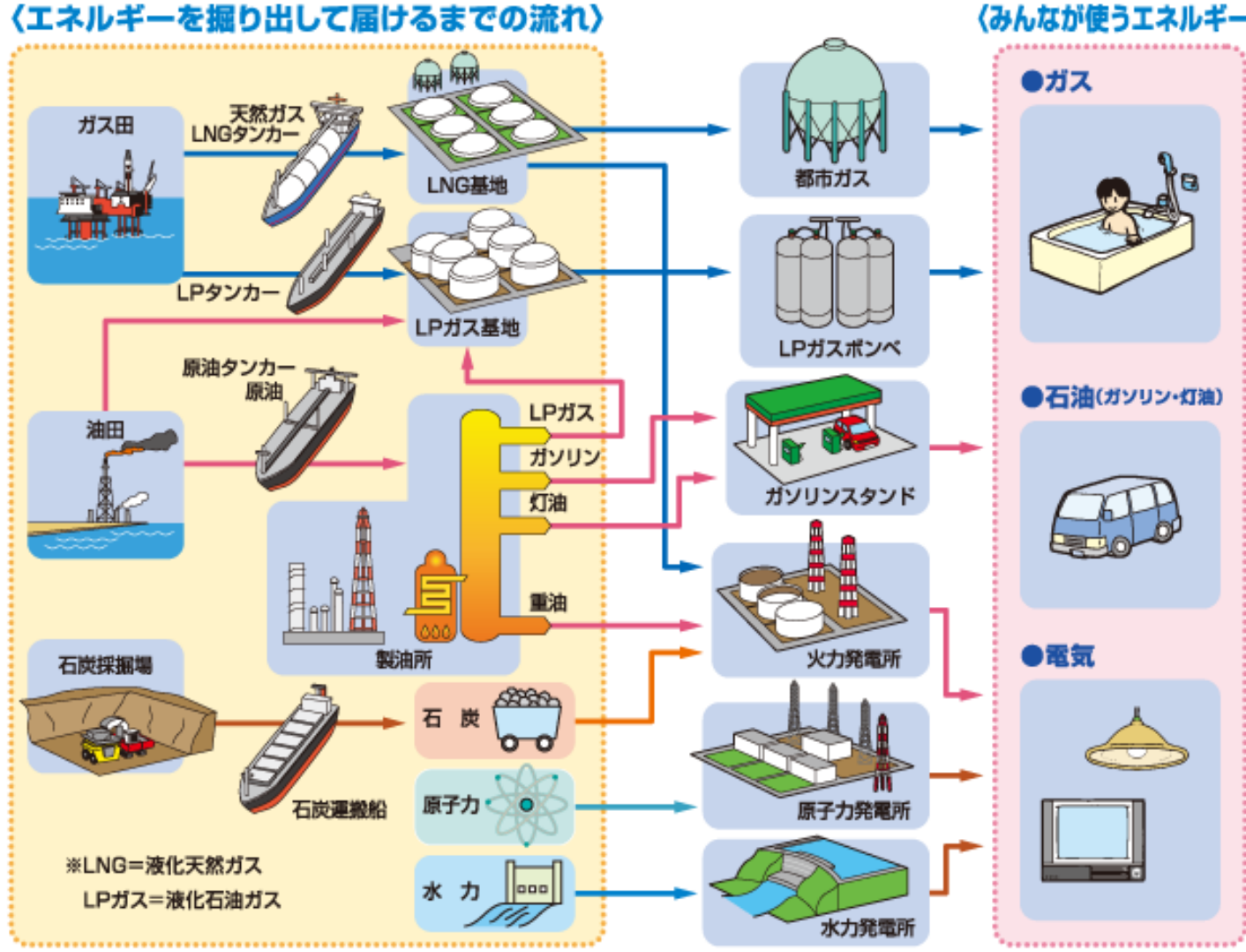


2010年代以降、日本は**人口減少社会**
少子高齢化・経済縮小・社会保障負担大etc...
→数多くの困難が日本を待ち受けている

一方、世界は**人口爆発**
水・食料・住宅・エネルギー等の不足
→これら資源の奪い合いは避けたい

日本も世界もこれから先大変！
良く考えて生きていかなければならない
省資源国に住む我々にできることは何だろう？

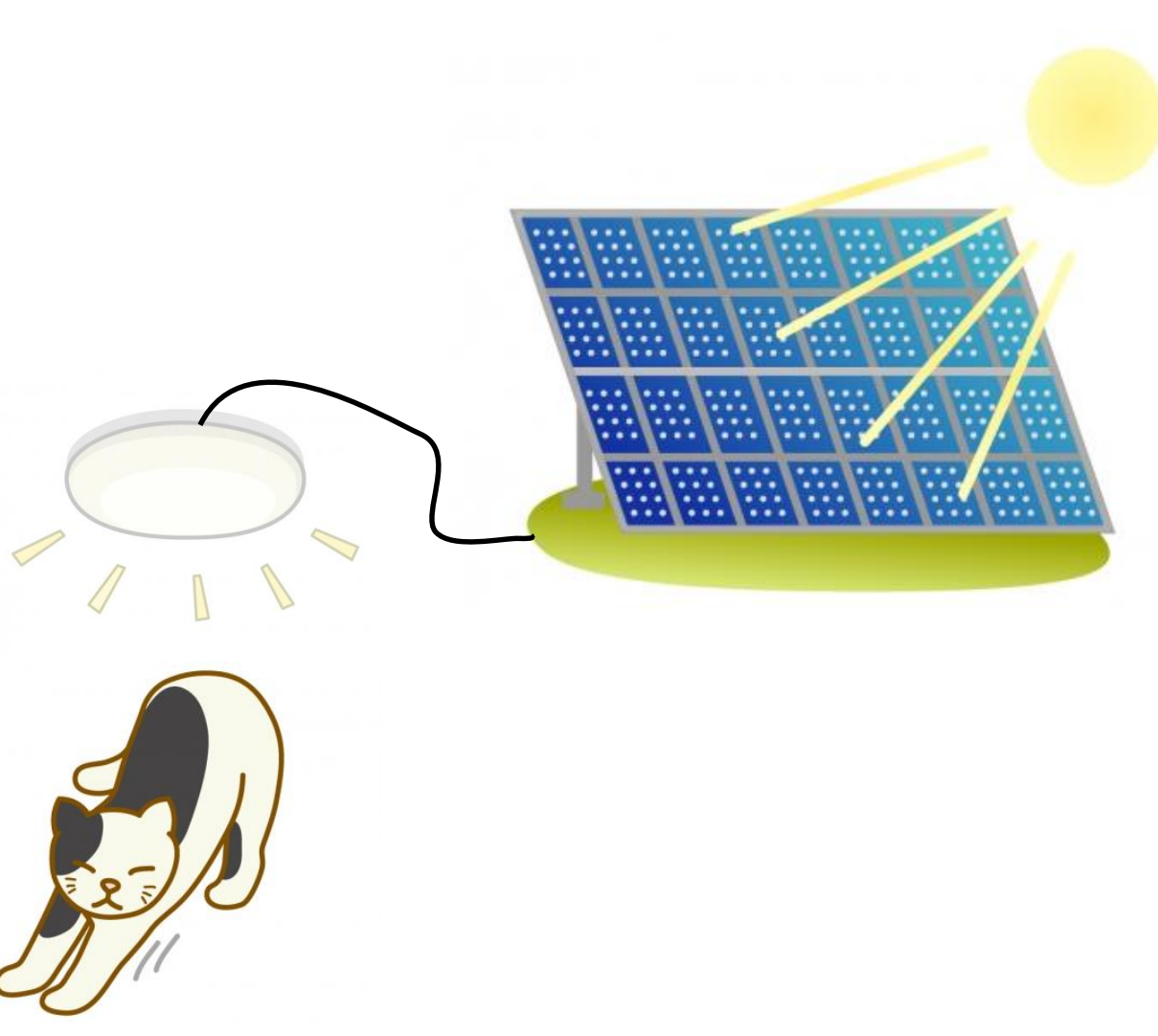
https://www.tokyo-gas.co.jp/kids/genzai/g4_1.htmlより



