

産学官連携講演①

日本再浮上のための産官学連携にむけて

松岡隆志

電子材料物性学研究部門
東北大学 金属材料研究所



1. 実用素子の開発に関する私の経験
2. 学会の発表動向
3. 応用物理学会産学協働研究会での議論
4. 産官学協働による日本の技術再生に向けて

NTTの研究所: 26年10ヶ月

(1) 光通信用光源の開発

- ・メーカーに技術指導し、製品化
- ・システム実験を実施
- ・超高速・長スパン光ファイバ伝送システムの商用化

(2) 青色発光用材料 窒化物半導体の研究

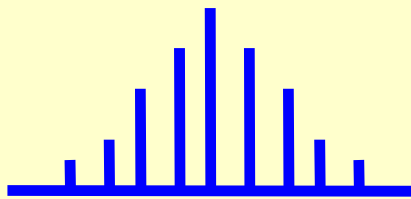
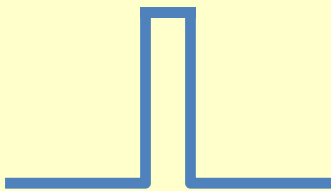
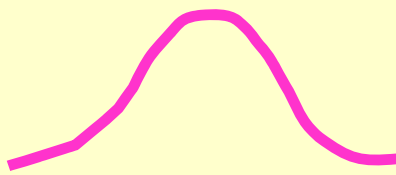
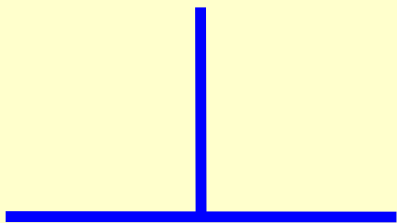
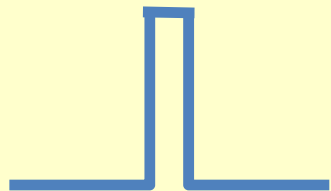
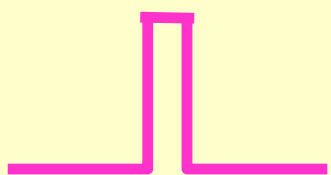
大学: 13年6ヶ月

