

化合物半導体

ー結晶成長からデバイスまでー

結晶材料工学専攻

(ナノ構造デバイス工学講座・ナノ材料デバイス工学研究グループ)

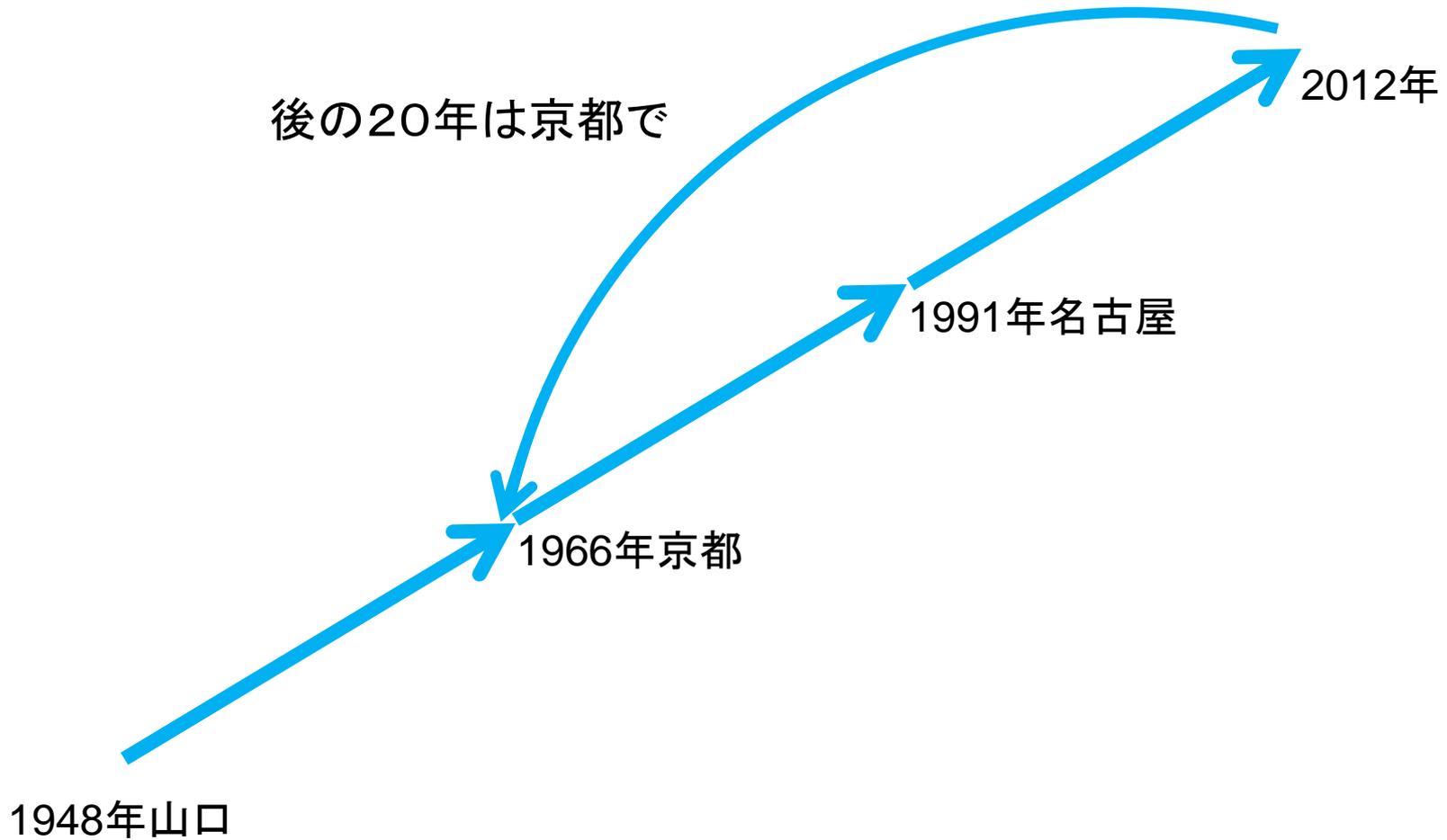
マテリアル理工学専攻材料工学分野

(情報電子材料工学講座・半導体材料デバイス研究グループ)