- ＜エネルギー問題の解決案＞
1. 1次エネルギー(資源)の**探索**
(シェールガス・メタンハイドレード)
 2. 輸送・精製・変換効率の**向上**
(低燃費船・高効率蒸留・高効率発電)
 3. 2次エネルギーの消費**削減**
(断熱・高磨耗性・低消費電力)
- “あらゆる分野の知の結集” が必要

＜エネルギーの流れについて考えてみよう＞

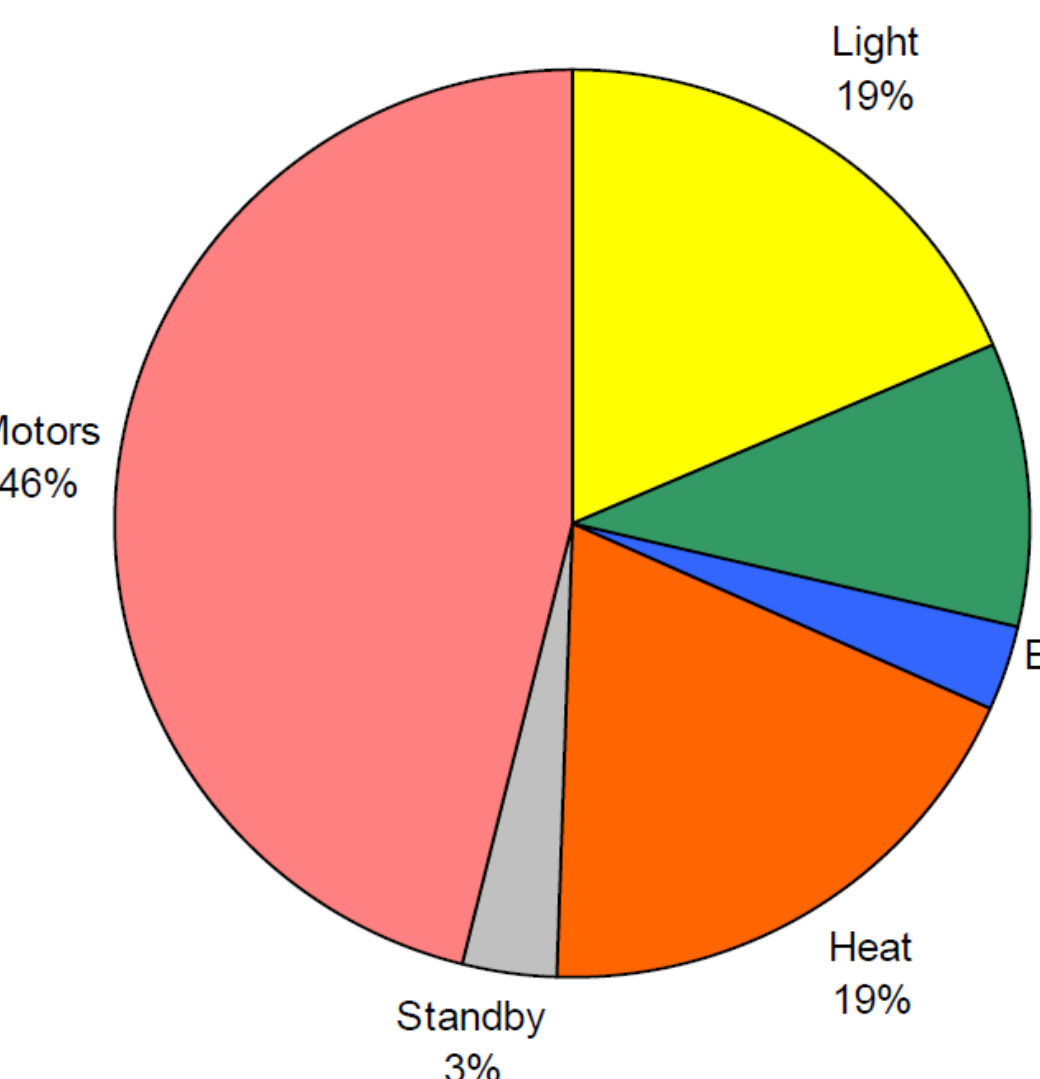
- 太陽からの**光**エネルギー
- 太陽電池：**電気**エネルギーに変換
- 照明：**電気**エネルギーを**光**エネルギーに変換
- ねこ：あかるい



「光」→「電気」→「光」
とエネルギー形態が変換(通常ロスが発生)