窒化物半導体に関して、企業5社と共同研究

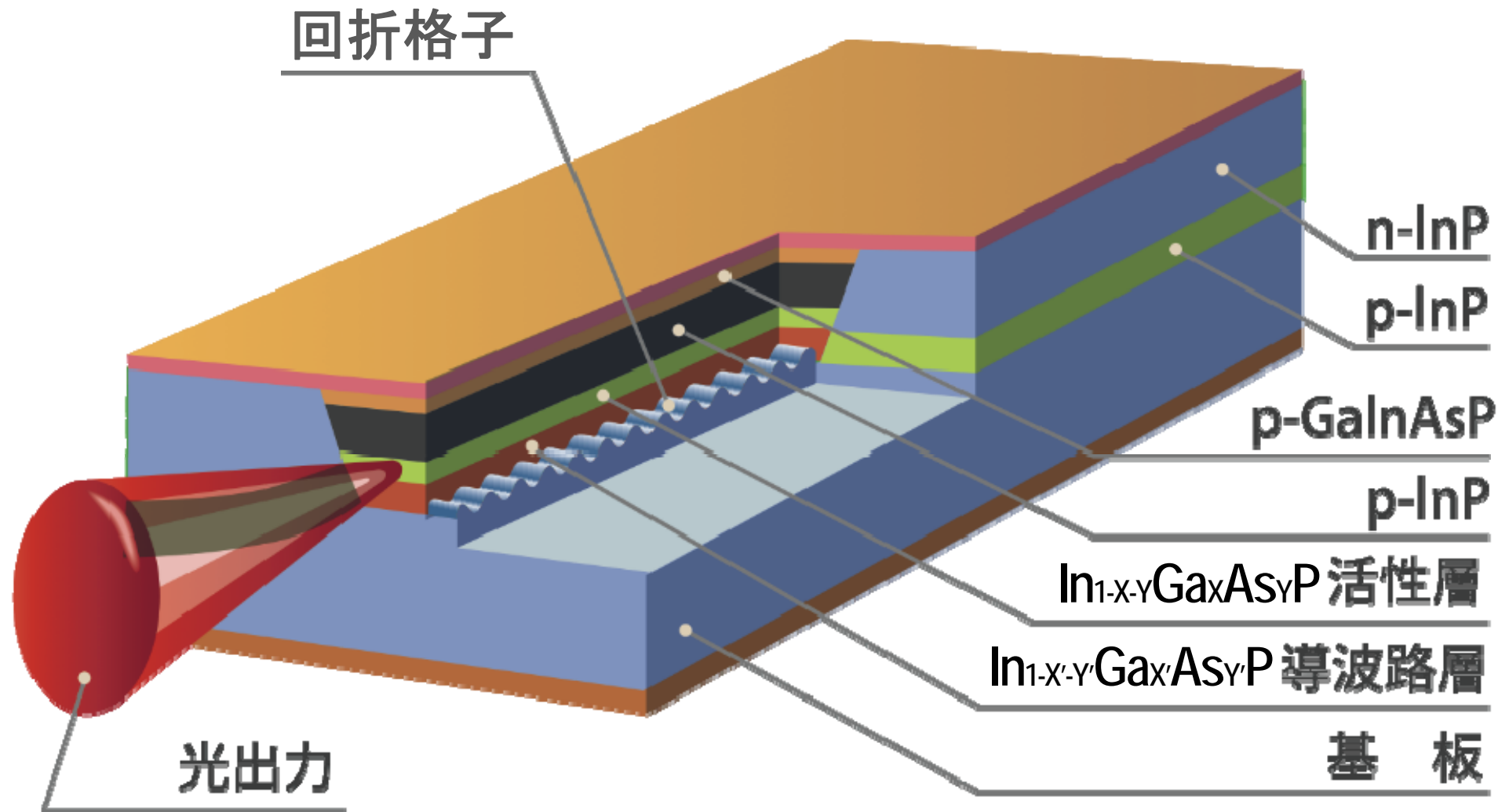


- ・大学と企業の両方が見える。
- ・競争的資金の関係から、官についても少し垣間見てきた。

		FP レーザ
使用年代		~1987
光源	材料	InGaAsP/InP
	素子	FP レーザ
伝送容量／波		400 Mb/s
波長多重 (WDM*)		—
波長間隔		—
伝送容量/ファイバ		400 Mb/s

レーザーの種類	発振スペクトル	光ファイバ伝送信号波形	
		入射光	出射光
従来型レーザー			
分布帰還型レーザー			

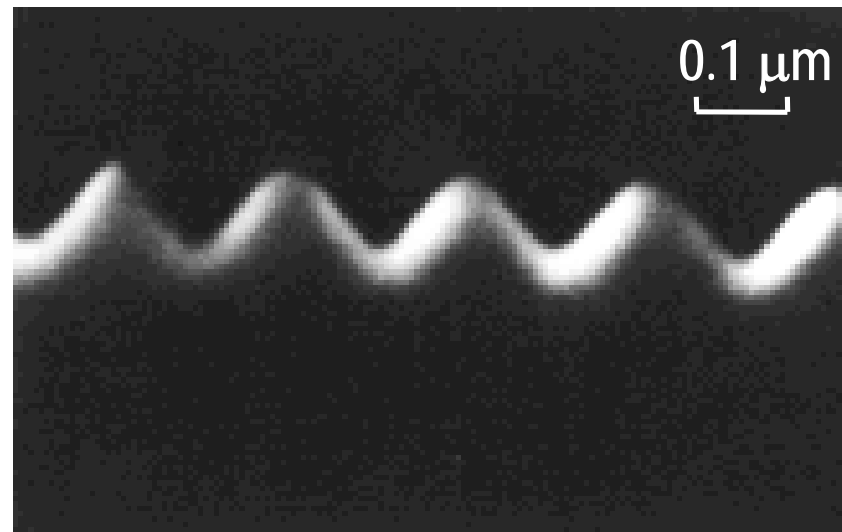
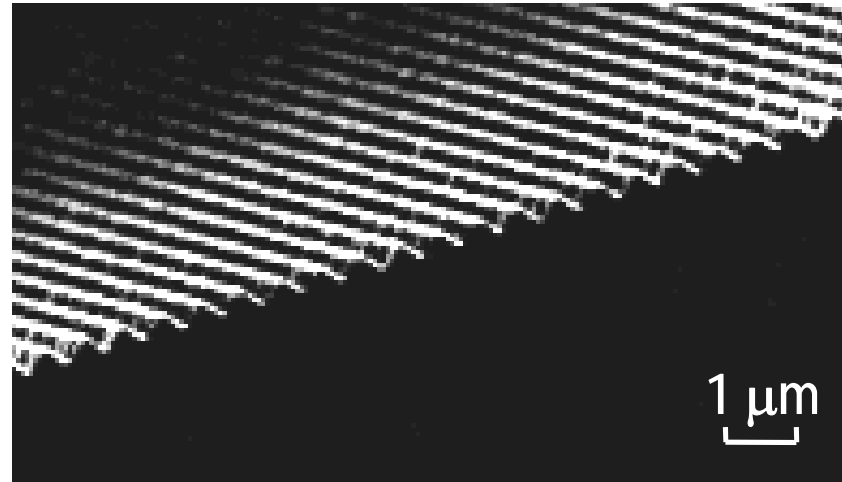
分布帰還型レーザの構造



T. Matsuoka *et al.*, "CW Operation of DFB-BH GaInAsP/InP Lasers in 1.5 μm Wavelength Region", *Electron. Lett.*, 18(1982)27.