シンクロトロン光研究センター

竹田美和

約20年ごとに東へ東へ



1948年山口

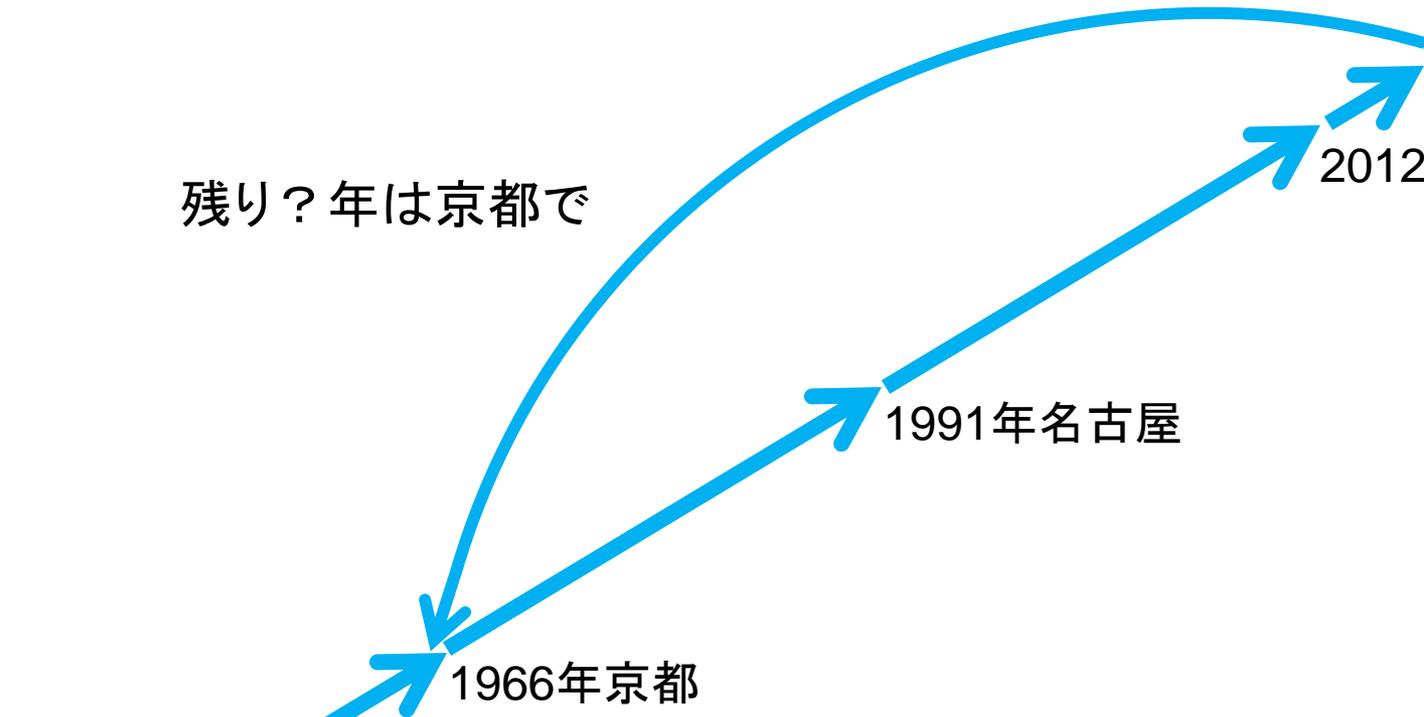
1966年京都

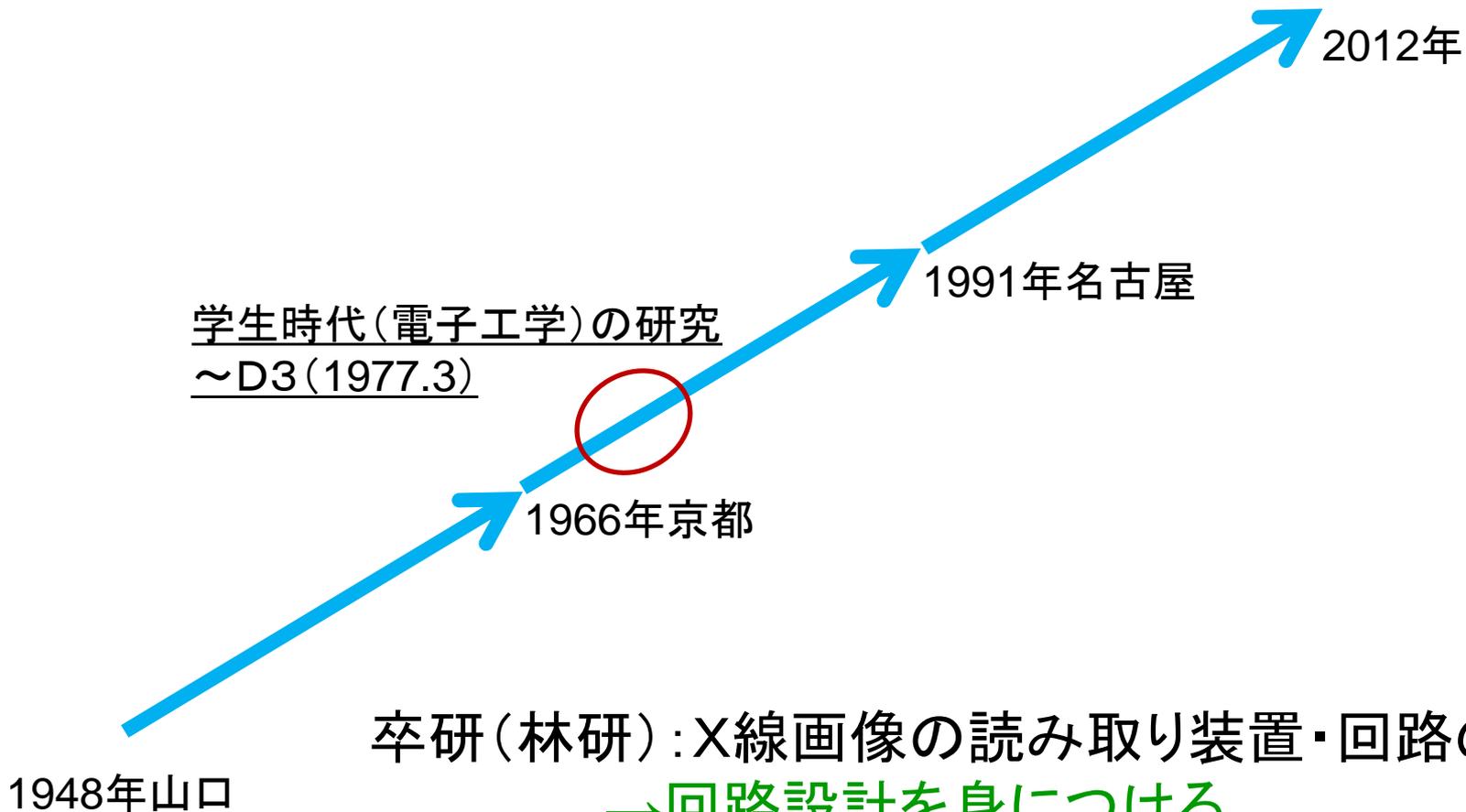
1991年名古屋

2012年

?年

残り?年は京都で

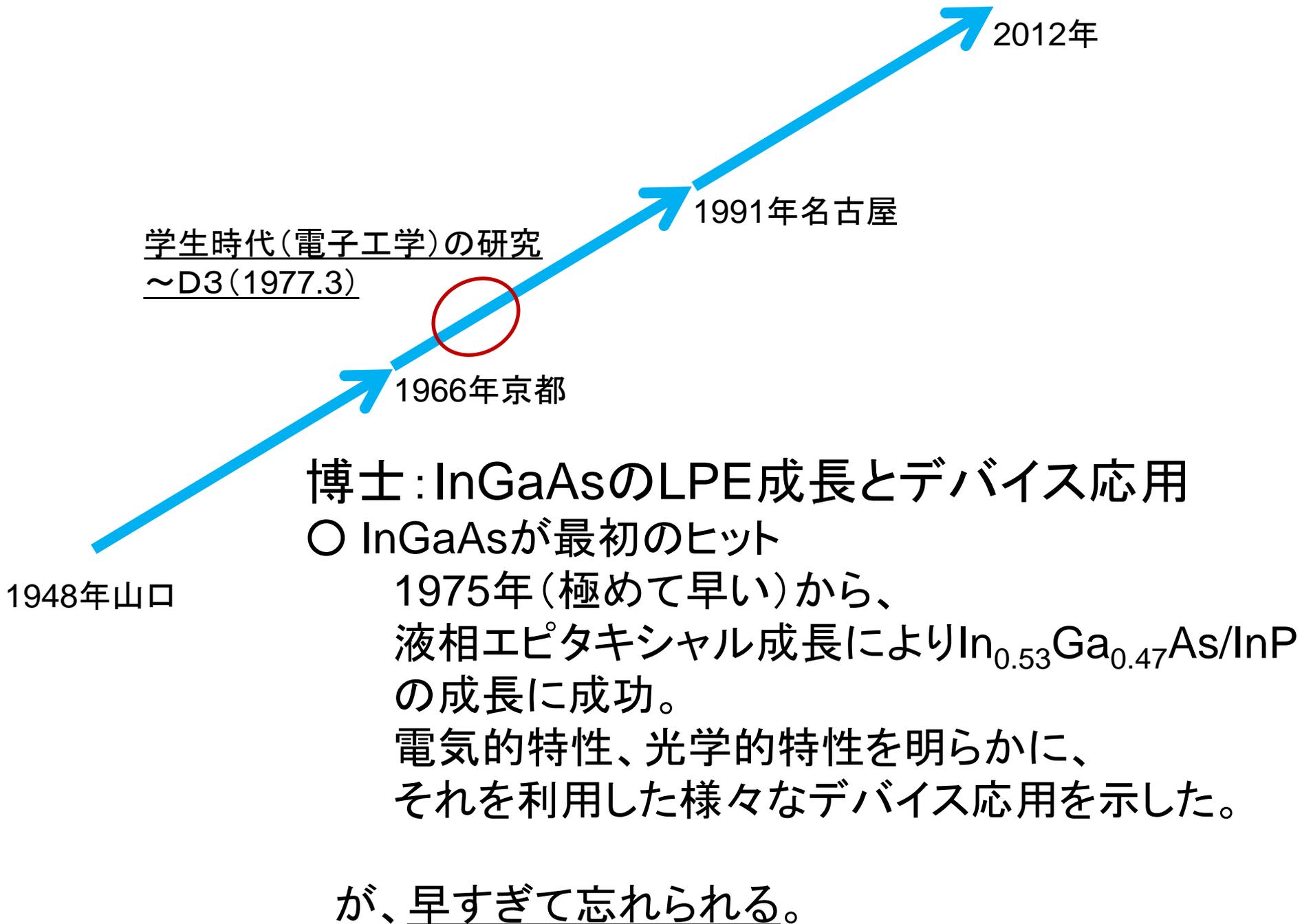


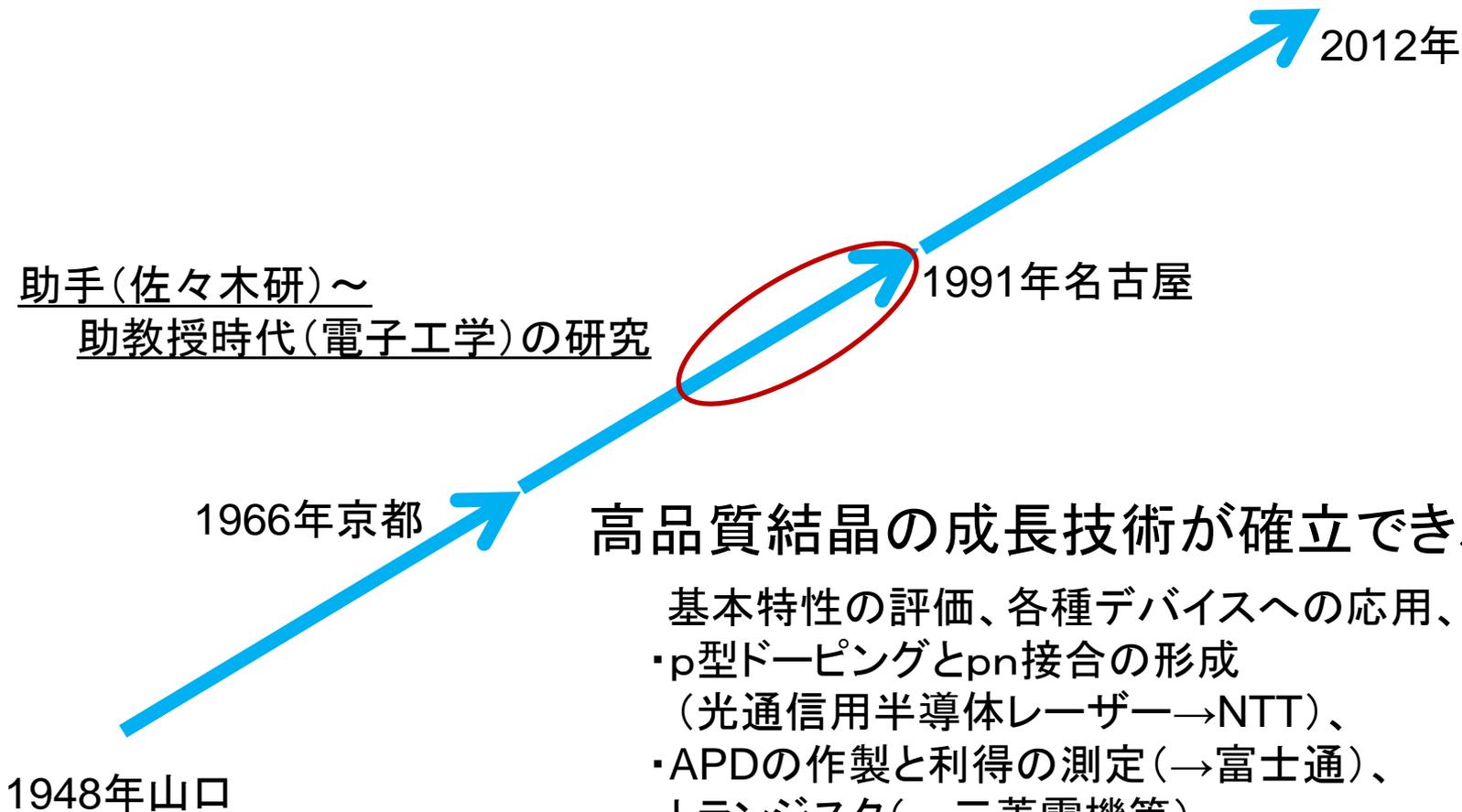


卒研(林研): X線画像の読み取り装置・回路の開発
→回路設計を身につける

修士(田中研): GaAsのHot electron効果の測定
