

冒險 - 是人生和科研必經之路

楊陽 Yang Yang

The Tannas Jr. Chair Professor

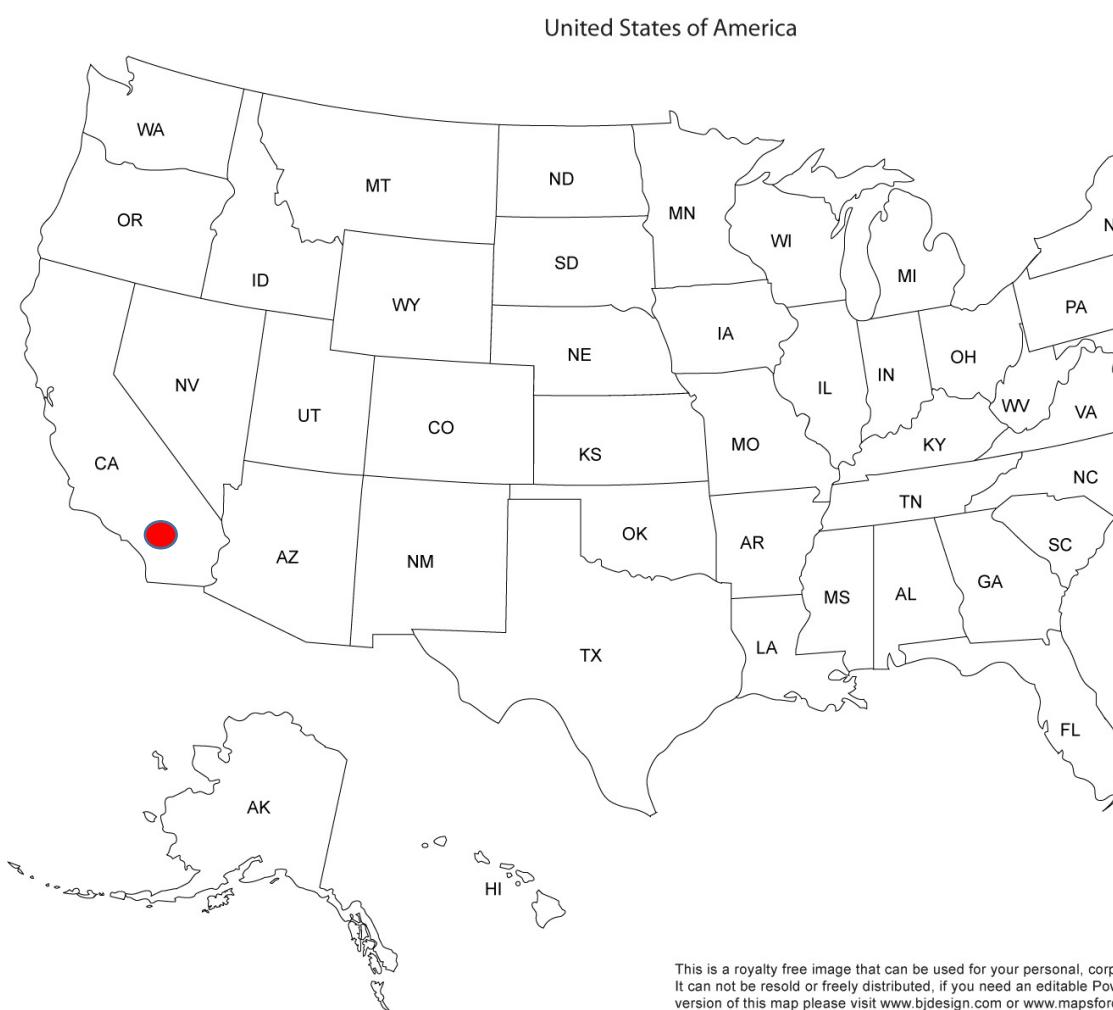
UCLA Distinguished Professor

Department of Materials Science and Engineering, UCLA

謝謝林財富老師， 郭宗枋老師的邀請

冒險：走一條別人通常不會走的路

楊陽的求學與工作經歷



1985 – 1991 Massachusetts

MS degree and PhD degree

1991 – now: California

1991-1992: Postdoc, UC-Riverside

1992 – 1996: Staff Scientist
UNIAX Corp.

1997 – now : UCLA, Professor

This is a royalty free image that can be used for your personal, corporate or education projects.
It can not be resold or freely distributed, if you need an editable PowerPoint or Adobe Illustrator
version of this map please visit www.bjdesign.com or www.mapsfordesign.com.
This text can be cropped off. © Copyright Bruce Jones Design Inc. 2009

今天分享三個故事

- 哪裏跌倒，哪裏爬起來：我大學重考經驗（1977-78）；
- 十年磨一劍：我在美國職場的準備（1986-96）；
- 占領“戰略製高點”：UCLA 的有機光伏的藍海策略（以及我如何帶學生，建立我課題組的文化。）（2008-2020）

*我們沒辦法預言未來，我們只能回顧過去，來分享我的故事。但是，當年在做這些決定的時候，心裏是害怕的不得了。

We can only connect the dots when we look backward. Steve Jobs, 2005

Story-1. 哪裏跌倒，哪裏爬起來：

我的大學重考經驗 (1977-78)

Facts to be shared: 1977 大學聯考英文高標準是71分。
可是我的英文成績只有17分。

怎麼辦？

Trust your own instinct -我的高中英文故事



我工作很賣力，就是不得其門而入，
英文補習也沒有用，方法不對結果是
自信心全部失去

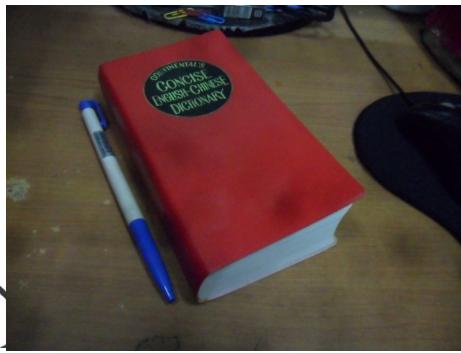
I have to do something **dramatically**

different to save my English. – Find my
own way to deal with it.
10/29/21

1977 大學聯考英文: 17 分; 高標準71分。

1978 大學聯考英文: 51 分; 高標準35分。

- 自己設計教材 以及方法。
- 四個月的時間聚焦一件事情
- ...