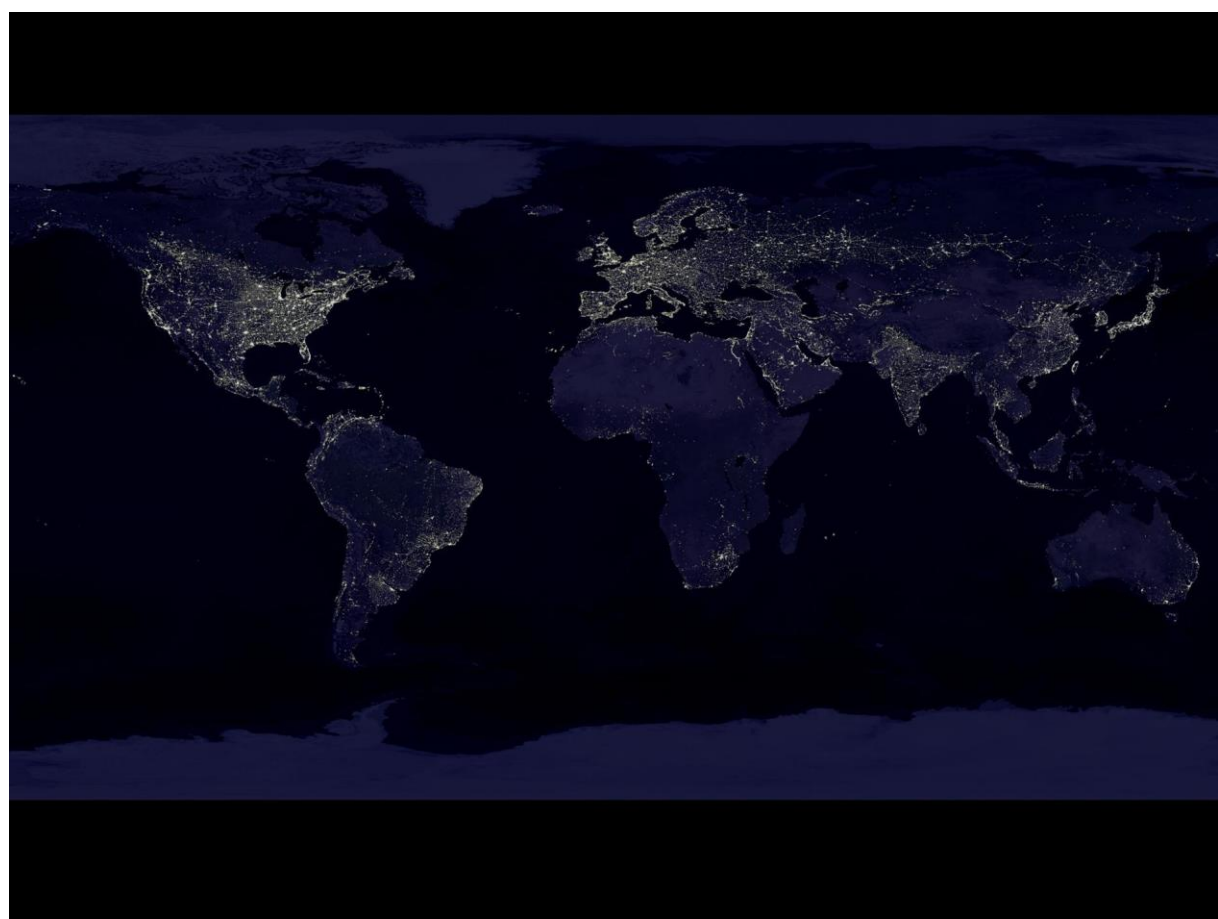
→何故、一度「電気」に変換するのだろうか？
「電気」の利点について考えてみよう

https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/EE_for_ElectricSystems.pdfより



＜2006年の電力消費量の内訳＞
電力消費量の19 %は**照明**で費やされている
照明とは人工的に作られた“明かり”のこと
→照明の性能が変われば世界が変わる！

https://www.nasa.gov/topics/earth/earthday/gall_earth_night.htmlより



人工衛星から見た
夜の地球

宇宙から見ても
分かるくらい
夜の地球は明るい！

2. 研究背景 ～照明のこれまでの歴史&現状の課題～

第一世代：ろうそく・たいまつなど
(燃料を燃やすことによって
得られる**燃焼光**)



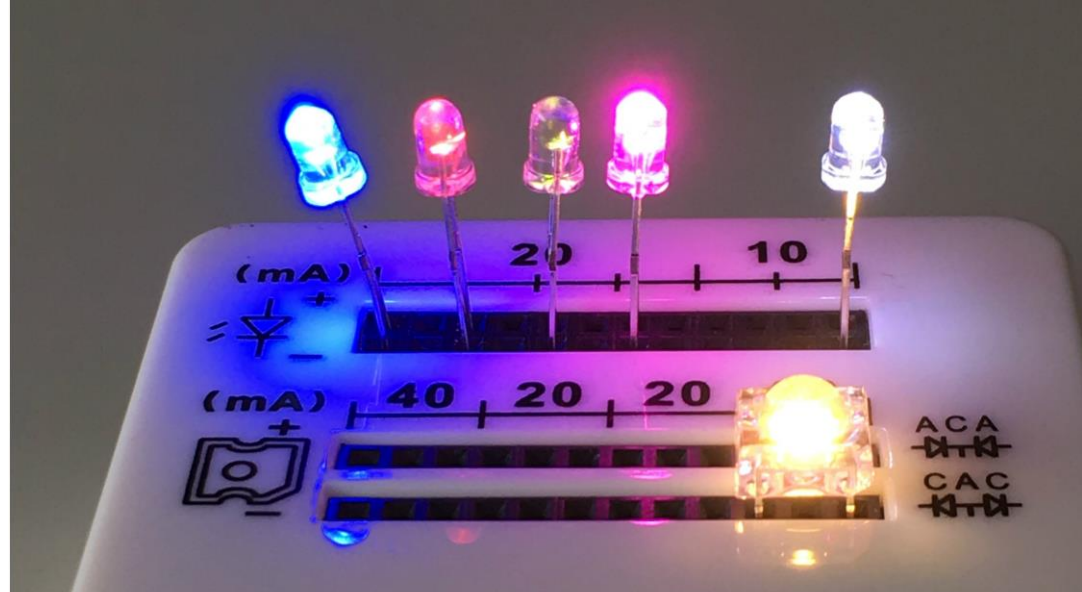
第二世代：白熱電球
(電気を流すことによって
得られる**熱放射光**)



第三世代：蛍光灯
(電気を流すことによって
得られる**蛍光**)



第四世代：発光ダイオード(LED)
(電気を流すことによって
得られる**蛍光**)