技 術	項 目
回折格子作製	二光束干渉露光装置の設計・製作
	フォトリソグラフィ
	結晶のエッチング液
結晶成長	結晶表面クリーニング
	結晶成長中での回折格子形状保存
設 計	回折格子形状の設計
	単一縦モード発振確率

周期197nmのInP回折格子

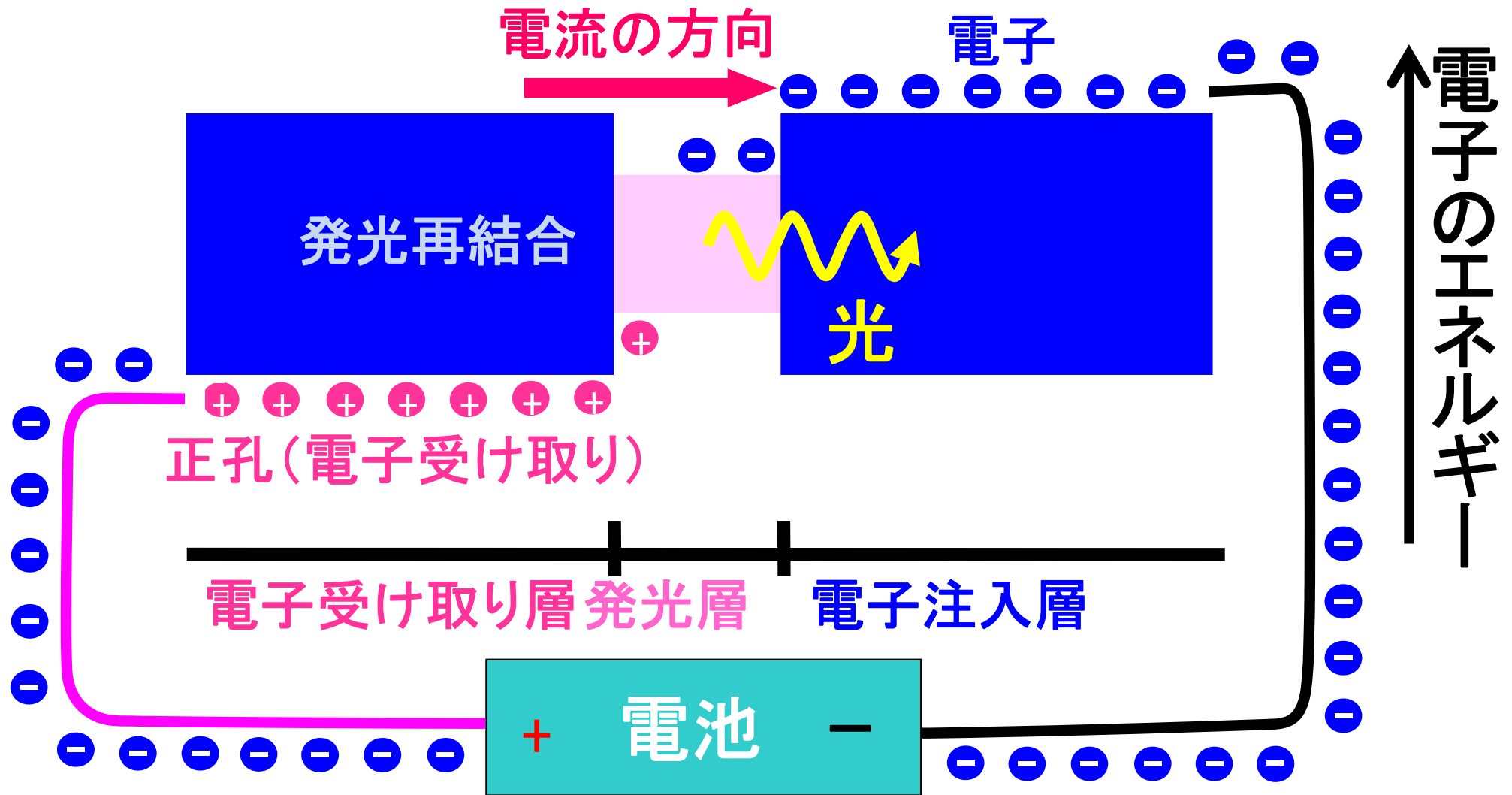


T. Matsuoka and H. Nagai, "InP Etchant for Submicron Patterns", J. Electrochem. Soc., 133(1986)2485.

		FPレーザ	DFBLレーザ
使用年代		~1987	1987~
光源	材料	InGaAsP/InP	InGaAsP/InP
	素子	FPレーザ	DFBLレーザ
伝送容量／波		400 Mb/s	100 Gb/s
波長多重 (WDM*)		—	100
波長間隔		—	0.4~0.8 nm
伝送容量/ファイバ		400 Mb/s	10 Tb/s