→電子物性屋さん仲間と出会う(阪大に多し)

博士(高木研): InGaAsのLPE成長とデバイス応用
→材料屋さん、デバイス屋さん仲間と出会う
(全国、世界)





高品質結晶の成長技術が確立できれば、

基本特性の評価、各種デバイスへの応用、

・p型ドーピングとpn接合の形成

(光通信用半導体レーザー→NTT)、

・APDの作製と利得の測定(→富士通)、

・トランジスタ(→三菱電機等)、

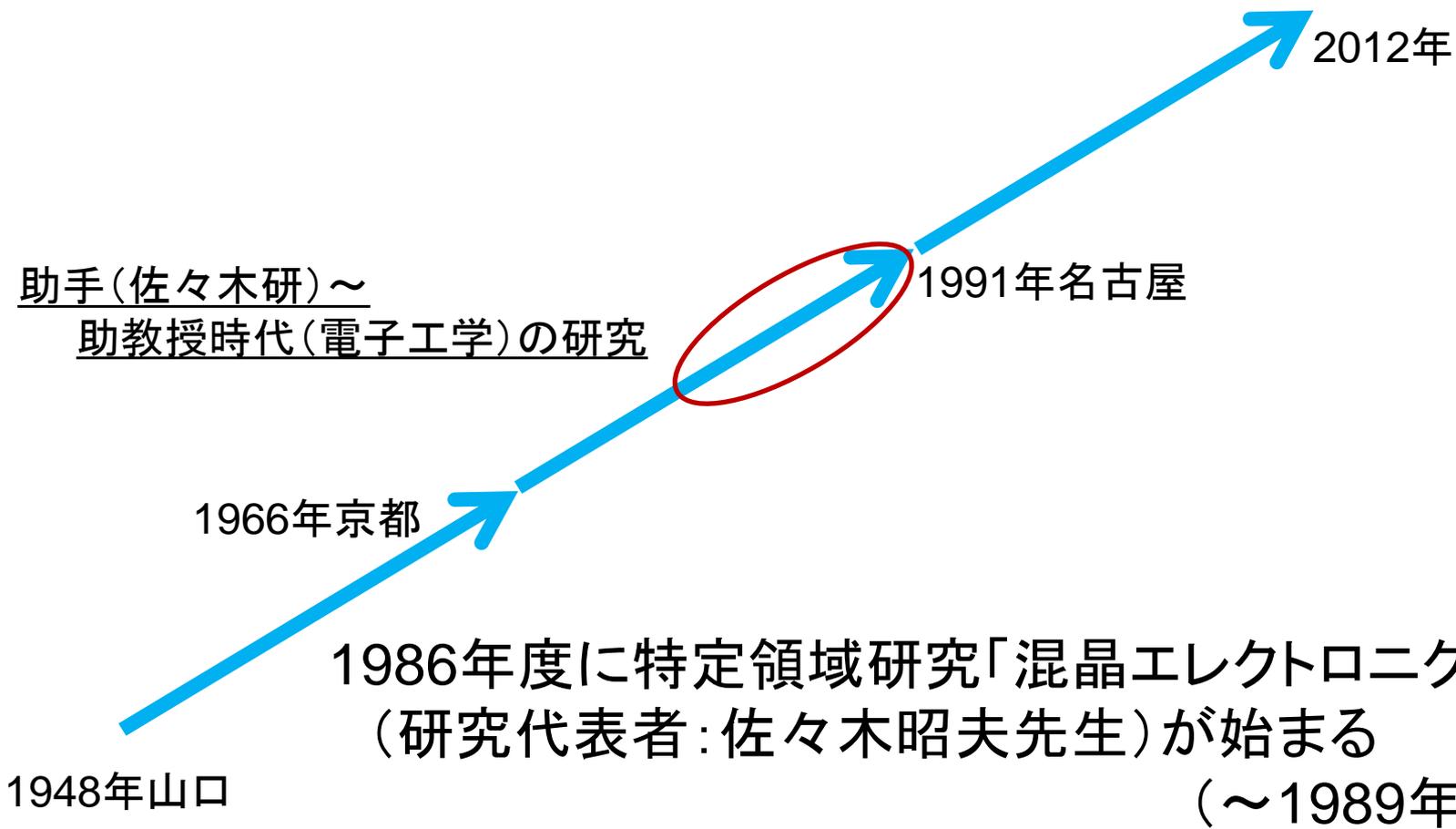
・可視領域~1.7 μm の超広帯域光電子増倍管

(→浜松フォトニクス)

すべて1985年までの10年間に達成

“GaInAsP Alloy Semiconductors”