照明の発展は
何を意味しているのだろうか？

(実験1) 赤外線カメラで
照明を覗いてみよう！

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2014/summary/>より

2014年ノーベル物理学賞



赤崎 勇教授



天野 浩教授



中村 修二教授

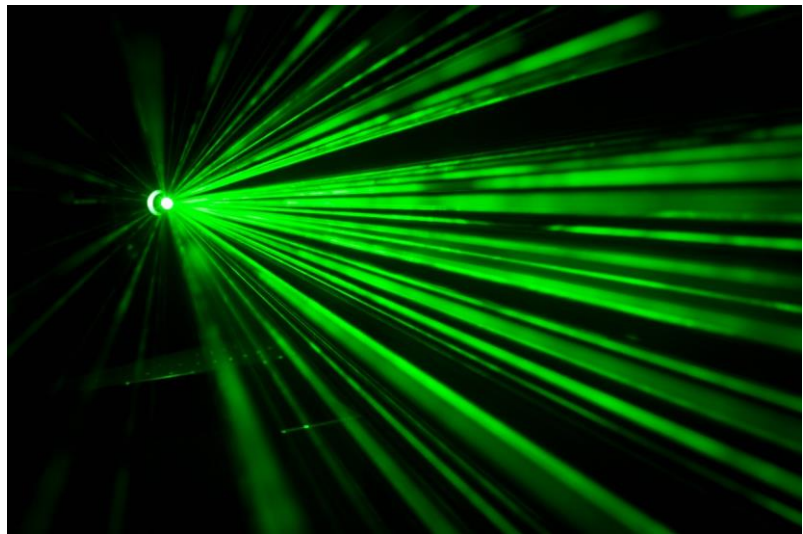
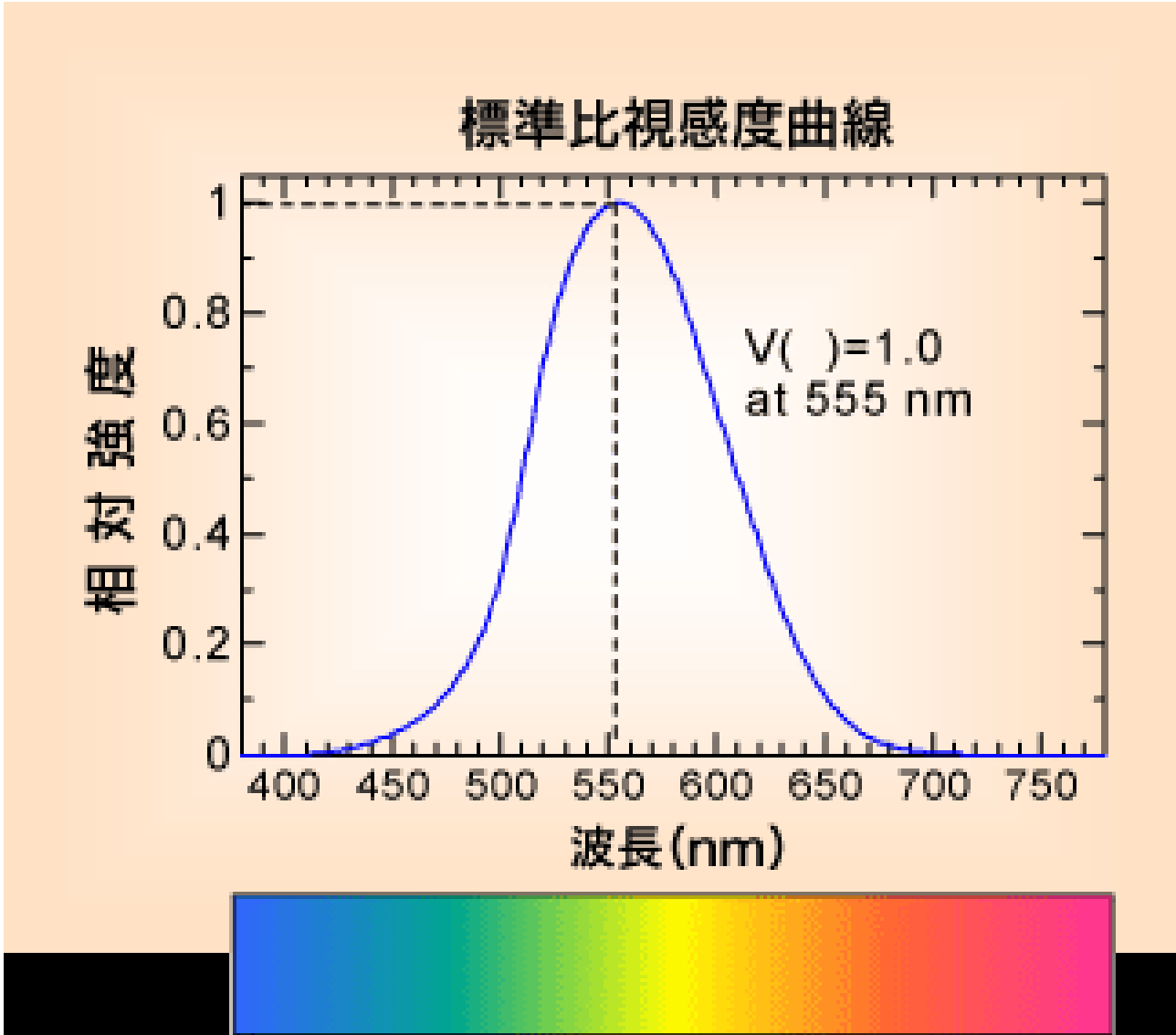
The Nobel Prize in Physics 2014 was awarded jointly to Isamu Akasaki, Hiroshi Amano, and Shuji Nakamura,
“for the invention of efficient blue light-emitting diodes which
has enabled bright and energy-saving white light sources”.