4 months efforts, benefits my whole life

- 我可以靠自己走出一條路；
- 不必相信別人的偏方，相信自己的能力！
- 這個經驗對我以後到美國求學就業，有深遠的影響

Self-confidence: 一次又一次被打倒再爬起來累積起來的。

Story-2: 十年磨一劍



Facts to be shared: 1985 我來到 U-Mass Lowell. U-Mass Lowell 物理系當年排名是全美國200名。

怎麼辦？

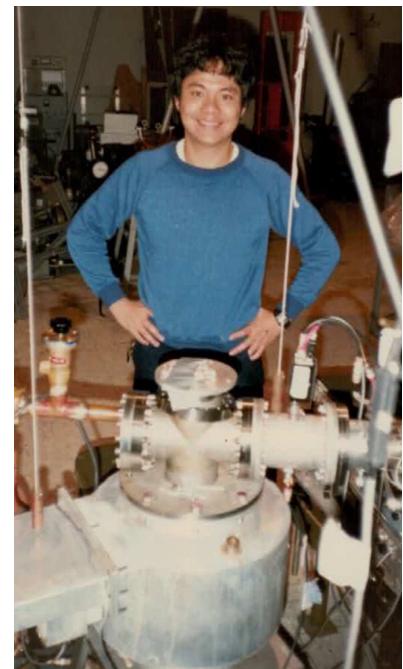
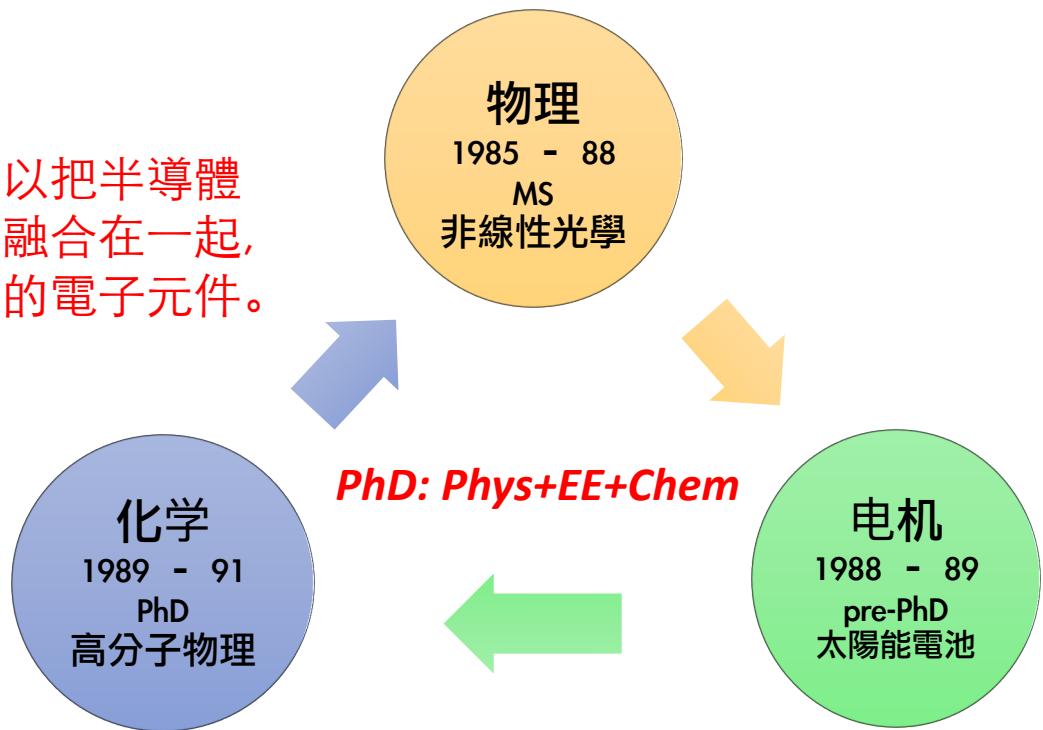
Easy choice, hard life; Hard choice, easy life.

十年磨一劍：我在美國職場的準備工作(1986-1996);

博士學位經歷了三個課題組

當年這些選擇都是很痛苦的，
但是後來證明都是值得的.

我發現我可以把半導體
的和高分子融合在一起，
來做高分子的電子元件。



我很喜歡半導體, 但是
這是個必須要做痛苦的
決定.
因為我不想被卡脖子。

1991, 拿到博士學位之後，我有好幾個工作機會

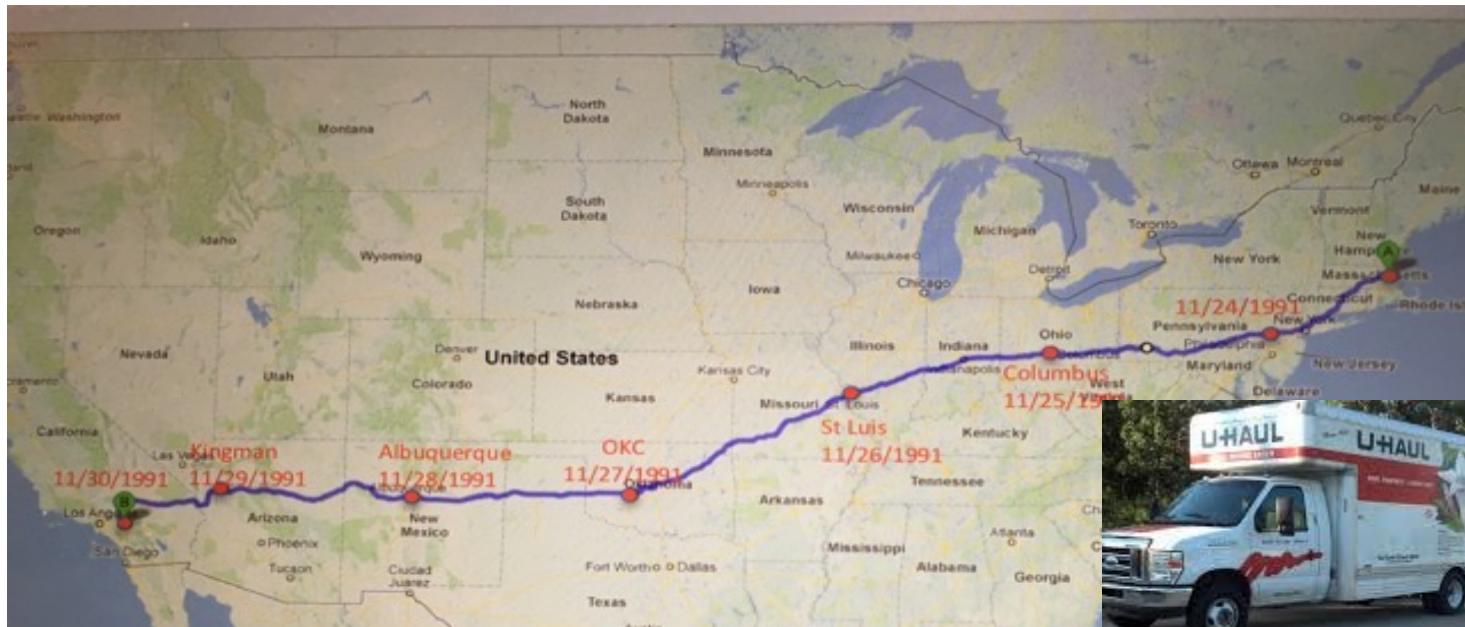
麻州: \$45K permanent job + 緣卡 + 公司股票
賭不賭?