(Ed. T.P. Pearsall, John-Wiley, 1982)の1章を成す。

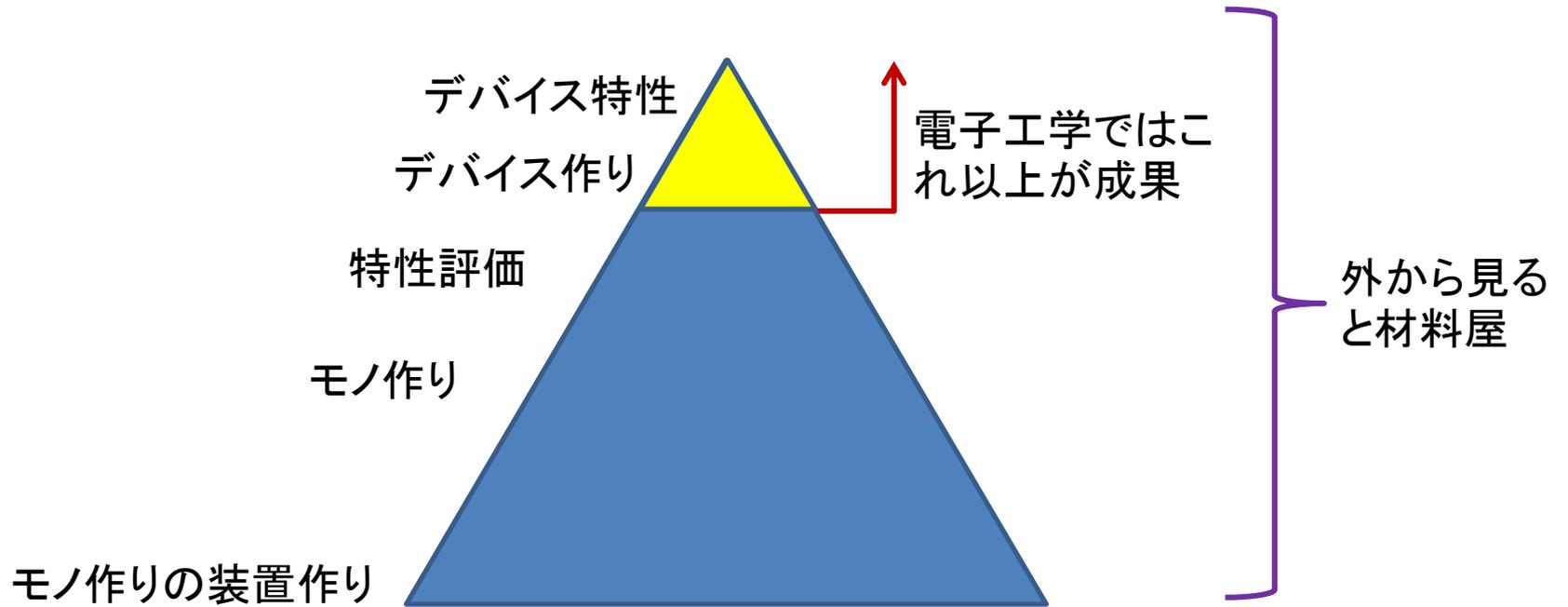


1986年度に特定領域研究「混晶エレクトロニクス」
(研究代表者:佐々木昭夫先生)が始まる
(~1989年度)

幹事として実に多くの材料~デバイスの研究者と出会う。
MBEとMOVPEを始める。

放射光(PF)による半導体の構造評価を始める(1984年)
(電総研との共同研究)

電子工学のデバイス屋にも新しい材料作りから始める人が居る。



助手(佐々木研)～
助教授時代(電子工学)の研究

1966年京都

1948年山口

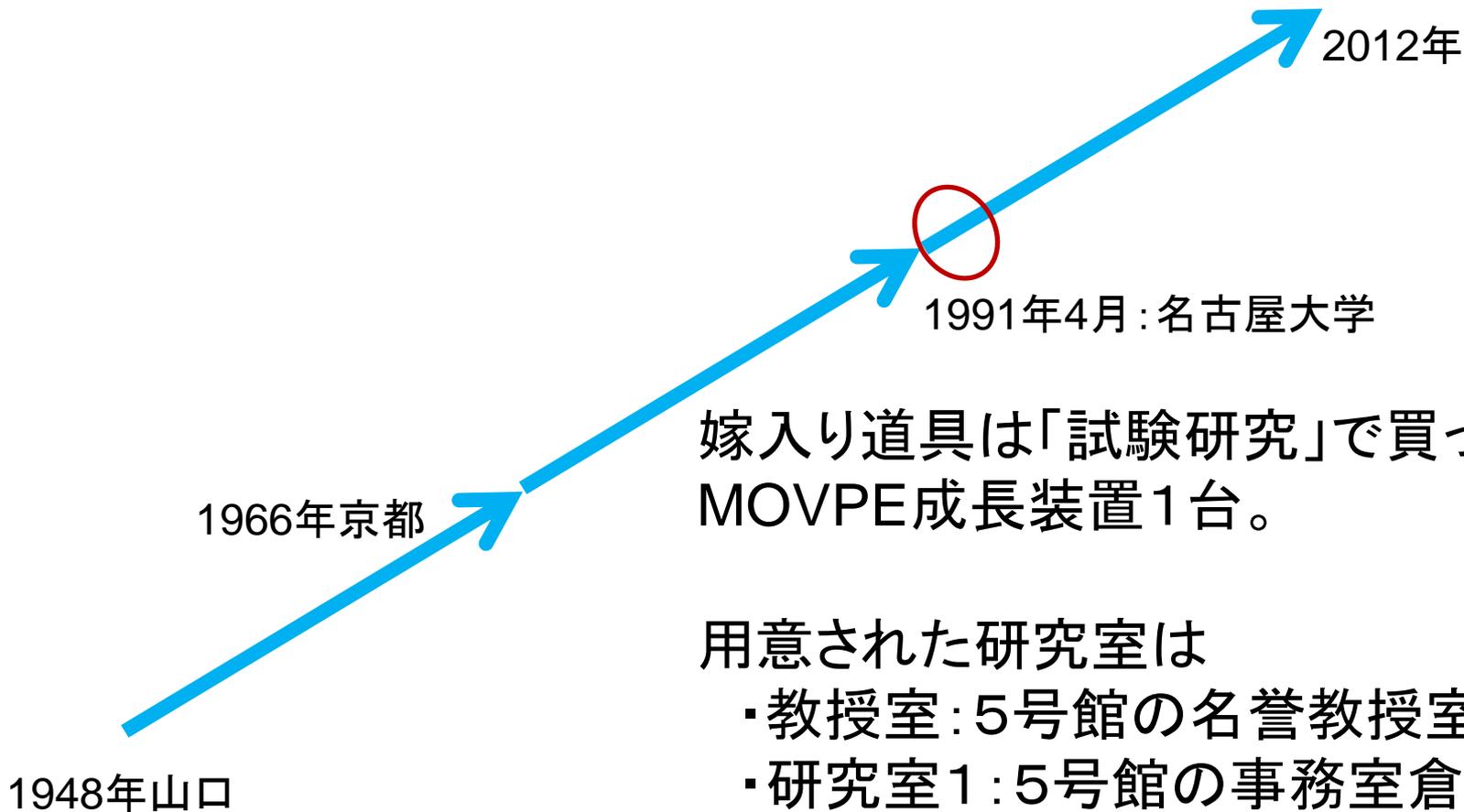
1991年名古屋

2012年

45歳までには独り立ちすると決め40歳の時からポスト探しを初める。(→以来、40歳になった助教授にはポスト探しを強く進めて来た)

「特定領域研究」の班長の先生に相談するも、全員から引き留められる。

しかし決意は揺るがず、名古屋大学の材料系教室の新設講座に応募。(当時は7大学の工学部の公募は聞いたことがなく、「本気度」を調べるのに時間が懸かる。×切り日の5時に持ち込んだ) →後で聞いたところ材料事務の全員が覚えていた