私は3人の先生方と同じ業界で
LEDの研究を行っています

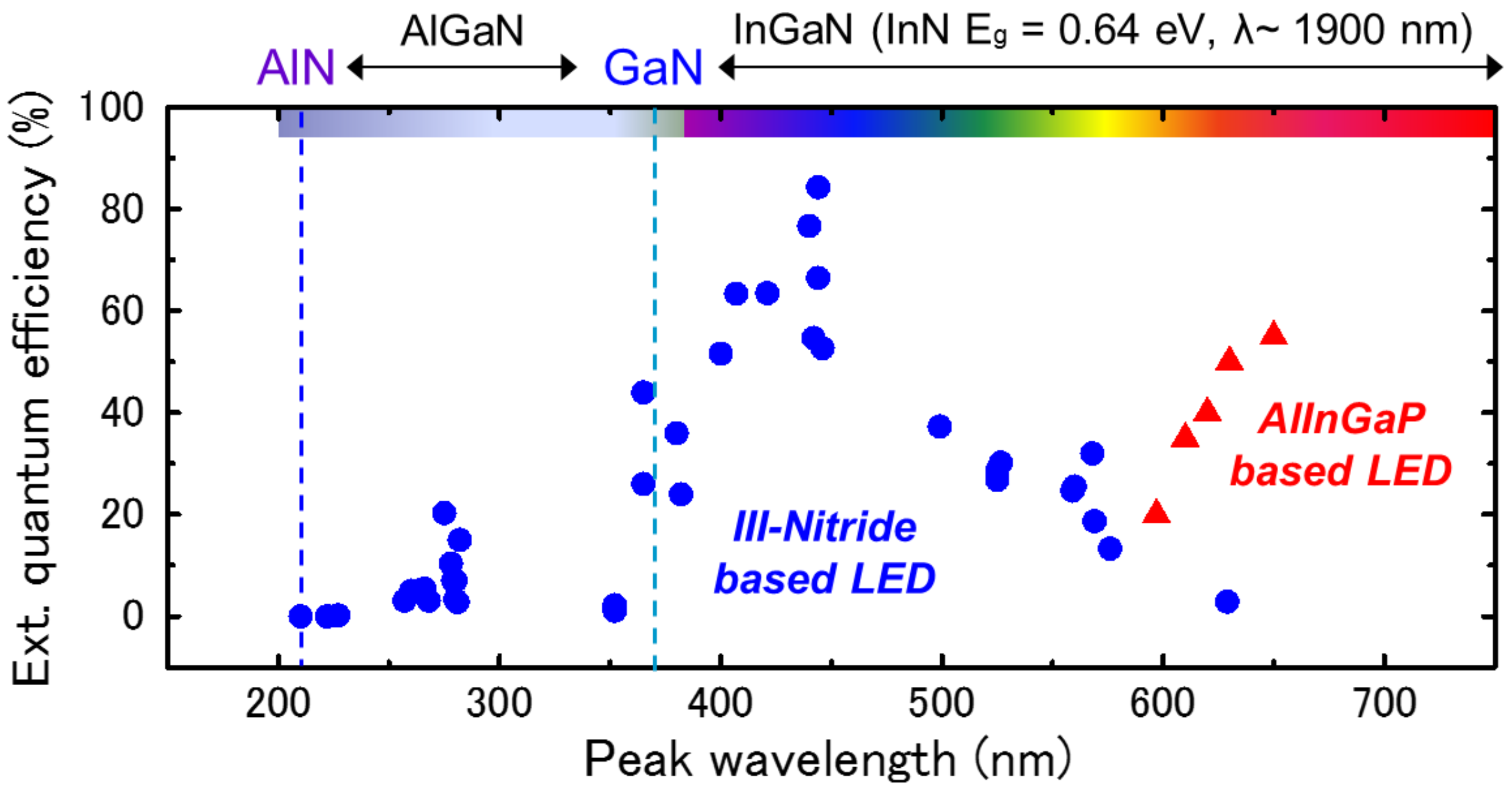
(実験2) 実際に様々なLEDを
光らせてみよう！

どのLEDが
一番明るく/暗く見えますか？

https://www.aist.go.jp/science_town/standard/standard_03/standard_03_02.htmlより



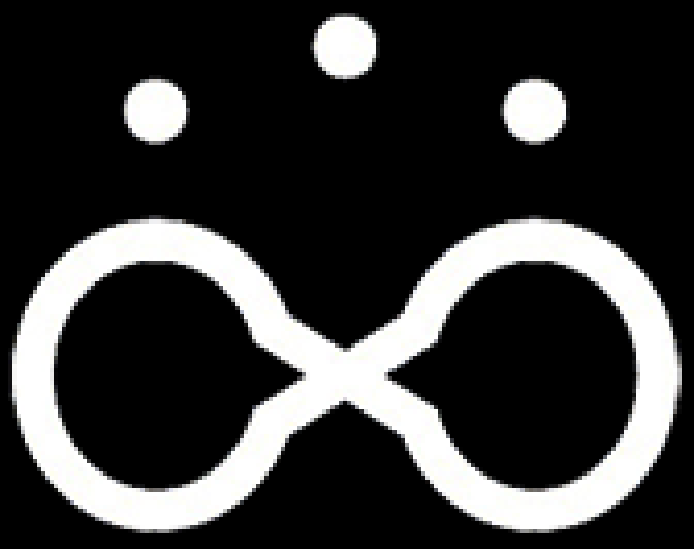
色の違いは波長の違い



＜左図はLEDの最新の現状＞
縦軸はLEDがどれだけ効率良く光るか？
横軸は波長、光の色に対応します

効率の高い色と低い色のLEDがありますね
(それぞれどの色でしょうか？)