VS



加州: \$22K postdoc, 沒有緣卡，也沒有股票。

再加上還要自己開車5000公里



開車5000公里，沒有用倒檔！



- 1991-92 Postdoc UC-Riverside (**only 10 months, why?**)
- 1992-96 tech-staff in UNIAX Corp. (Santa Barbara).



1992-1996, 好像又讀了另外一個博士學位.

From 1986-1996, 專心聚焦，讓我10年磨一劍

In 1997, join UCLA as Assistant Professor,

- 1998 Associate Professor, 2002 Professor, 2011 Tannas Jr. Chair Professor

1996 十月份, 在拿到 UCLA offer 之後, UCLA 紿我兩個選擇

1997 Tenure-track Assistant Professor (助理教授)
賭不賭?

VS



1998 Tenured Associate Professor (終身職副教授)

To me, timing is everything, 因為有機光電正在起飛, 晚一年可能就失去了這個時間點, 至於未來的發展, 就靠我自己.

1997年一月份正式加入UCLA

- Facts to be shared: 十萬美金的啟動經費，還有35平米的實驗室空間
- 我不做和我以前老東家 overlap 的研究課題。
- I need money, badly; and I need new ideas.



The world first successful inkjet printing OLED device. We received \$1M of grants in 1998

我的實驗記錄本



UCLA 的有機光伏的藍海策略

我們如何開始有機光伏的研究？



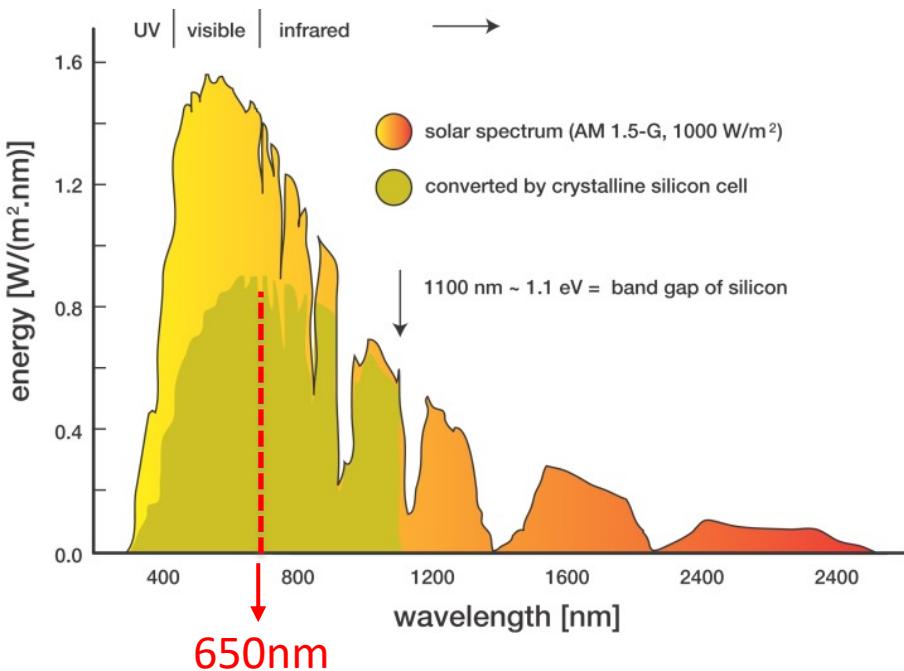
- 2001~02年，交通大學陳方中教授剛完成博士論文，我請他提出研究計畫，必須能讓人眼睛一亮，但是也要符合我們的有機光電研究。提出**有機太陽能電池計劃**；
- 後來我們拿到了**30,000美金的科研經費**。
- 我們後來用這筆經費請來了李剛做博士後。2005，他做出了一個很重要的工作，**我們的文章被引用了超過6000次**。李剛現在是華東師大大學教授。
- 回顧過去，我們**有機太陽能**，成立了兩家公司到現在，**一共拿了超過了千萬美金的經費**。

我們在2006/07年就已經站在OPV的世界頂峰的位置

Solar Spectrum

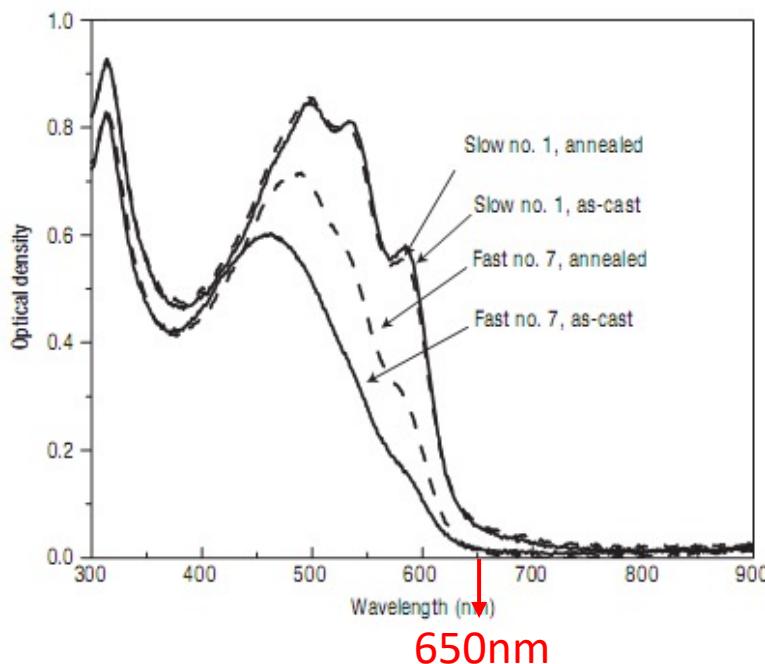
Standard used for measurements:

- Air Mass 1.5 (Sun at 42° of elevation)
- Irradiance $\sim 1000 \text{ W/m}^2$



P3HT:PCBM system

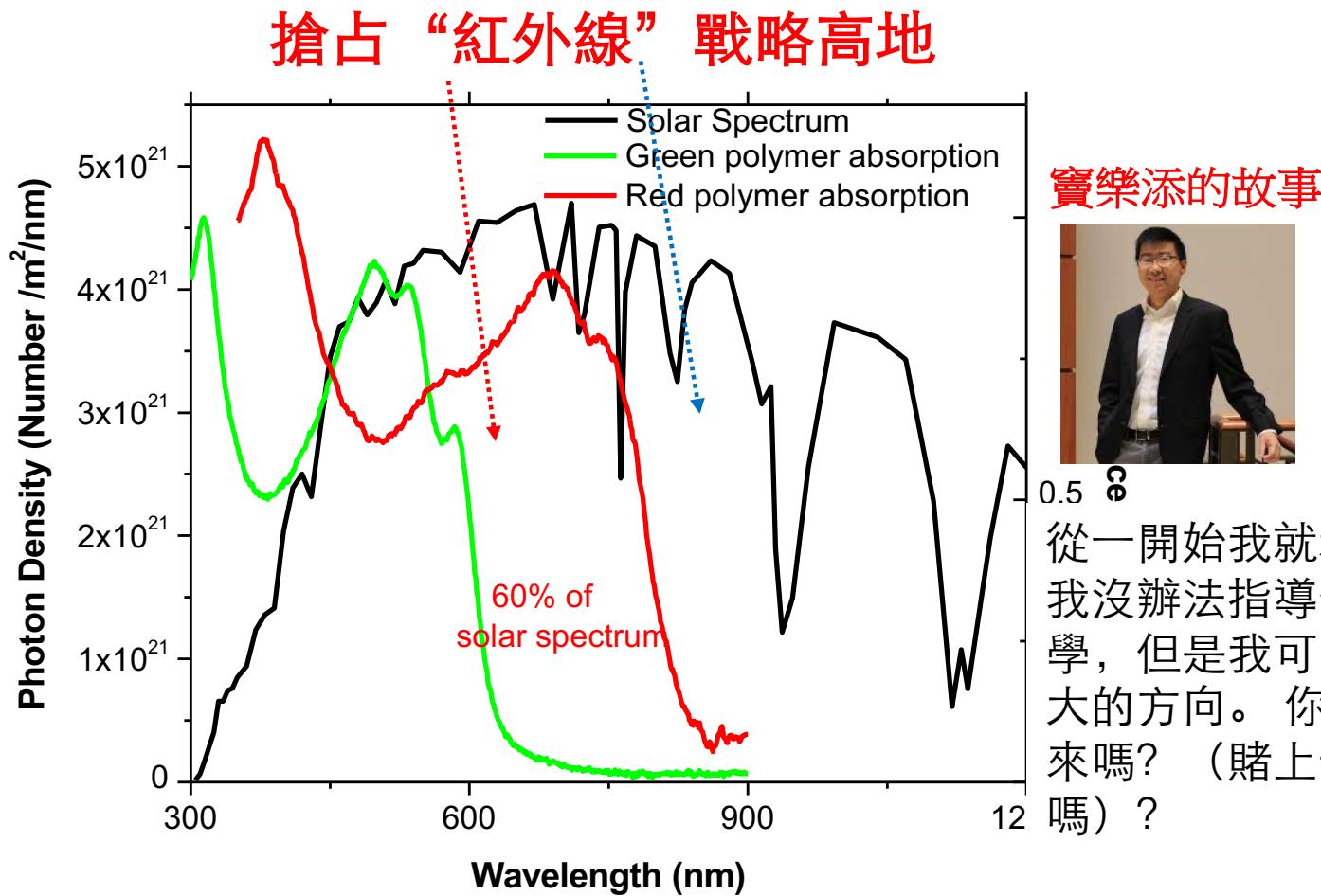
- Absorbs mainly in the visible spectrum
- Our lab has been researching novel **low-bandgap materials** to absorb more of the infrared spectrum



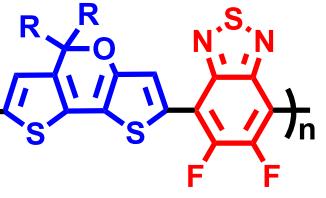
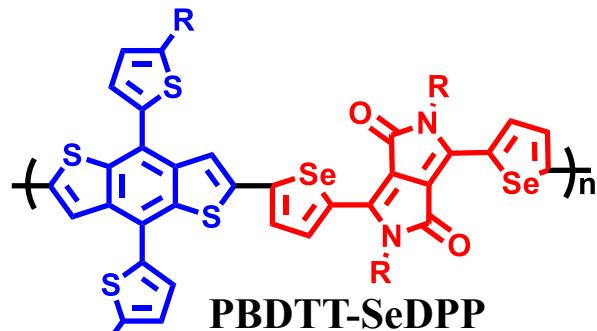
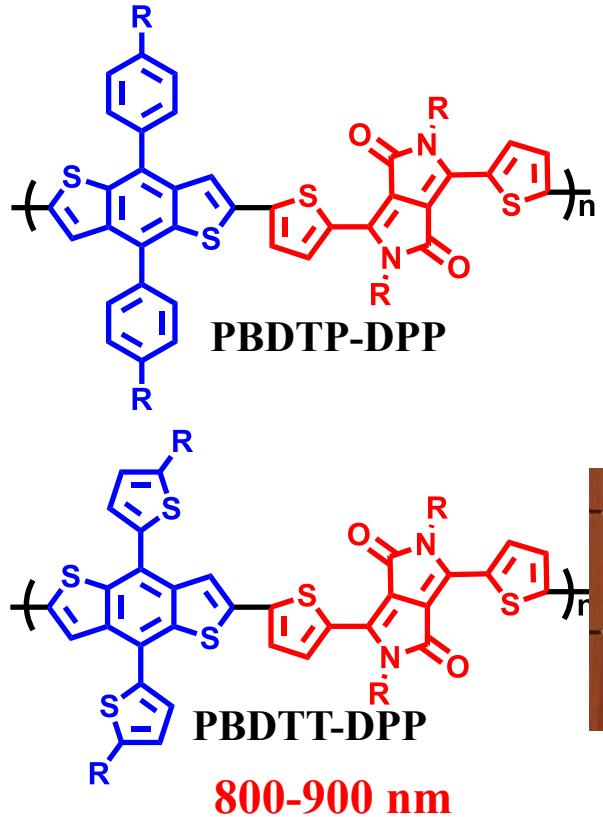
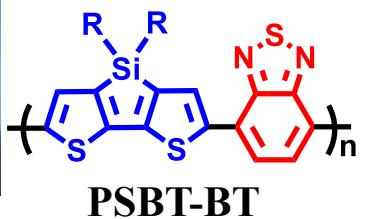
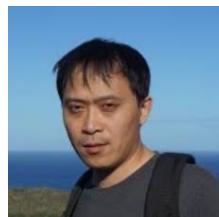
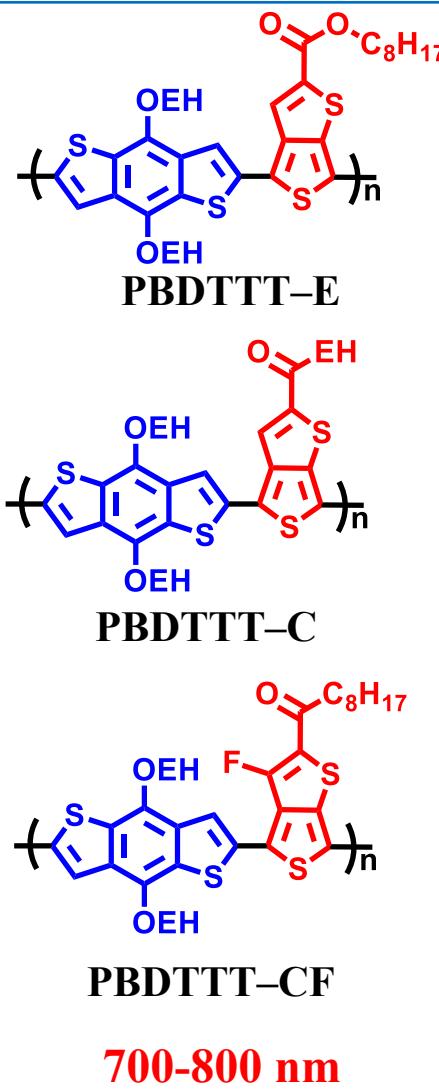
YY Lab 在2007/08年的戰略思維