嫁入り道具は「試験研究」で買っていたMOVPE成長装置1台。

用意された研究室は

- ・教授室: 5号館の名誉教授室
- ・研究室1: 5号館の事務室倉庫
- ・研究室2: 1号館の物置

最初の仕事は、

先に配属されていたM1の学生と掃除。

最初の購入物品は、

掃除道具。

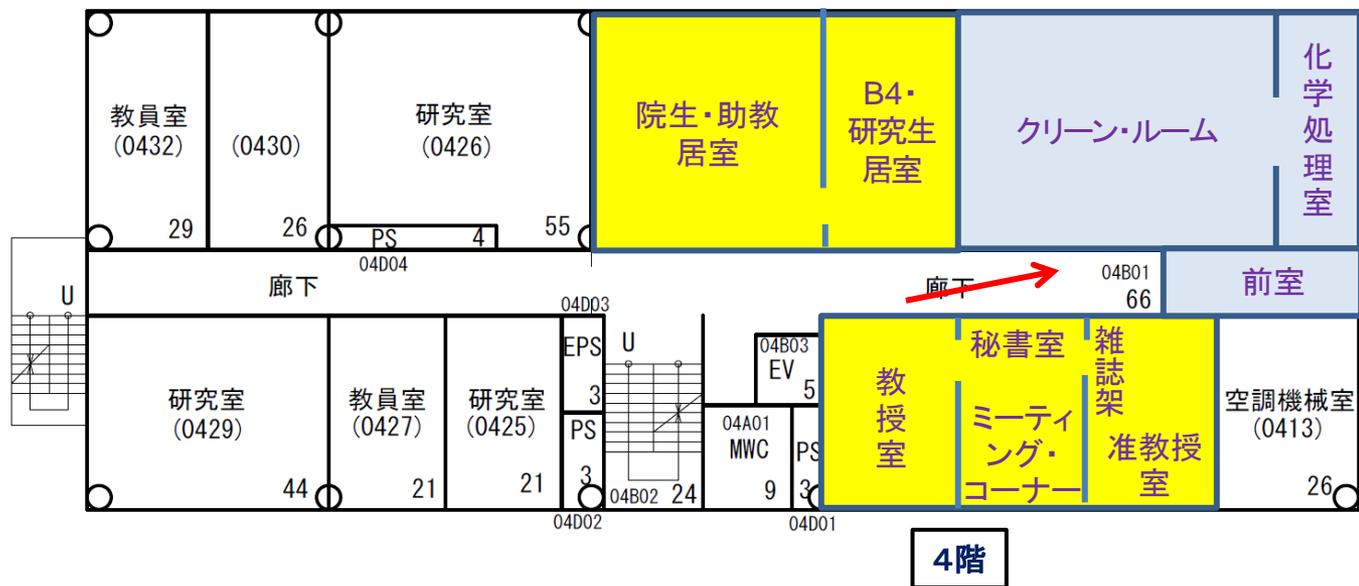


1993年12月に9号館にクリーンルーム
付きの新研究室完成。
1994年2月引っ越し。

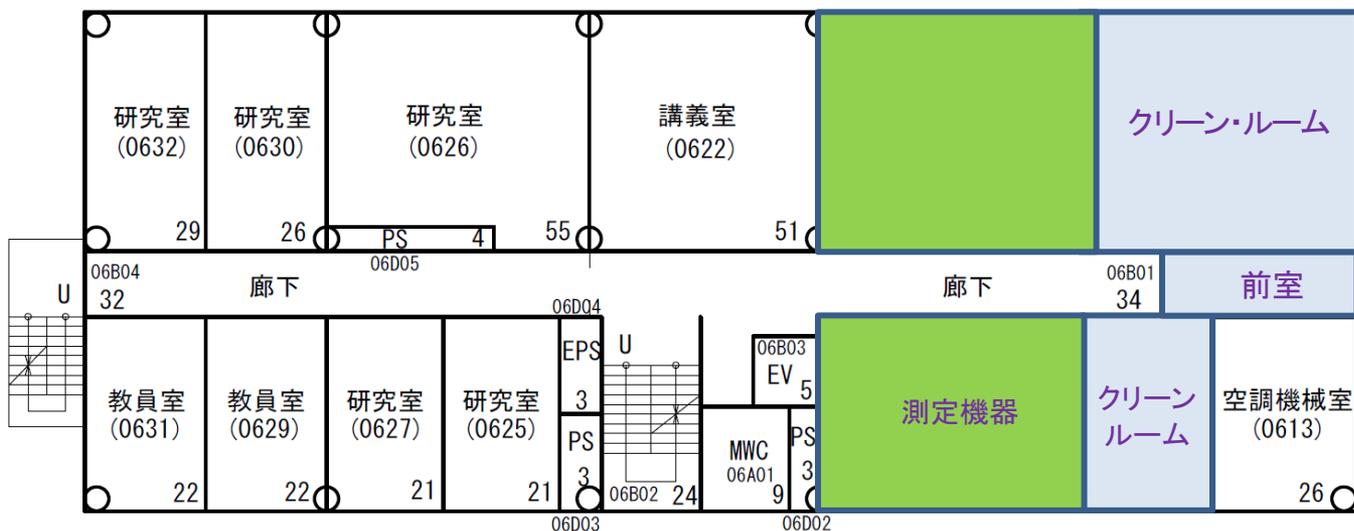


1993年10月末
(5号館屋上より)

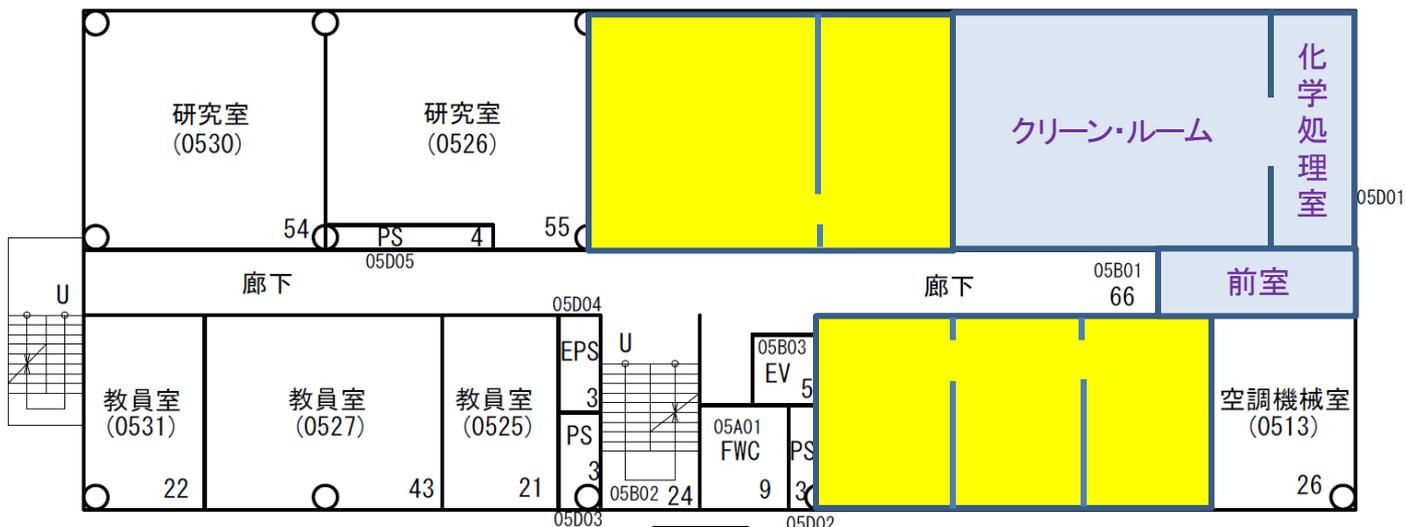
自由に設計させて頂き、自由に使用させて頂いた。



「新設講座」を獲得され、
特別設備の概算要求を獲得された当時の先生方
(特に、堂山先生、沖先生、山内先生、浅井先生)には
深く感謝。



6階



5階

担当講義

学部

- 1年：理系教養科目
- 2年：電磁気学A、量子力学A
- 3年：半導体材料学、知能材料学（→光機能材料学）
電子材料学、薄膜・結晶成長論

大学院

M1：半導体材料学特論
知能材料学特論  半導体ナノ材料学特論
ナノデバイス工学特論

- ・高度総合工学創造実験
- ・ベンチャービジネス特論 I
- ・最先端理工学特論

学生実験

- 2年：材料工学実験基礎「半導体の電気特性」
- 3年：材料工学実験第1「半導体の光学的特性とエネルギー構造の測定」
材料工学実験第2「研究室の成果を基に構成」

担当講義

学部

1年:理系教養科目

2年:電磁気学A、量子力学A

3年:半導体材料学、知能材料学(→光機能材料学) ↔ 「応用物性」オーム社
電子材料学、薄膜・結晶成長論 平成3年発行

大学院

M1:半導体材料学特論
知能材料学特論

- 高度総合工学創造実験
- ベンチャービジネス特論 I
- 最先端理工学特論

中期目標期間に係る業務の実績に関する評価結果

名古屋大学

平成21年3月

国立大学法人評価委員会

工学研究科

「高度総合工学創造実験」は企業人による、異分野学生が参加できる創成的実験科目であり、その他「研究インターンシップ」や「ベンチャービジネス特論」等は大学の研究を事業化、そして起業化する際の研究者としての必要な知識を取得させることを目的としている。また、流動型大学院システムは研究と教育がうまく連動できるように

学生実験

2年: 材料工学実験基礎「半導体の電気特性」

3年: 材料工学実験第1「半導体の光学的特性とエネルギー構造の測定」
材料工学実験第2「研究室の成果を基に構成」



紹介記事

材料系学科における半導体の実験 -見えないものを信じてもらう-

名古屋大学 工学研究科 材料機能工学専攻 竹田美和

名古屋大学 工学研究科 材料機能工学専攻
〒464-8603名古屋市千種区不老町

(1999年7月21日受理)

Crystal Letters No.11 (1999.8)

材料系学科における半導体の実験 -見えないものを信じてもらう-

名古屋大学 工学研究科 材料機能工学専攻 竹田美和

研究室紹介の記事を書いているうちに筆が走り出して、「これも機会があれば書いてみたい」と記事で予告したことを早くも書いております。

材料系(元金属・鉄鋼工学)の学生に半導体を理解してもらうには、どのような学生実験を行えばよいか、着任当初、既に配属されていた大学院生(私が辞令をもらったのは4月1日でしたが、既に半年前の8月の大学院入試で2人が研究室に来ることが決まっておりました)と5月に卒業研究で配属を希望した学生4名と議論を続けました。4年生や大学院生は金属系の学生として教育を受けていました。