*WDM: Wavelength-Division-Multiplexing System

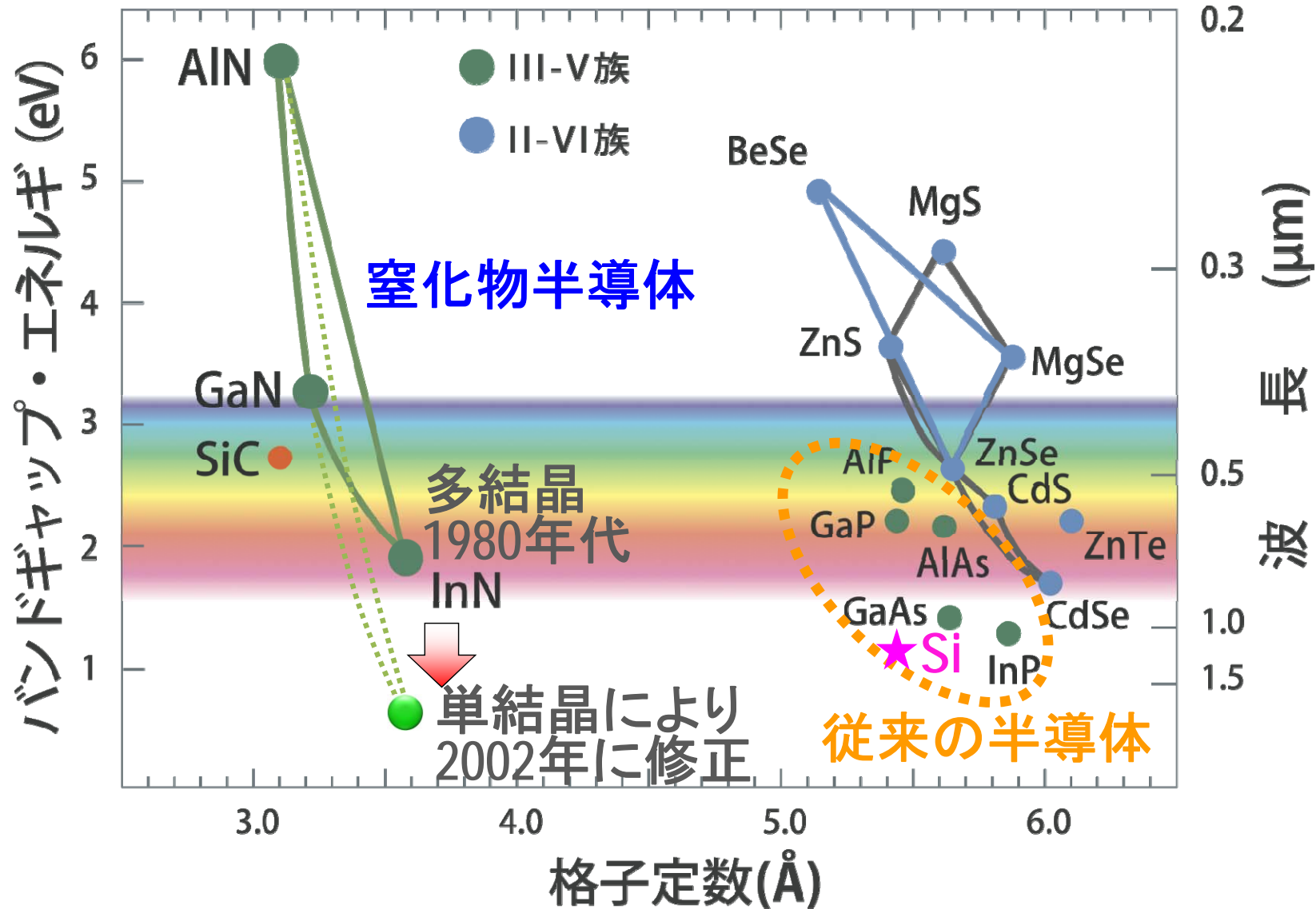
LEDの動作原理



項目	内容	年	機関
高品質結晶成長	AlN緩衝層導入	1986	天野
青色発光材料	InGaAlN提案	1989	松岡
発光層成長	InGaN成長	1989	松岡
電導型制御	p型GaN成長	1989	天野