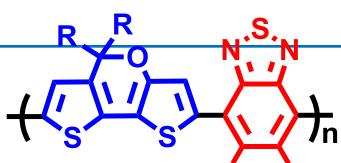
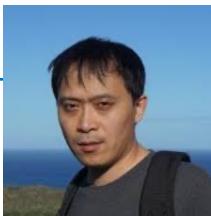
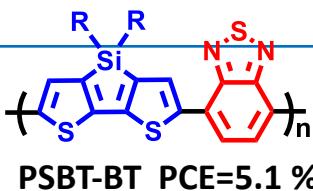
Prof. 候劍輝



Near-infrared Donor Materials from YY Group



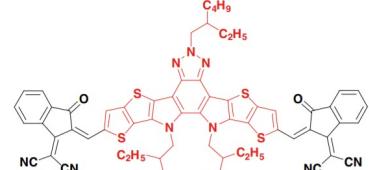
900-1000 nm



First IR Polymer

First Certified OPV efficiency over 10% (Tandem)

Acceptor



Y1-Y3, Y6 Acceptor

2008

2012

2013

2015

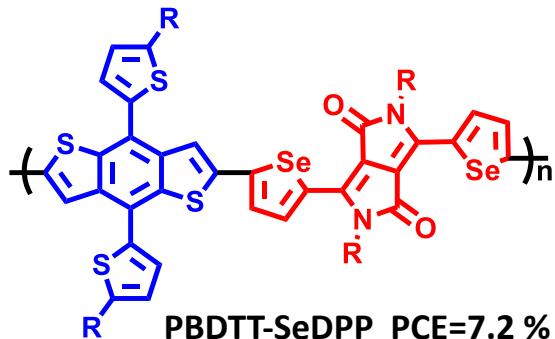
2019

900-1000 nm IR Polymer

Ternary OPV device

Nat. Commun. 2019, 10, 570.
Adv. Mater. 2019, 31, 1904215.

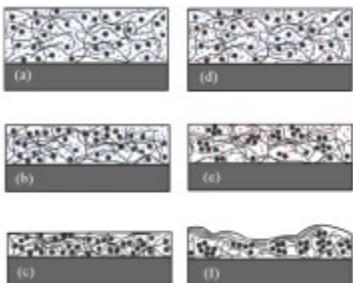
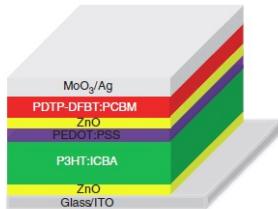
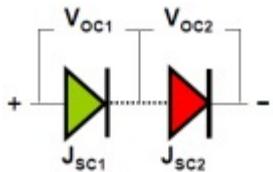
(*Nat. Photon.* 2015, 9, 190)



Adv. Mater. 2013, 25, 825–831.

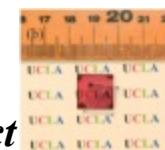
Achievements of UCLA Organic Photovoltaic project

150篇文章發表，超過50,000次的引用，平均一篇文章超過350次的引用



Solvent Mixture Effect

Adv. Mater., 18, 1783 (2008)



Semi-transparent Solar Cell

Adv. Mater., 20, 415 (2008)

2008

Highly Efficient Tandem Cells Transparent OPV

Nat. Commun., 4, 1446 (2013), cited 2566 times

Nat. Photon., 6, 180 (2012), cited 1395 times

Adv. Mater., 21, 1 (2009)

Adv. Mater., 21, 4238 (2009)

Vertical Phase Separation

Adv. Funct. Mater., 19, 1227 (2009)

2010

Low Bandgap Polymers

Nat. Photon., 3, 649 (2009), cited 2993 times

J. Am. Chem. Soc., 131, 15586 (2009)

J. Am. Chem. Soc., 130, 16144 (2008), cited 1106 times

Anisotropy in Single-Crystal Photovoltaic

Adv. Mater., 20, 435 (2008)

Transition Metal Oxide as Buffer Layer

Appl. Phys. Lett., 88, 073508 (2006), cited 1050 times

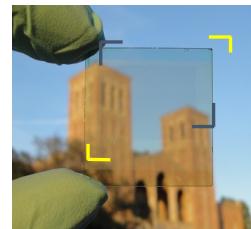
Accurate Measurement and Characterization

Adv. Funct. Mater., 16, 2016 (2006)

2005

Controlling of Active Layer Growth Rate (4.4%)

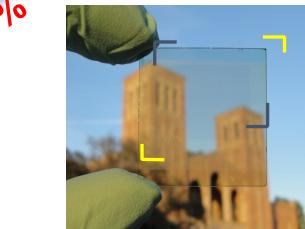
Nat. Mater., 4, 864 (2005), cited 5742 times



ACS Nano, 6, 7185 (2012)

2013

2012



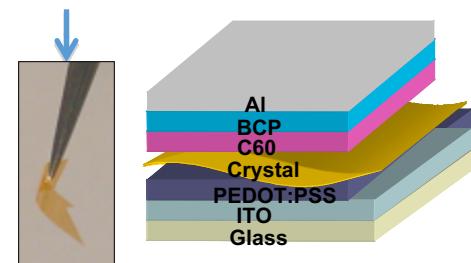
2018

2019

2019

2019
2018
2013
2012
2010
2009
2008
2006
2005
2003 (<1%)

Certified World Records: 6.8% → 7.6% → 8.1% → 8.6% → 10.6% → 11.5% → 12.6%



- 人無我有 → • 藍海
 - 人有我優 → • 紅藍海
 - 人優我走 → • 紅海
- ↓
- “人無我有”的藍海

特別是當傳統的科學已經觸及天花板的時候，我們該如何思考下一波的突破？

YY Lab: 養成一個課題組的文化，鼓勵學生去尋找突破點。

Example : Project-X (2007)

- 在2007年的時候，我們決定開創 柔性 “無機半導體” 的方向。
- 我挑戰我的課題組，看看有沒有學生願意出來接受這個挑戰。結果有四個學生願意來做這件事情。
- 他們花了一個暑假的時間讀文獻，專利最後我們確定了一個方向；CIGS：這是一個無機半導體，同時也是柔性半導體。
- 結果4年之後鈣鈦礦太陽能電池的研究開始，我們已經準備好了。