金属系で履修する科目の内、半導体にも直接関連する項目は、

- ・回折結晶学:空間格子、逆格子、回折現象
- ・金属電子論:波動方程式と水素原子、量子統計、エネルギーバンド理論
- ・材料物性論:合金の電子論、伝導現象

などです。電気系の物性分野の科目よりも充実していて、後は半導体デバイスの話くらいしか残っていないように思いましたが、学生と詰めて話していく内に、エネルギーギャップの話が殆どされていないことが分かりました。エネルギーギャップと言いましても、エネルギーバンド理論では各所に現われるので、「フェルミ準位を挟むエネルギーギャップ」と言わないと、どこを指しているのか分からない、ということも気付かされました。電気系の半導体では言わなくても当然分かると思っていたのは、考えているバンド構造の領域が狭いための単なる(私の)思い込みでした。以下、「フェルミ準位を挟むエネルギーギャップ」を単にエネルギーギャップと書きます。エネルギーギャップの話がないと、正孔(positive hole)もドナーもアクセプタも出て来ようがありませんし、キャリアが何桁も変わることや導電率の温度依存性が金属とは逆であることなど、話題にしようがありません。元金属系の学生に半導体を理解してもらうには、この「ギャップ」を埋めることがまず第一であると理解した次第です。

「半導体材料学」の講義の出発点は容易に定まり、「固体中の電子はバンド構造を持つこと」と「固体中の電子分布はフェルミ統計で表わされること」は既に修得済みですから、まさに、「応用物性」(研究室紹介の記事に既出)第2章2・1節の固体内電子の基礎物性の[1]金属と半導体と絶縁体、から始めればよい訳で、全くお誂え向きのテキストです。

問題は、学生実験で何をすれば、半導体を身体で分かってもらえるかです。「目に見えないものは僕は信じません」と公言した学生がおりましたが、材料好きな学生の一面をよく現わしていると思います。善し悪しではなく好き嫌いの問題で、「電気は目に見えないのにビリビリッとくるので嫌い」というのが普通の感覚だと思いますが、その電気を選び、生計

名古屋大学 工学研究科 材料機能工学専攻
〒464-8603名古屋市千種区不老町

(1999年7月21日受理)

を經てる人種の方が普通ではないのかも知れません。しかし、私は「電気系の学生は電気の實驗を通じて電気屋になる、材料系の学生は材料の實驗を通じて材料屋になる」と信じている程、学生實驗を重視しています。結局、次のようにしました。

1. 同じ半導体中でも負の電荷を持った電子以外に正の電荷を持ったキャリア(正孔)が実在することを体験してもらおう。
2. 同じ半導体でも、電子も正孔もその濃度が何桁も異なることを体験してもらおう。
3. 導電率の温度依存性が金属とは逆であることを体験してもらおう。
4. 半導体が異なると、移動度が何倍も異なることを体験してもらおう。
5. エネルギーギャップは簡単に測定できることを体験してもらおう。
6. そのエネルギーギャップに相当する波長の光が出てくることを発光ダイオードで体験してもらおう。

1~4は、ホール効果と導電率の測定を色々な半導体について行えばよい。5は、まず光透過率測定を行えばよい。

試料の抵抗： $10^{13}\Omega$ 以上可
磁 場：直流、交流



3-3. 温度依存性

上記のホール効果測定と導電率測定を試料の温度を変えながら行うと、キャリア密度と移動度の温度依存性が求められる。これらを通じて、不純物準位の値やキャリアの散乱機構を求めることができる。



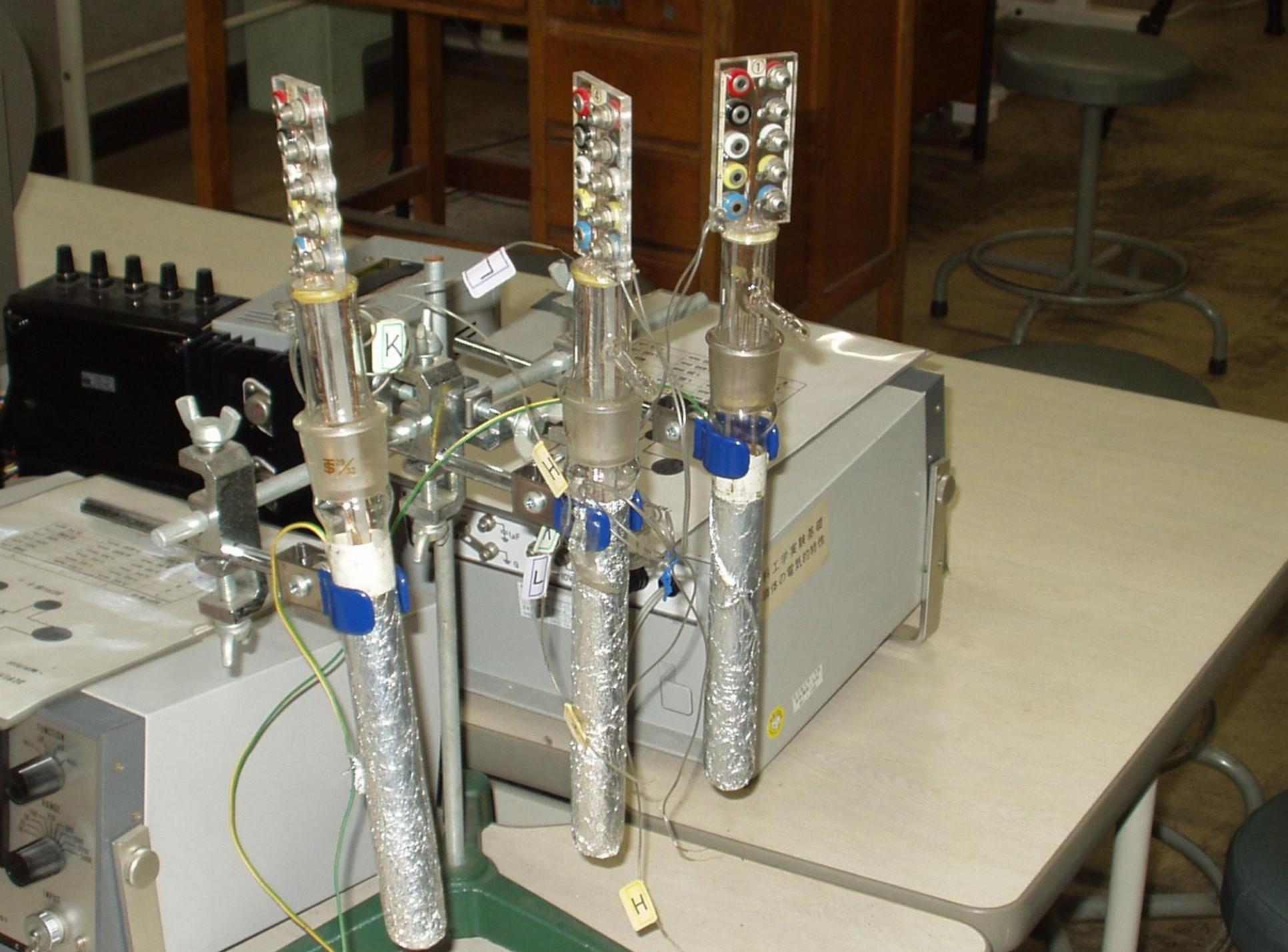


材料系学科における半導体の実験

—見えないものを信じてもらう—

Crystal Letters,
No. 11, pp.
17-20 (1999).