私の研究は効率の低い色のLEDについて、
効率の低い物理的原因を突き止め、
その効率を向上させることにあります



窒化物半導体材料とその光物性の魅力

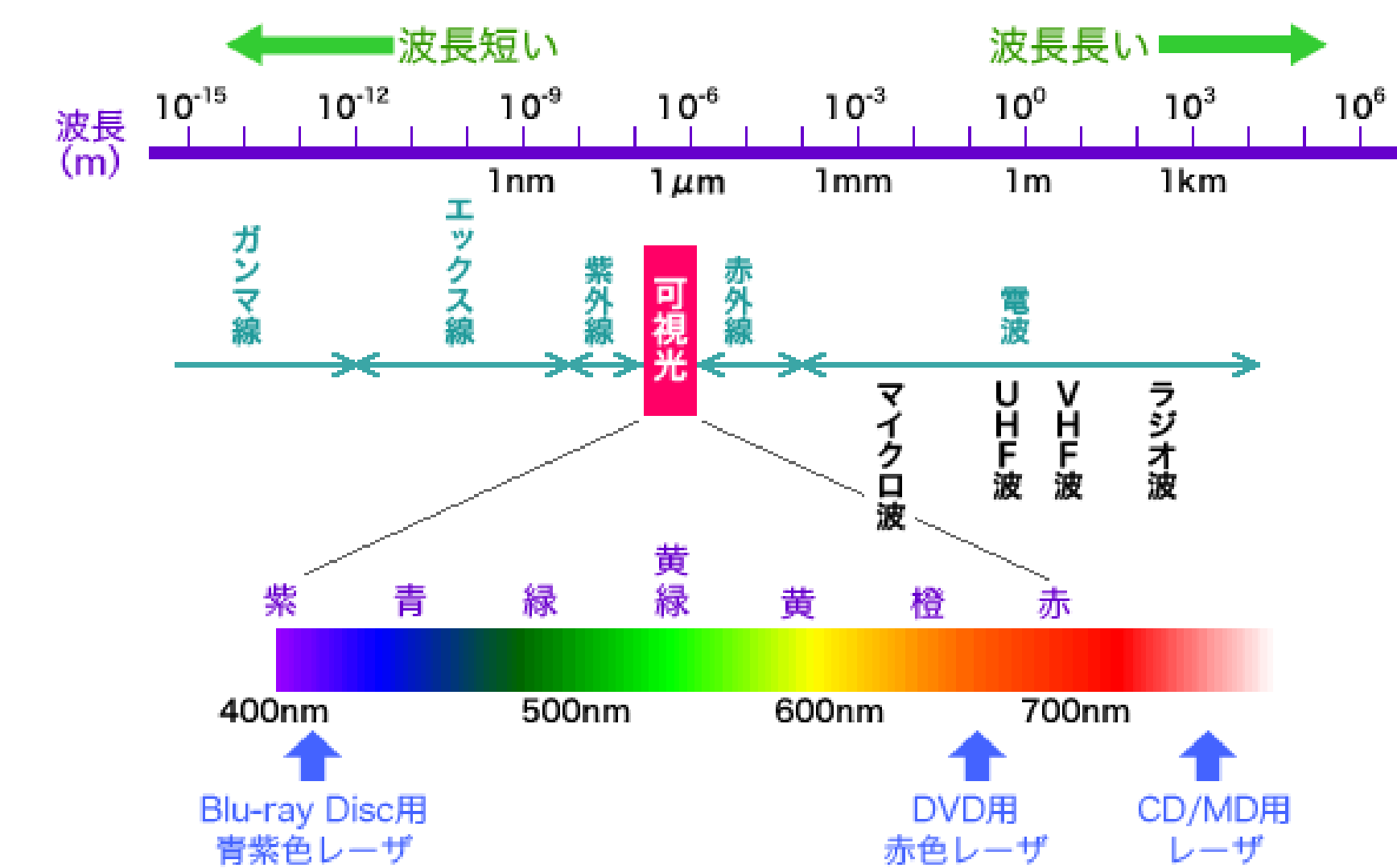
～生活に欠かせない光と電気について少し考えてみよう～

京都大学工学研究科 電子工学専攻川上研究室 助教 石井良太

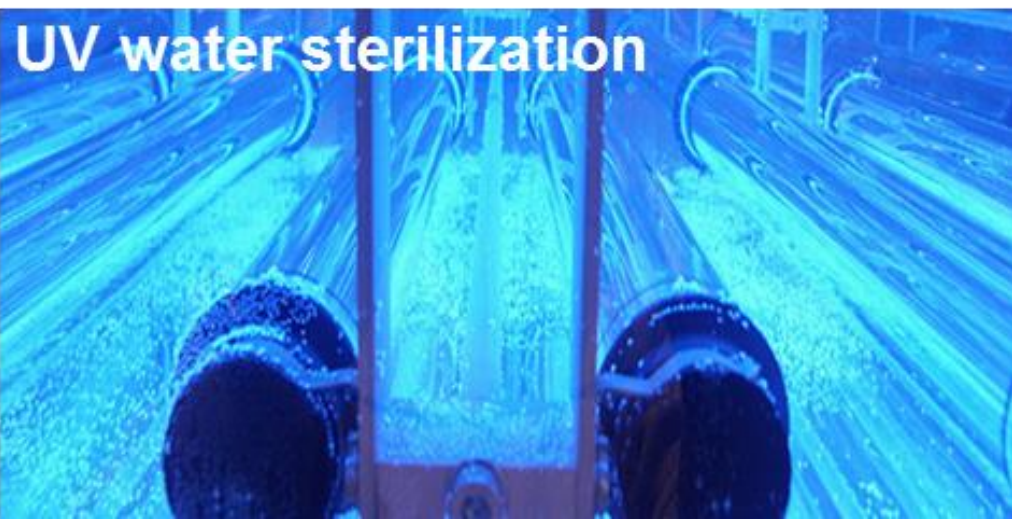


Q. 青色LEDが良く光るのであれば
それで良いんじゃないの？

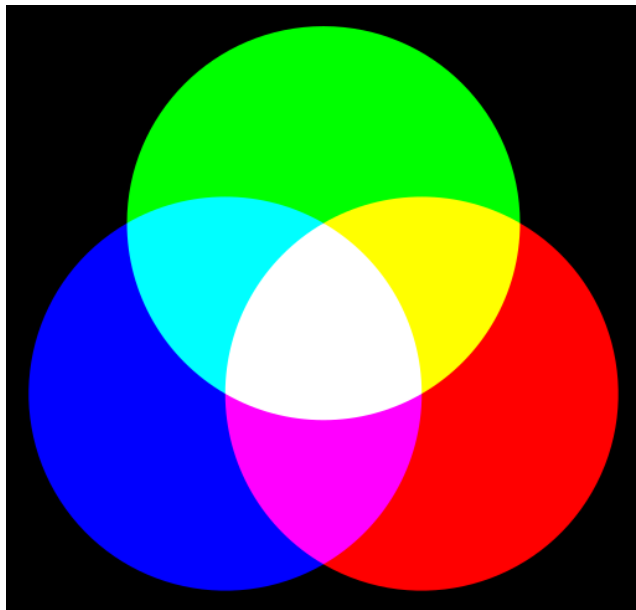
<http://www.konure.com/it/2010/06/blu-ray-disc.html>より



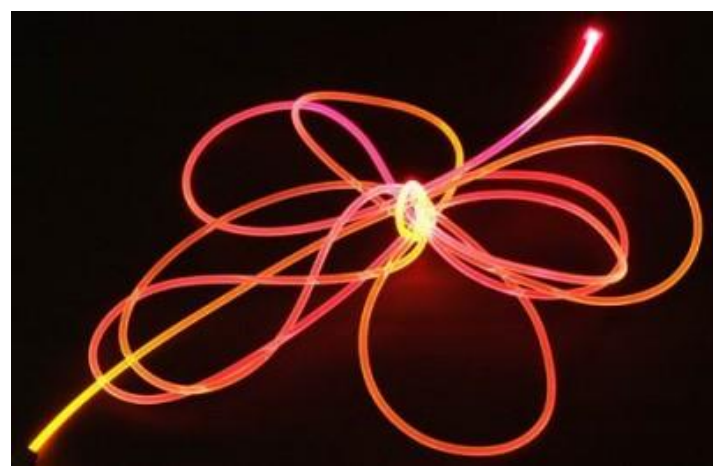
<http://absunpalayesh.com/en/2015/12/30/disinfection/>より