Vincent Tung



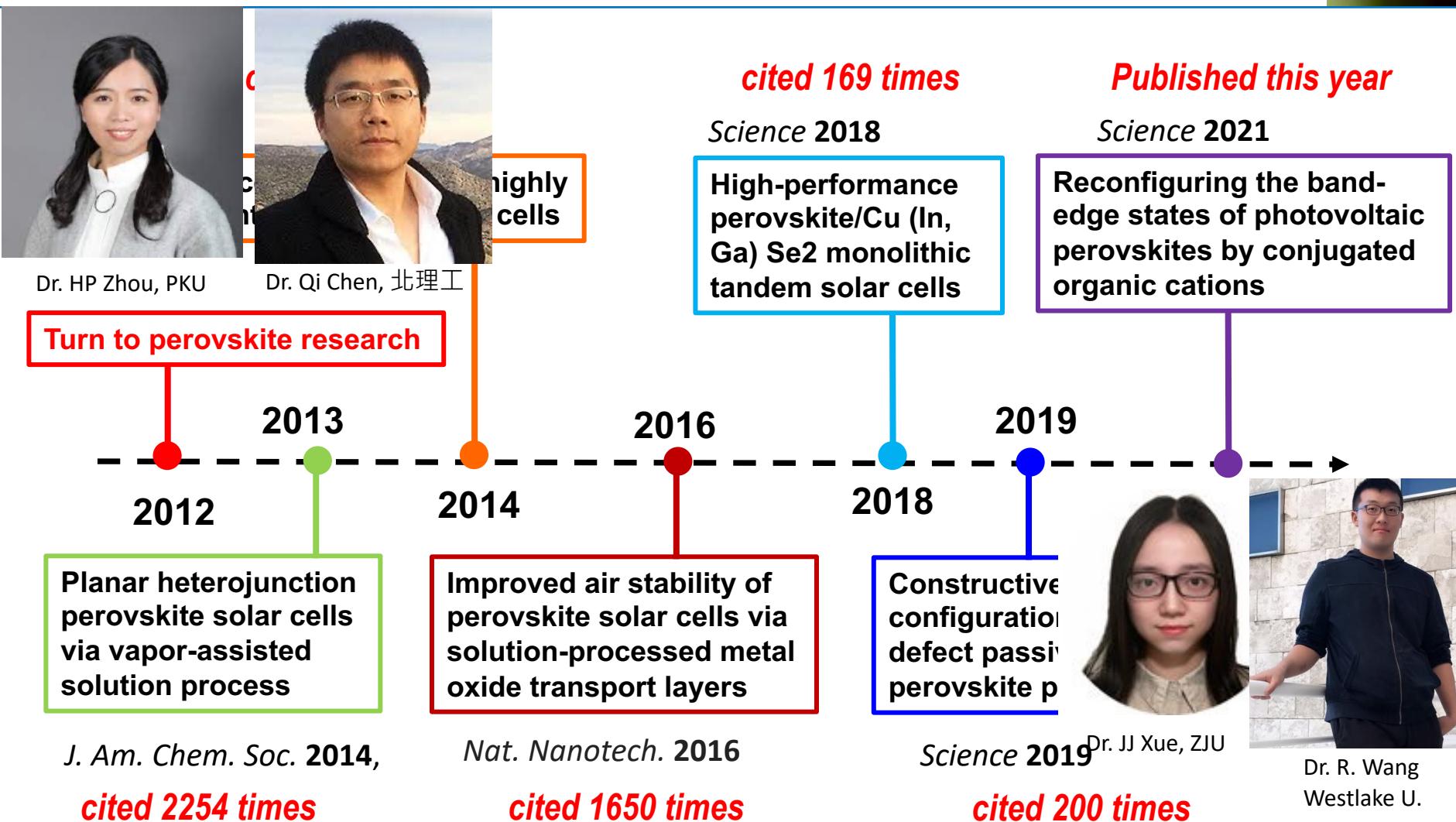
William Hou



Peter Li



Matt Allen

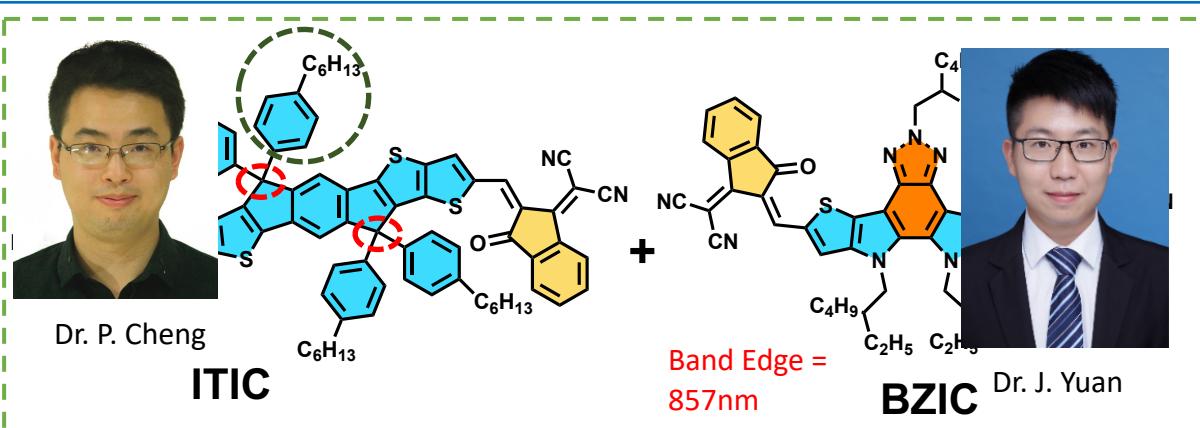


如何把研究和教育融合成為一體

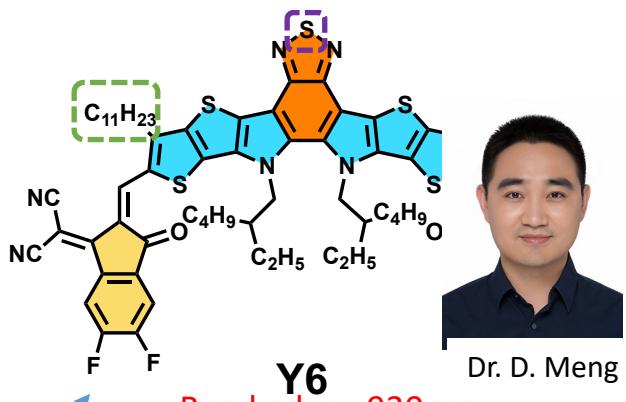
- 大學的主要任務是教學，這個千萬不能忘記了。
- 選擇學生的時候要仔細。每一個人都有長處，所以要能夠看到學生的 hidden talents.
- 要訓練學生基本功。**誠實正直**是我們強調的課題組文化。
- 老師必須要花時間和學生一起成長。我的方法是考核他們的實驗記錄本。建立師生的互信/交流. 鼓勵他們追求卓越。（**我通常的做法是畫一個大餅，去挑戰他們。**）
- 另外，他們身邊的人也很重要，當他們身邊的人都比他們好的時候，大家互相鼓勵，整體的素質自然也就上去了。**(Same as the PIs, 我們要找到比我們更好的人作為我們身邊的人。)**