卒業・修了生

平成4年3月～平成24年3月

学部(修士課程進学を含む): 137名
修士課程(博士課程進学を含む): 107名
博士課程: 10名

毎年の在籍者を累計すると 252名

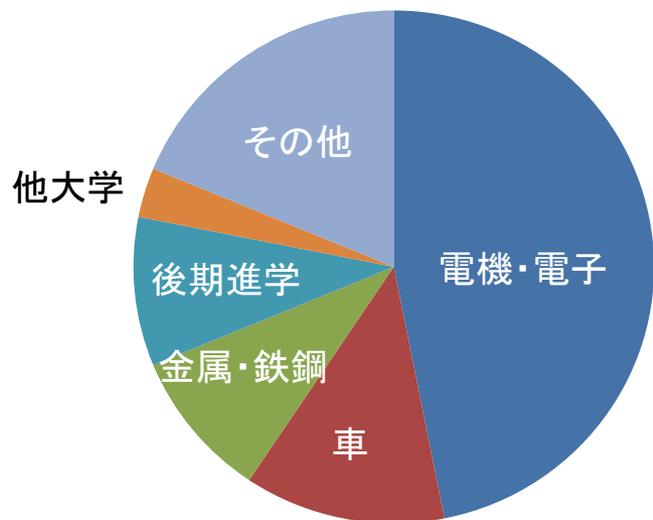
学部(他大学・他専攻への進学を含む): 37名
修士課程(他大学・他専攻への進学を含む): 100名
課程博士: 8名
論文博士: 4名

研究室を經由して行った学生・院生・社会人 149名

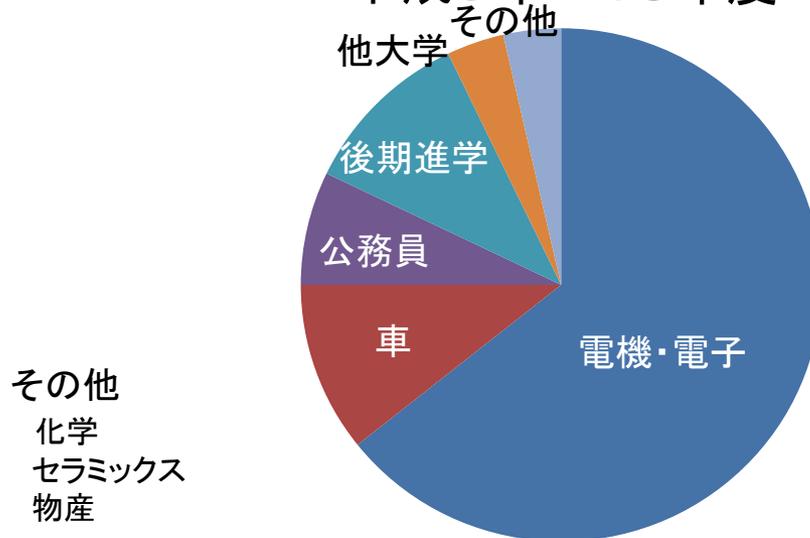
博士論文副査: 37名

卒業・修了生の進路

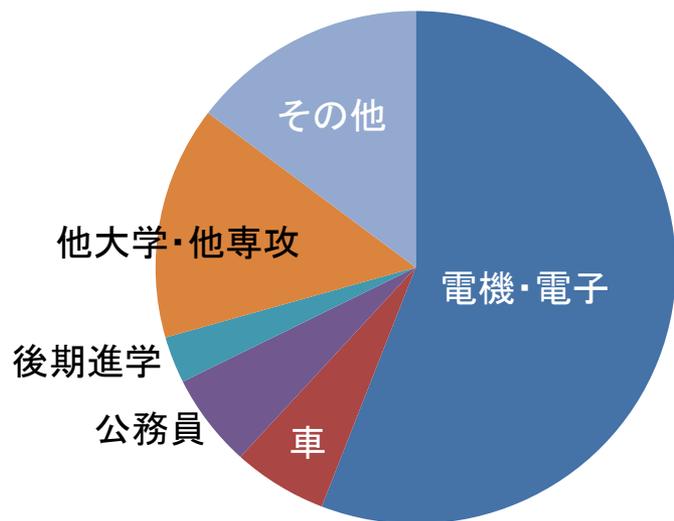
平成3年～8年度



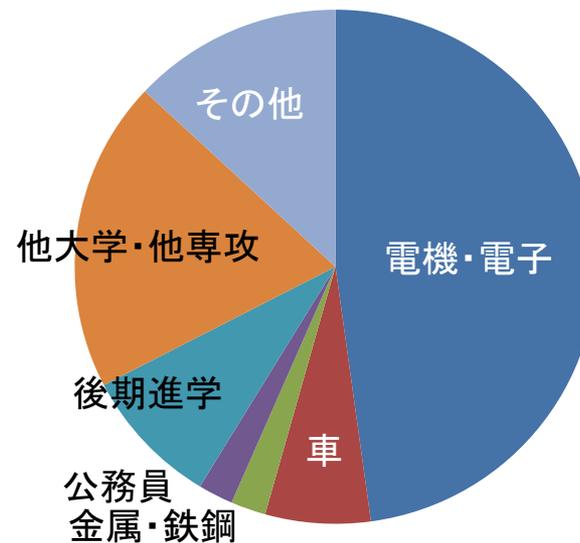
平成9年～13年度



平成14年～18年度



平成19年～23年度



研究成果について

○論文、学会講演等での発表はあたりまえ（義務）
税金で好きな研究をさせてもらっている

→解説論文や著書執筆依頼、受賞などで初めて他人
に評価されたと言える。

1. InGaAsの成長と評価およびデバイスへの応用

- ・ $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ がGaAsの電子移動度と電子ドリフト速度を超えることを実証。
→"Electron mobility and energy gap of $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ on InP substrate"
Y. Takeda, A. Sasaki, Y. Imamura, and T. Takagi
J. Appl. Phys., Vol. 47, pp. 5405-5408 (1976)
→最初の英文の論文。

- ・電子遷移効果によるマイクロ波の発振の観測(1980年)
- ・精度の高い電子輸送特性の理論計算(1979年~1985年)
- ・p型ドーピングとpn接合の形成(1980年)
- ・APDの作製と利得の測定(1980年)
- ・トランジスタとフォトトランジスタの作製と特性測定(1984年)
- ・可視~1.7mmの超広帯域ショットキーダイオードの作製と測定(1984年)
(および、これによる光電子増倍の提案:その後浜松フォトニクスにより商品化)

すべて1985年までの10年間に達成。

これらの初期の成果は

"GaInAsP Alloy Semiconductors" (Ed. T.P. Pearsall, John-Wiley, 1982)の1章となる。

2. 放射光による希薄元素／超薄膜半導体の構造と物性の解明

- ・1984年ごろからPhoton Factoryの利用が可能

- いち早く「デバイス品質」の $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$ における原子配列に基づく物性の構築

- 1986年には薄膜に対するEXAFS測定法(蛍光収量法。非破壊)を確立

- 蛍光収量法が、超薄膜や不純物レベルの濃度に対して有効であること

- ・現在では、PFやSPring-8で、ミクロな構造解析の標準的な手法となっている。

また、これらの成果の一部は

- ・「広域X線吸収微細構造解析法」超精密生産技術大系 第3巻、(フジ・テクノシステム、東京、1995)

- ・「不純物XAFS＝半導体中の不純物局所構造で決まる発光特性＝」、放射光 (1999)

- ・”InP and Related Compounds-Materials, Applications and Devices-” (Ed. M.O. Manasreh, Gordon and Breach, 2000)

3-1. X線CTR散乱法による埋もれたヘテロ界面構造の解明

- ・ヘテロ構造を正しく測定する手法として、X線CTR散乱法に到達した。
結晶成長屋として、構造を決めずに物理の議論をしたくなかったからである。
- ・「埋もれた」界面まで届く筈との予測は、最初に行った実験で直ちに証明された(1995年)。
- ・更に、多層のヘテロ構造そのものも明らかにできる筈と考えてInP/InGaAs/InP系に適用し、これも直ちに証明された。
- ・自ら作る研究室では、自在に変えられる様々な成長条件とヘテロ構造の関係を明らかにでき、1原子の成長過程まで解析が及ぶ。
- ・適応できる材料は、結晶性であれば何でもよく、例えば、未来開拓推進事業では、コアメンバーとしてサファイア基板上の低温緩衝層からヘテロ構造まで全プロセスを追及してきた。

この研究の初期の成果は

- ・"Advances in the Understanding of Crystal Growth Mechanisms"
(Ed. T. Nishinaga *et al.*, North-Holland, 1997)の1章。

総合的な報告として、

- ・「半導体ヘテロ接合の基礎」応用物理学会誌の基礎講座(1998)
- ・「ヘテロエピタキシャル成長とヘテロ構造ーでき上がった構造をナノスケールで見る」
応用物理学会誌(2002)
- ・「ヘテロエピタキシャル成長と格子整合」エピタキシャル成長のメカニズム(共立出版、2002)。
- ・"InP and Related Compounds-Materials, Applications and Devices" (Ed. M.O. Manasreh, Gordon and Breach, 2000)に60頁に涉って記述。
- ・「X線反射率法の拡張(2)ブラッグ点回りのX線反射率法」X線反射率法入門(2007)