技術の総和: 青色LEDの実現(1993) 名大, 日亜

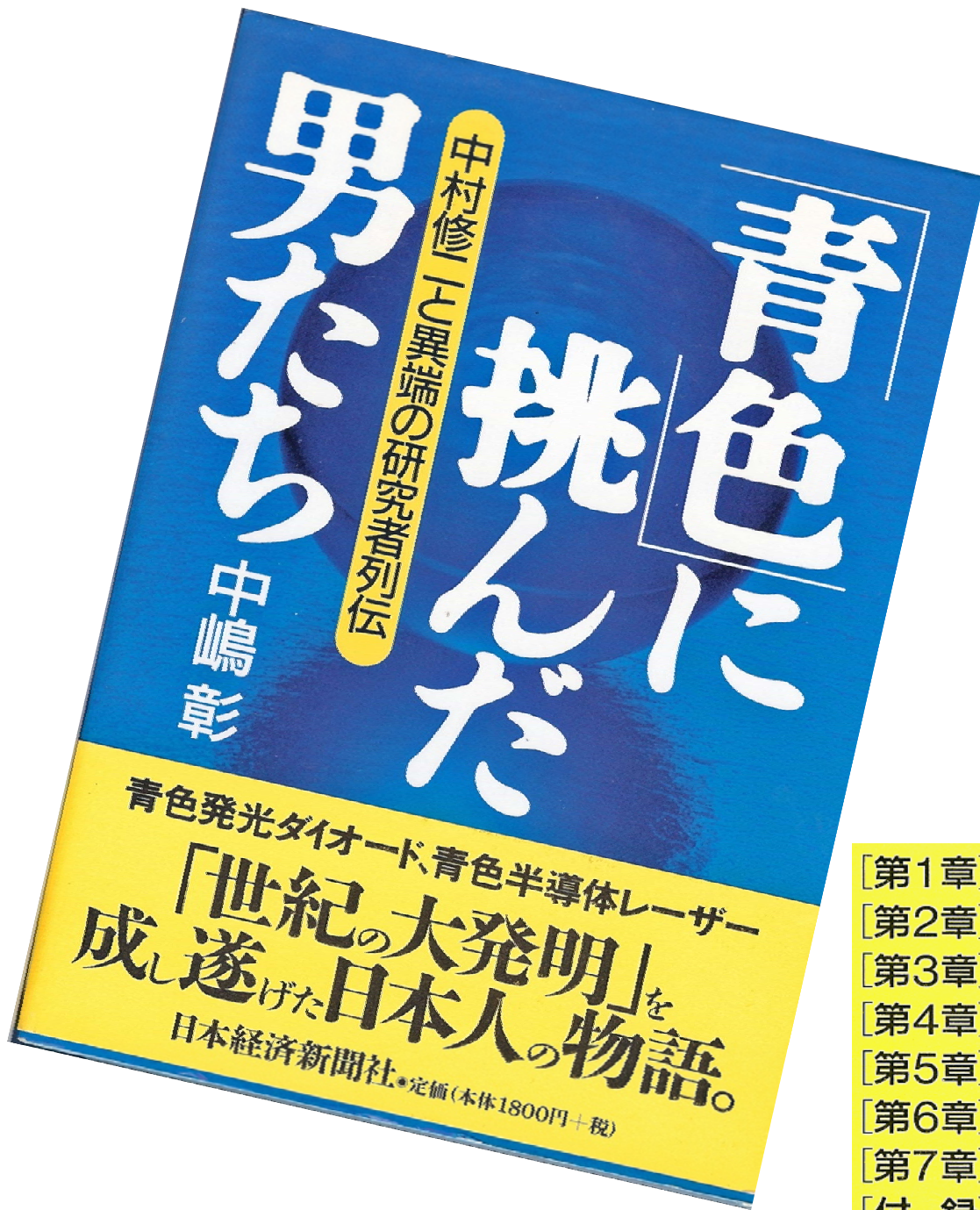
構成元素InGaAlNの提案: 格子定数と光学吸収端エネルギー



T. Matsuoka *et al.*, Intern. Symp. GaAs and Related Comp., (Karuizawa, Japan, Sept. 25-29, 1989);
in *Inst. Phys. Conf. Ser.*, 106 (1990) 141.

T. Matsuoka *et al.*, Appl. Phys. Lett., 81, 1246 (2002).

日経新聞刊, 2003年10月



- [第1章]●中村物語<その1>——四国に誕生した研究職人
- [第2章]●赤崎物語——青色発光素子の「生みの親」
- [第3章]●松岡物語——インジウムの青にこだわりつづけた研究者
- [第4章]●中村物語<その2>——「青」の開発で赤崎と松岡を猛追
- [第5章]●秋本物語——青色半導体レーザー開発で先行
- [第6章]●河合物語——MOCVDのプロを誇りに
- [第7章]●大場物語——不易の研究者の結晶作り
- [付録]●技術解説・関連略年譜

産官学連携の必要性

大学だけでは実用化はできない。

理由

- 大学内の評価に“実用化に関する指標”がない。⇒ やる気が出ない。
- 個々の技術レベルが低い。
- 経験豊富な教員：実際の研究現場に触れる時間を取れない。
- 若手教員：実用化研究は難しい。技量不足と昇格が難しくなるため。
- 学生相手では、タイムリーに仕事が進まない。