- Two or three faculty from different schools form a team to submit an idea that is **nearly impossible to achieve**.
- Once the proposal being selected, WU will provide 1M – 1.5M RMB funds to support this **crazy idea**. (One big surprise, we noticed that faculty started to talk.)
- We only expect **10-20% of the ideas to work**, because it is high-risk.
- 我們可以允許80%的容錯率。因為這些想法往往是高風險的想法。其實很多當初不成功的想法,到最後也可以找到其他的出路。In fact, people is the key.
- 交叉學科的做法是一個開啓未科學研究的有效工具。◦
- 開展交叉學科的基礎是「誠信」(Honesty). 沒有「誠信」，合作走不遠。

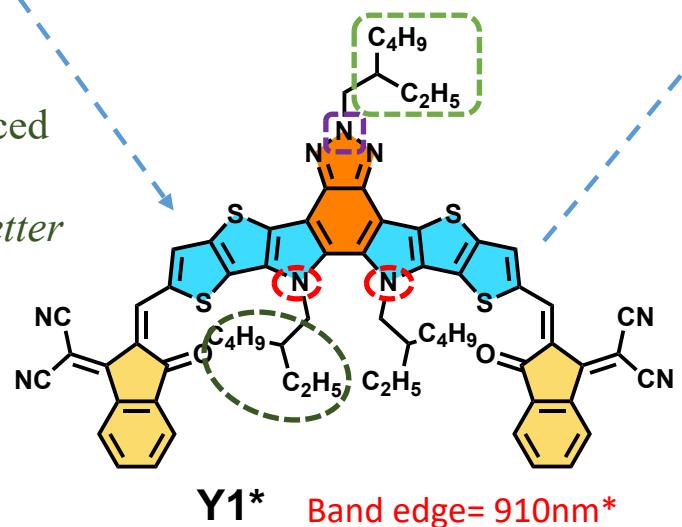
The Design Concept of Y (or Yang) -Series NFA of Y1 and Y6 at UCLA



Our thinking: harvesting more IR & better morphology (& mobility).



Our logic thinking: harvesting more IR and better morphology.

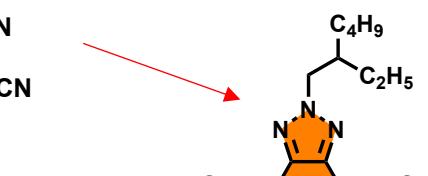
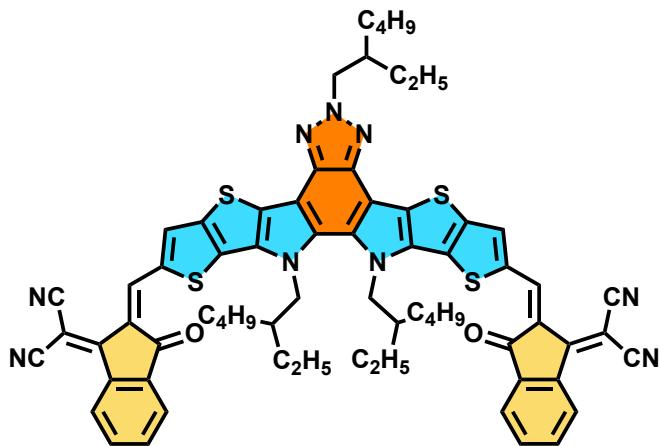


- *SP³-C replaced by SP²-N.*
Enhance conjugation
- Aromatic Side Chain replaced by Alkyl Side Chain.
Reduce steric & leads to better molecular packing

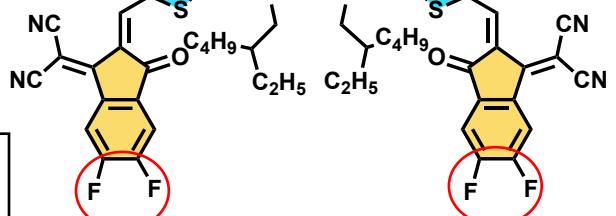
➤ *N-atom replaced by S-atom.*
Introduce more Intermolecular Interaction and down-shift the HOMO level

- Changing type (branch replaced by liner) and site position of side chain. *Better molecular packing and solubility.*

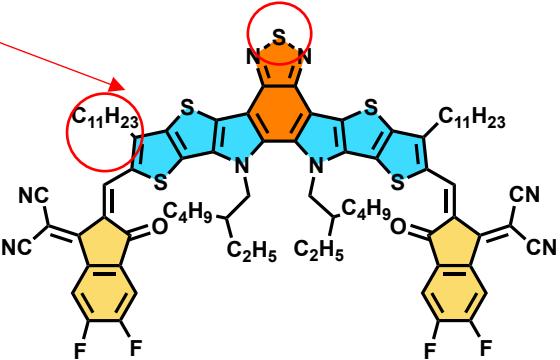
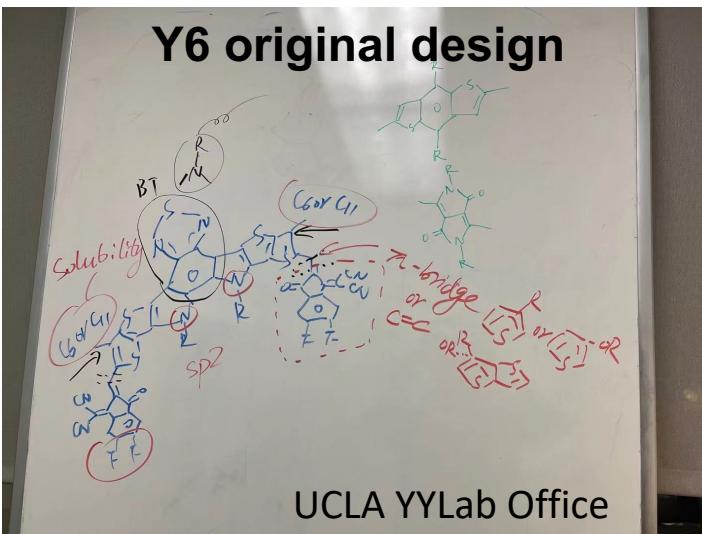
The major evolution of the Y (or Yang)- Series NFA at UCLA YY Lab