<https://ja.wikipedia.org/wiki/>より



光の三原色
(絵の具とは違う)



全て同じりんご(当てる照明が異なる)



Q. どのりんごが一番美味しそうに見えますか？
レストランの照明を思い出そう！

http://www.rc-airstage.com/product_info.php/products_id/10332より

みんなが当たり前に出来ているインターネット、
実は光が関係している！

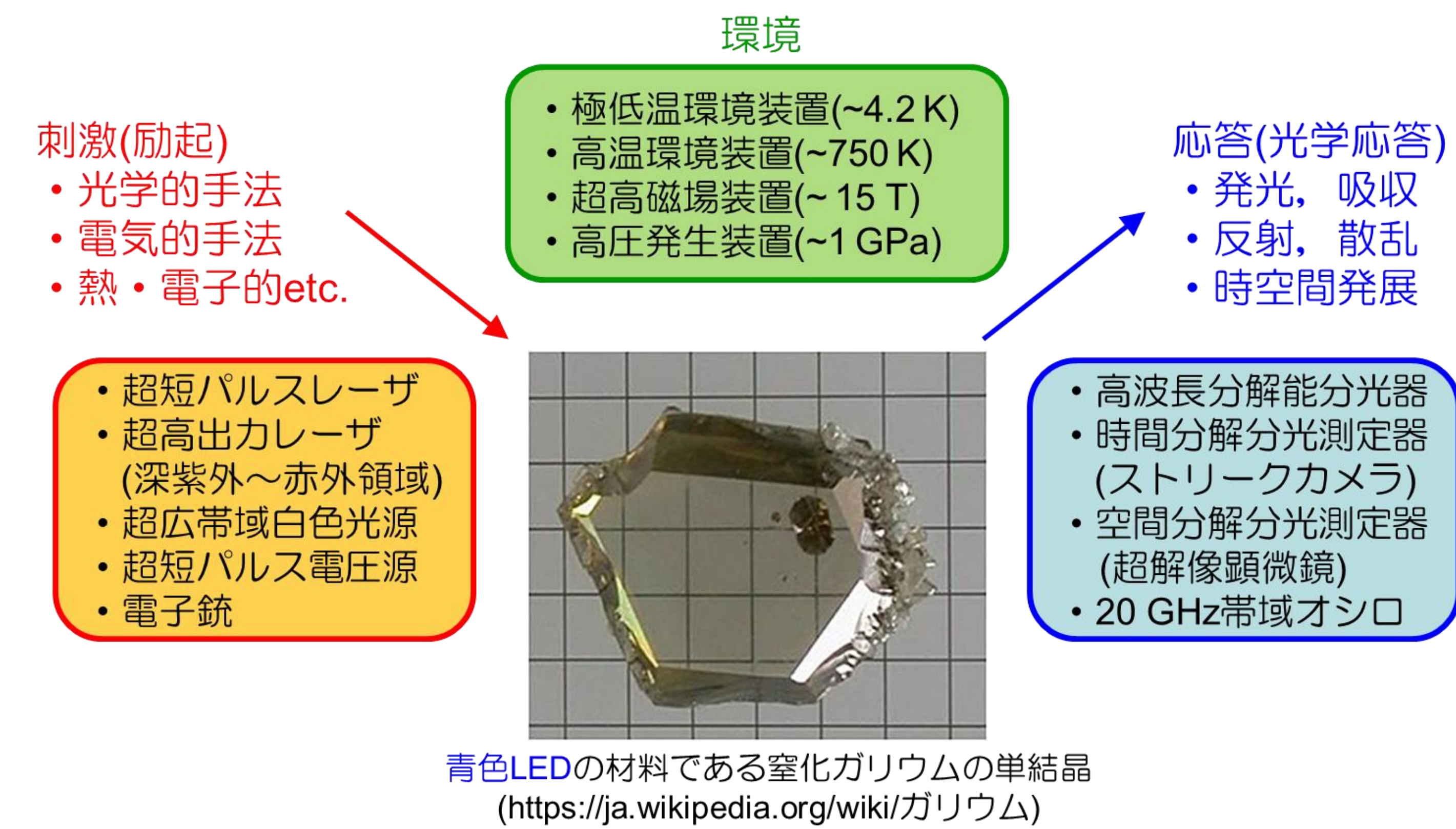


世界では**10億人以上**の
人が安全な水を飲めない

～ここまでのまとめ～

- これから私達は色々な問題に直面することが予想される → ここでは**エネルギー問題**に着目
- 私達は**エネルギー**を**電気**という形態でたくさん利用 → 電力消費量の20 %は**照明**に費やされている
- 第4の明かりの**高効率白色LED照明**(青色LED+黄)が世界を変えつつある → 他の色のLEDは**低効率**
- 波長(色)に応じて最適な応用が存在 → **任意の波長の高効率LEDを実現するのが本研究の目的**

3. 実際の取り組み ～窒化物半導体の光物性評価～



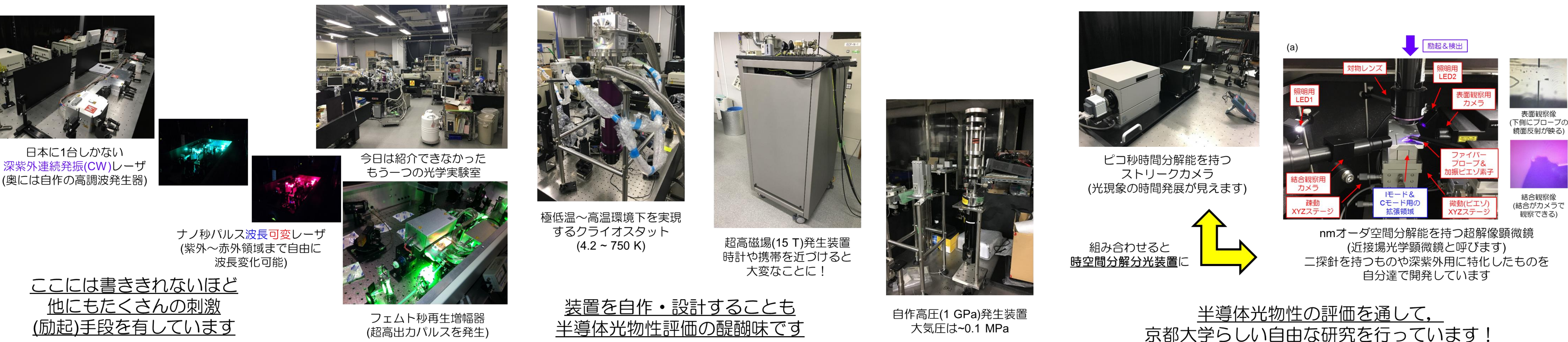
- お医者さんが患者さんに質問します(対象への**刺激**)
- 患者さんがそれに対して答えます(対象からの**応答**)