企業だけではネタ仕込みができない。

理由

- 基礎研究力の低下：基礎研究所廃止、基礎研究費低減
- 人材不足：1980年~1990年代半までの半導体立国を支えてきたエンジニアと現在の現在の働き盛りの40代のエンジニアとを比較すると、技術力の差が大きい。

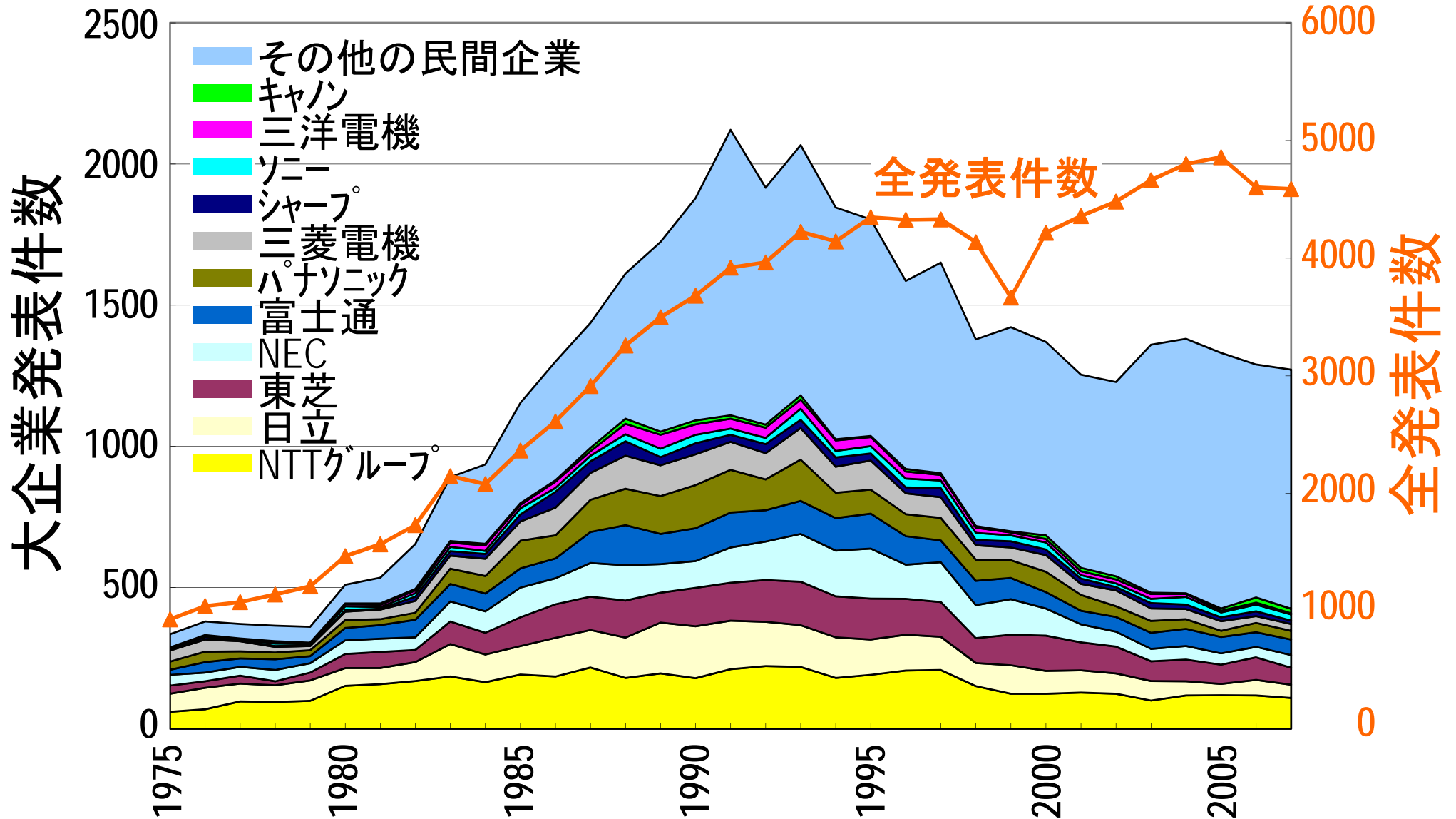
オール日本の体制が必要 → 産学官連携

日本の技術再生のために

現 状

- ・産業界：利益に走りすぎた結果、大会社における技術開発力の衰退
 - ➡ 人材も技術もない。
 - ➡ お友達社会の形成によって評価法の乱れ。
- ・学界： 日々平穩に暮らしを求める。
 - ➡ 面倒なことはしない。
 - ➡ 気概のある教員が少ない。
 - ➡ 卒業生も覇気がない。
- ・官庁：形式ばかりの組織作り(税金を用いたプロジェクト)
 - ➡ 魂の欠如 ➡ 真剣みがあるのか？

企業からの応用物理学学会発表件数の経年変化



山口栄一, 応用物理, 79 (2010)1077

永峯英行, 山口栄一, ITEC Working Paper Series, No.10 (June 2007).