Y1



Y3



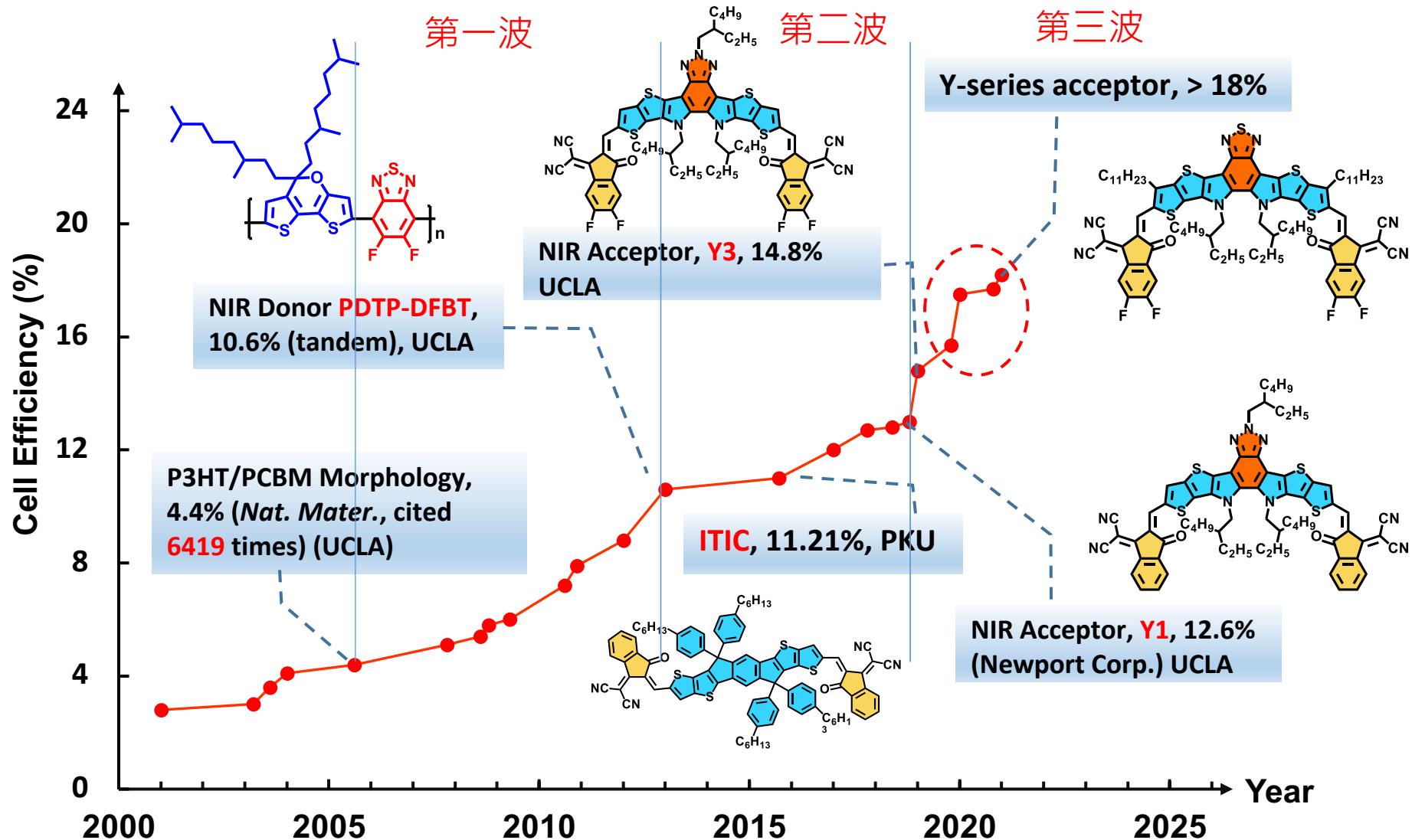
Y6

TITLE			
Work continued from Page 240			
PROJECT NO.			
BOOK NO.			
49			
2-16-2018			
5			
Compound	MW	mmol/l.	Weight
1	814.2	13.5 mmol	110mg
2	230.17	81 mmol	186mg
CHCl ₃		20ml	
pyridine		1 ml	

Jun Yuan's Lab NB

Y is the Abbreviations of **YANG**

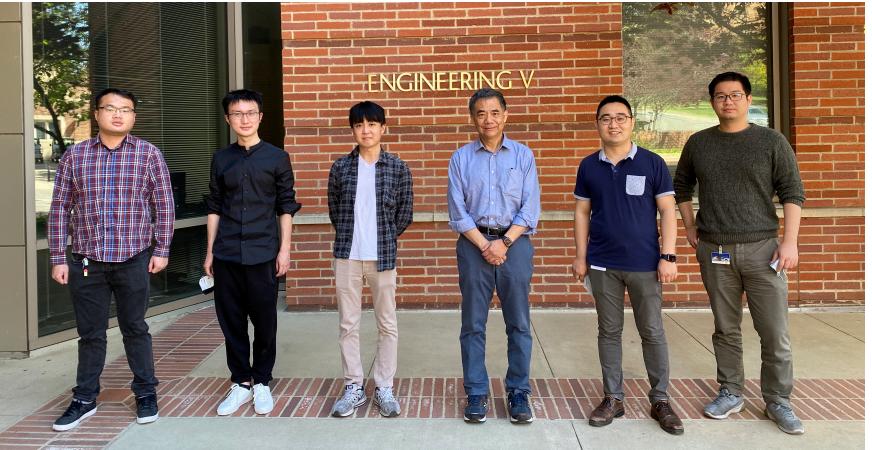
Best Research OPV Efficiencies



Acknowledgements

西湖大學工學院創院院長
2019-2020

2021

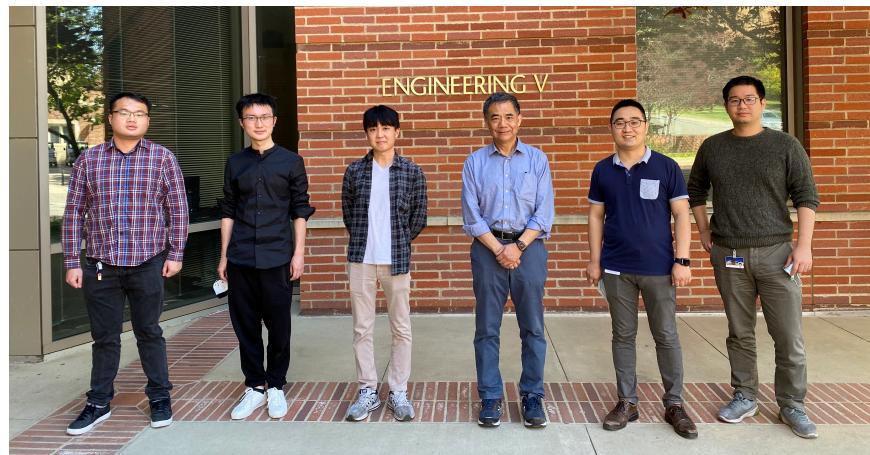


YY Lab in 2018





April 2021



怎麼辦？我們下一個藍海在哪裡

這種找出路的感覺其實是很過癮的。

過去的半年和我學生的溝通是我在以前所沒有的。