時には専門機器を使ったりします
(左図では聴診器で言葉以外の**応答**を観測)
(MRIでは磁場を**刺激**としたときの**応答**を観測)

サウナに入ったときのデータを診ることも？
(同じ**刺激**でも**環境**が変わると**応答**が変わります)

⇒**多角的**な観点から症状について、診断します

半導体光物性の評価も同じです。
刺激・環境・応答を工夫した**多角的**な観点からの
評価が物性解明に繋がります。



PHYSICAL REVIEW B 81, 155202 (2010)

All deformation potentials in GaN determined by reflectance spectroscopy under uniaxial stress:
Definite breakdown of the quasicubic approximation

Ryota Ishii,* Akio Kaneta, Mitsuru Funato, and Yoichi Kawakami[†]
Department of Electronic Science and Engineering, Kyoto University, Kyoto 615-8510, Japan

Atsushi A. Yamaguchi
Research Laboratory for Integrated Technological Systems, Kanazawa Institute of Technology, Tokyo 105-0002, Japan
(Received 7 December 2009; revised manuscript received 1 March 2010; published 8 April 2010)

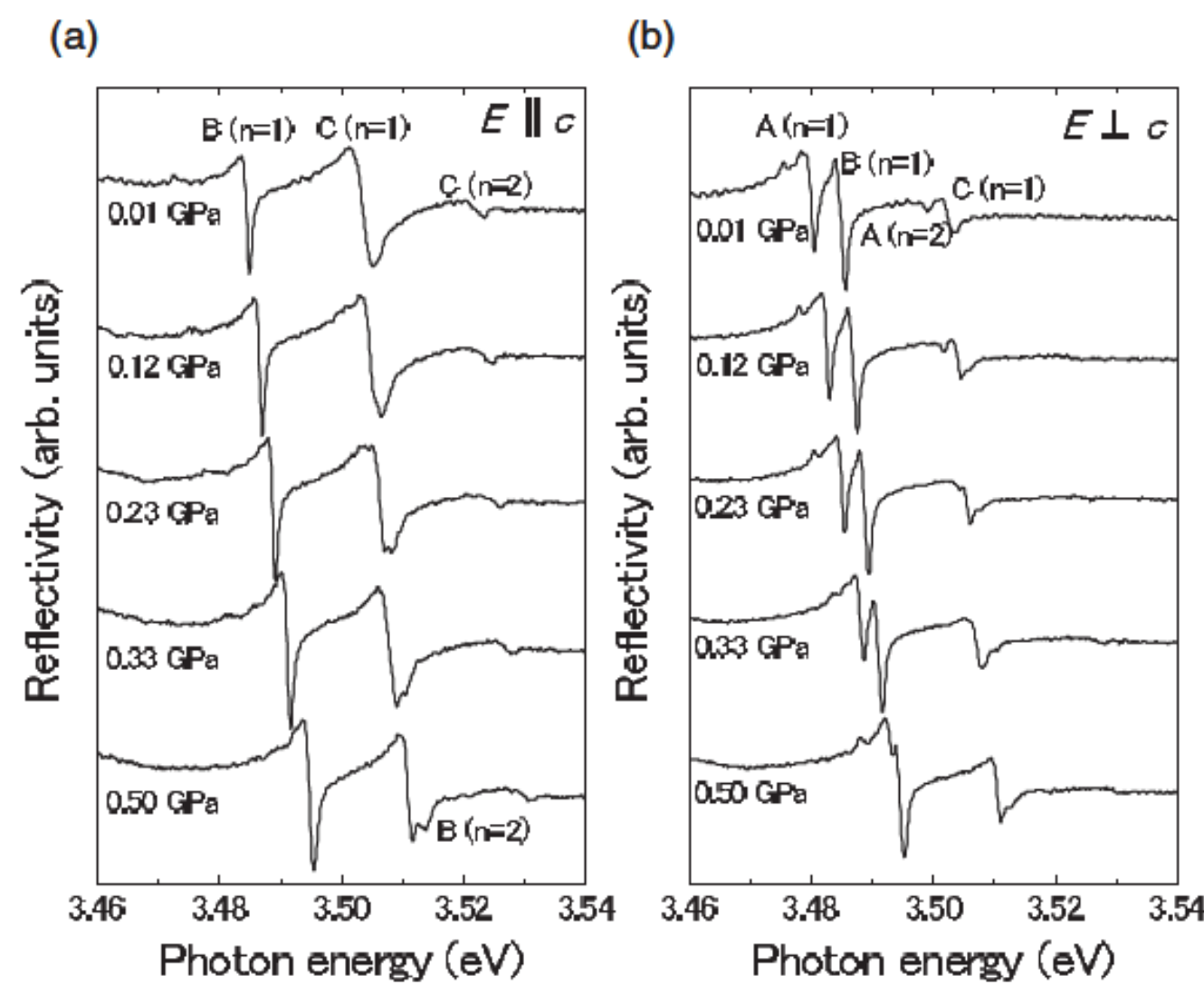


FIG. 5. Reflectance spectra of the *a*-plane GaN bulk substrate under uniaxial stress $P||c$. (a) $E||c$ and (b) $E\perp c$.

中々結果が出なくて辛い時期も過ぎました。
(何度夜通し実験しても上手くいかないことも・・・)

そのような辛い時期があるからこそ、
結果が出て世の中に認められたときの喜びは
非常に大きなものでした！

今も部屋を真っ暗にしながら実験に
取り組んでいる毎日です。

それでは電気と光についてディスカッションしましょう！