委員長 堂免 恵 さん (株式会社 湧志創造)

発足：2015年4月

現在の風潮の出所 ⇒ 評価では？

日本には、

企業側：「使える保証の無い基礎研究」にお金を出す文化が無い。

大学側：実用化研究に評価軸がない。

「産学協働の広場」に以前展示参加の企業が提示した「金属の破断メカニズム」や「電極用の炭素の構造解析」など。そんな成果の出にくい基礎研究は大学ではできないと何人もの先生に言われた。

(正橋先生談)

産学協働研究会設立シンポジウム報告書

https://annex.jsap.or.jp/IAP/symposium/2015s_symposium_report.html

産学協働研究会で出た話

(1) 企業と大学の言い分



日本企業は、海外の先生とは共同研究するが、日本の先生とはやらない。
∴ 海外の大学は企業の課題に真剣に向き合い、ときに複数の学部に渡るチームを組んで課題解決にコミット。

日本の大学の受け方：

- ・ 自分の研究を邪魔しないなら、ちょっと見てあげよう。
- ・ この技術を使いたいなら、使ってもいい。
- ・ 本気で課題に向き合ってくれず、お付き合い程度。

日本の大学側の言い分：そもそも企業が持ってくる金額が少な過ぎる。

そうすると

企業側：日本の大学に大金かけて、見合った成果を出してくれるのか？
1,000万円あれば、大学に渡すより新人1名雇用した方が確実。

喧嘩になる（本当の話）

どっちもどっち。信頼関係なし。

JST主催の産業の課題を大学関係者に伝える企画

企業：結構、参加者が多い。

大学：参加者を集めるのが大へんな労力必要。



この状況は応物の産学協働研究会と同様。



大学人からすると当然のこと？

∴ ネイチャーにもサイエンスにも載らない研究はできない。

優秀な人材が博士課程に行かないとの声が大学関係者から聞かれる。

理由:

- ・博士の受け皿は産業界だが、企業が必要とする人材を大学で生み出せていないからでは？
- ・学問領域を継承するお弟子さんを育てる教育？
(米国では工学の博士課程学生をエンジニアとして徹底的に鍛える)



博士号が企業にとって使い物にならないと言われる原因となる構造的問題を改革したい。

米国のようにベンチャーがどんどん育たない苗床

技術シーズを産学ビジョンとして育てるマネジメントの
大学における欠如？

日米逆転の理由：米国は儲かるために必要な技術へ注力。



- ・重要なのは“good enough”の追究。
（誰も携帯を100年使わない）。



- ・米国の国家プロジェクト：最初からローコストを意識。
- ・日本：最終ユーザを見据えた技術戦略が弱く、高性能化に注力。



産業の肝は何か。それを研究してから適切なチームを作るべき。

産学連携がうまく行くためには、

- ① コア技術
- ② ハード面：企業と互換性のある研究環境が重要。
大学は自身がコア技術を持つ部分だけに集中し、他は企業に任せる。
- ③ 知財などソフト面：グローバルスタンダードの契約・運営。

最初から産学連携を目的とせず、産学の本音の交流を深めて行くこと。



産学の間でお互いの問題点を認識し合うことから始める。



信頼関係を再構築する。



傍証として、信頼関係の気づけている関西センターでは依頼が多い。

金研への企業からの相談

- 大阪センター(H18.4)
- 関西センター(H23.4)
- 産官学官広域連携センター(H28.4～)



日本の技術再生のためにどうする？

私の考え：一人称でやれるところから

- ・産業界： 社内外の組織の壁を変えて、動く人を見つける。
- ・学 界： 個々の技術を持ってはいるが、活かし方を知らない人が多い。
 - “材料からシステムまでの概念”に基づき共同研究。
小役人的発想の人が多い。
 - 組織として仕事をさせるルール作りが必要。
例えば、評価法。
- ・官 庁： 本当に考えている人がいることは確か。
 - この人を核として展開を図っては？

気持ちはあるが機能していない人も。

 - 実社会での経験がないためなので、教育していく。

原則

- 産官学の壁を感じることなく、交わる。
- 組織と交わるのではなく、やる気のある個人と交わる。
- 機を見て敏に動く。タイミングが大事。
- お互いを認め合うこと。

産業界へお願いしたいこと: 大学にもっとお越し頂きたい。

- “実用化とは”などを大学人に教えて欲しい。
- 世の中の動向を教えて欲しい。
- ネタを探しに見学に。
- 困り事の相談。
- 使える技術のお互いの探索し合い。
- 競争的資金の共同提案

- ・大学では本物を作れない。
例えば、オーミックコンタクトのレベルが違う。



産業界の力を利用

- ・研究には研究費が必要。
面倒な競争的資金に頼ることなく自活。



学術指導・Royalty・共同研究費・共同研究先からの人材派遣
(割合大型の予算であるCRESTを2回経験したが、種々面倒)

大容量・超長距離伝送システムにむけたレーザの仕様が決まらなかった。



我々の実験室に100kmのファイバを用いる通信システムを構築し、エラーレートも測定器。費用1億円



私が仕様を決定(30才頃)



富士通とNECへ技術移転・数年にわたる共同研究



素子寿命10万時間確保と海底ケーブルへの導入も可能に



1988年超高速・長スパン光ファイバ伝送システムの実用化

私の具体例（2） ～うまくいかなかった青色LED～ MATSUOKA

厚木研究所でDFBLレーザの実用化後、青色研究希望するも認められず

茨城研究所の室長と交渉し、受入体制を確立

1987年 現在の青色構成材料であるInGaAlN特許出願

厚木研究所の部長と交渉し、茨城研究所への1987年7月異動(33才)

1988年 InGaNの単結晶成長

1990年 InGaNからのフォトルミネッセンス観測 ⇒ 使える可能性大

1991年10月 強制的にZnSe系青色へテーマ変更
(1992年3月に青色レーザ発振したら復帰の条件の下)

1992年3月17日 世界で二番目に青色レーザ発振

約束を反故にされ、復帰できず
所長と戦った結果、16年間出世せずの烙印

2014年ノーベル賞発表：本社で大騒動

1987年の研究開始前から格子整合基板の探索開始

1995年 アメリカでの材料会議においてAT&TのBrandle博士との出会い
ScAlMgO₄ (SCAM)基板に遭遇

2013年A会社のA名誉教授との出会い
Brandleとの共同研究中止後もバルク結晶成長の研究継続
しかし、使用者なし

SCAM基板上への窒化物半導体の結晶成長法を開発

2014年 SCAM成長技術及びSCAM上での高効率LED作製技術の実用化を
狙いとしてB社へ技術営業

2015年 NEDO予算3.9億円を獲得して共同で実用化研究開始

実用化の運び

異種基板上にGaN厚膜成長後、GaNを剥離し、基板化する。



適当な異種基板が必要。しかし、その市販品はない。



A会社へ依頼
彼らも次に挑む材料の探索中



異種基板の製造へ展開

予算の獲得と販路の紹介

現用の携帯電話：第4世代@周波数3.9GHz
素子は窒化物半導体からなる。

第5世代：一桁以上周波数が高くなり、最大86GHz（総務省）
現用の窒化物半導体トランジスタでは追従しない。



さらなる高速・高出力トランジスタが必要。



基本的アイデアとコア技術を有するが、
本物にするためには企業の力が必須。

C社: 技術営業 ➡ 技術指導契約。

D社: 学会での話を聞いて、研究室に来室



- ・技術指導契約: 成長技術については可。
- ・Running Royalty: 子会社が製造する事を理由に不可。



契約 不成立

学内にあるE社製装置を用いて実験



非破壊で転位の3次元イメージングを実現



E社へ技術営業

光源の小型化(1/10,000)と低価格化(1/10)



E社と共同研究開始

*** 共同研究契約書の作成に注意**

企業は大学を無視して、手前勝手な契約書とする傾向あり。



凜とした態度で臨むこと: 有能なTLO担当者の選択

- ・人材育成: 教員・学生共に小粒から大粒へ
効率の良い運営法: ・精神疾患・発達障害のケア
・事務処理の効率化
- ・知見を社会へ明確に、わかりやすく発信
金研の技術相談は良い例

- ・商工会および地元の経産局が大学を見ている感覚
- ・企業見学
生臭い・現場のどろどろ感を見て貰える企業を選択



見学だけしたい参加者も大勢

企業間を繋ぐのも大学の役目

1. 悪い評価を見たことがない。
官庁並びに審査委員の保身のためかと疑いたくなる。
2. 実際にどれほど産業界に貢献しているのか？
基礎研究は別として、NEDO等ではどうなのか？

1. 大学をもっと利用してほしい。
 - ・気軽にお越し頂きたい。
 - ・大学にもいいところがありますので、見て頂きたい。
例えば、大学＝“3人前後の小さな会社” → 小回りが利く。
 2. Face to Faceで信頼関係を築きましょう。
- * 大学の反応の遅い場合もあるが、ご理解頂きたい。



ご一緒に技術を立ち上げましょう。

仕事をする若人たちへ

1. 人生を設計すること。
毎日変更してもOK。設計していることが大事。
2. 仕事をする準備を日々行う。
 - ・直接的に作用をする勉強：専門の勉強
 - ・間接的に作用する勉強：生き方、思考法、アイデア創出法など。
3. 組織での生き方を考える。
 - ・自分自身をわかりやすく周囲に見せる。
 - ・直属上司とぶつかったときのために、少なくとも三階層上の上司とのパイプを持つ。
4. 真面目に一生懸命仕事をする事。

“半導体立国 日本 ふたたび!!”