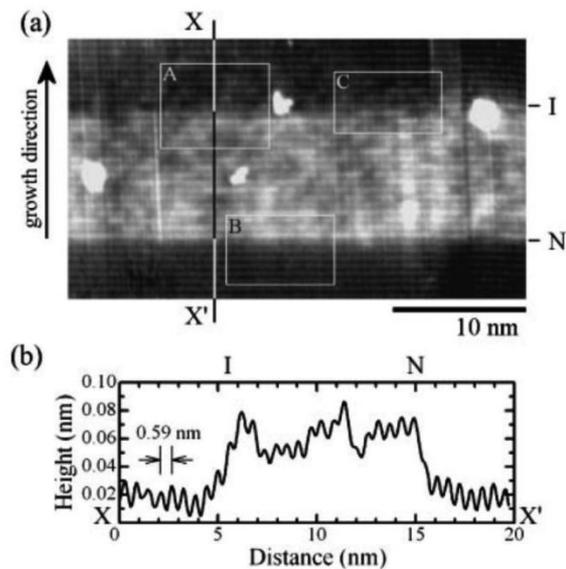
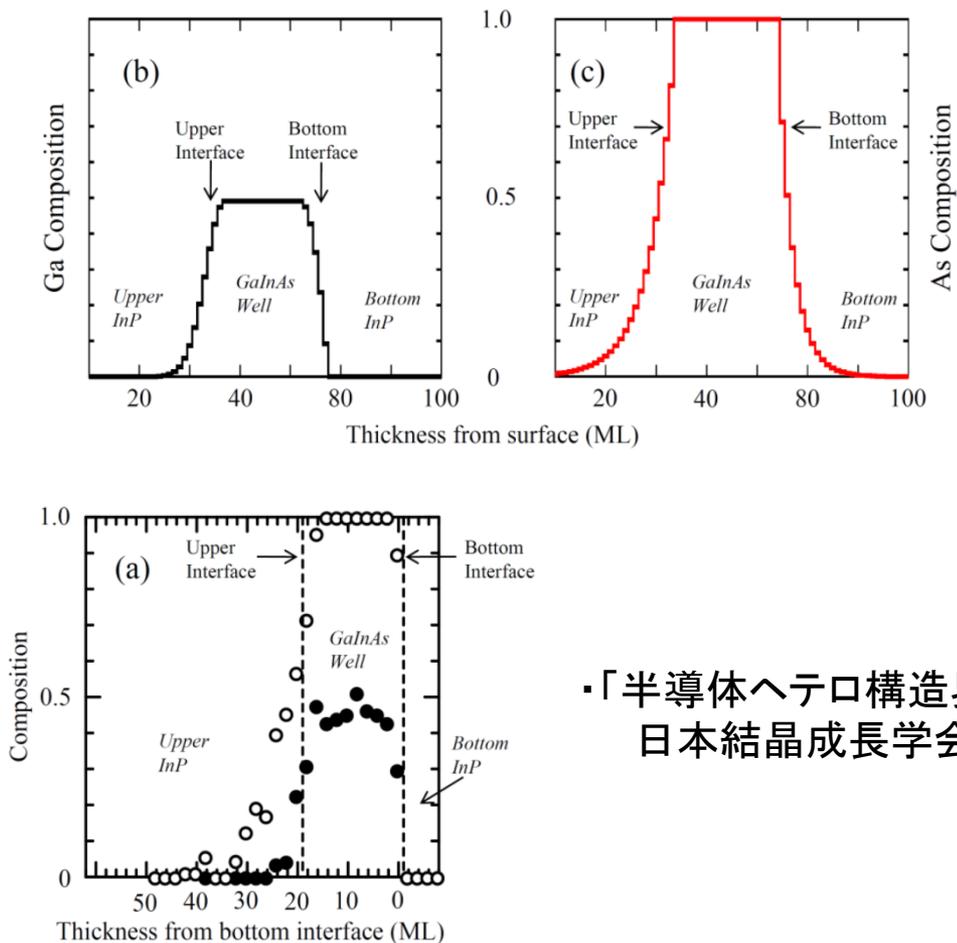


→日本結晶成長学会論文賞(2000)

3-2. X線CTR散乱法とXSTM

応物・中村研との共同研究

・X線CTR散乱法による平均組成と1原子レベルのXSTMとの対比



・「半導体ヘテロ構造界面の断面STMによる評価」中村新男
日本結晶成長学会誌(2007)

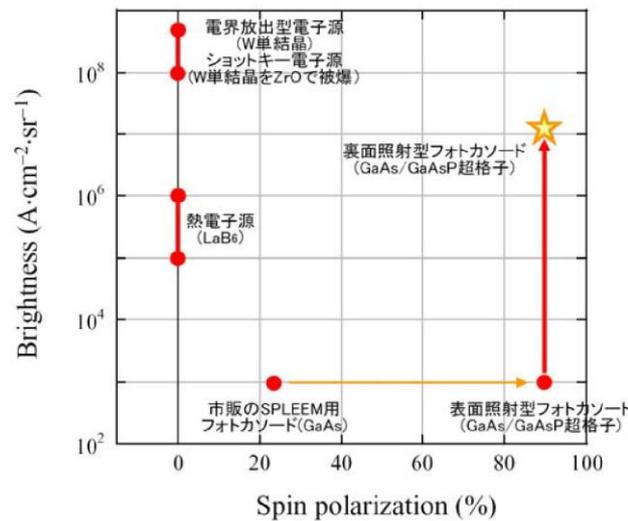
4-1. 歪み超格子による超高輝度・高スピン偏極度電子源の開発

- ・ヒッグス粒子や超対称性粒子の発見を目指したILC(International Linear Collider, テラeVの加速器)→スピン偏極電子源
- ・スピン偏極電子源は、理学研究科の中西グループが展開していたが、その基となるのは半導体薄膜多層構造。
- ・超薄膜の成長を行って来た我々に取って、さして困難なものではなく、作製した電子源は、たちまち世界記録(偏極度と量子効率)を塗り替えた(2000年)。

- ・現在も記録維持。
- ・励起光が基板を透過する構造で、従来より4桁高い輝度を達成。

→APEXのVol. 1 (2008)に掲載
 →2008年春の応用物理学会におけるプレス発表5件4500件の内のひとつに選ばれた。

→応用物理学会論文賞(2009)



招待講演等
 真空連合講演大会(2012.11、神戸)基調講演、ICSFS-16(2012.7、ジェノバ、イタリア)、Asia-Pacific Microscopy Conference (APMC) (2012.2、Perth Australia)、OECU-W (2012.1、大阪)、日本真空協会関西支部総会 特別講演(2012.1、大阪)、日本表面科学会講演大会(2011.12、東京)シンポジウムでの講演、ECOSS(2011.9、Wroclaw Poland)、International Brand-Richie Workshop (2011.4、Matsue Japan)、学振第158委員会シンポジウム(2011.3、京都、依頼講演)、International Microscopy Congress (IMC) (2010.9、Rio de Janeiro Brazil)、International Workshop on Inelastic Ion Surface Collision (2010.9、Tennessee、USA)、HRDP-6(2009.11、京都、招待講演)、学振第139委員会(2010.2、東京、依頼講演)、応用物理学会(2009.9、富山大学、論文賞受賞記念講演)、PSI-2009(2009.2、ブリ、インド、招待講演)、APMC-9(2008.11、濟州島、韓国、招待講演)、学振第158委員会(2008.4、東京、依頼講演)、MRS-Spring Meeting (2008.3、サンフランシスコ、招待講演)、ACSIN-9(2007.11、東京、招待講演)、ALC-07(2007.10、金沢、基調講演)、ICXOM-19(2007.9、京都、基調講演)、IISC-16(2006.9、ヘルンスタイン、オーストリア、招待講演)、CPO-7(2006.7、ケンブリッジ、招待講演)

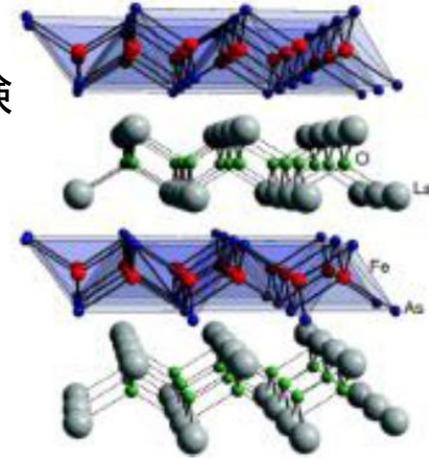
5. FeAs系超伝導薄膜

応物・生田研との共同研究

As系半導体と希土類元素を含むMBE成長の経験＋高温超伝導の経験

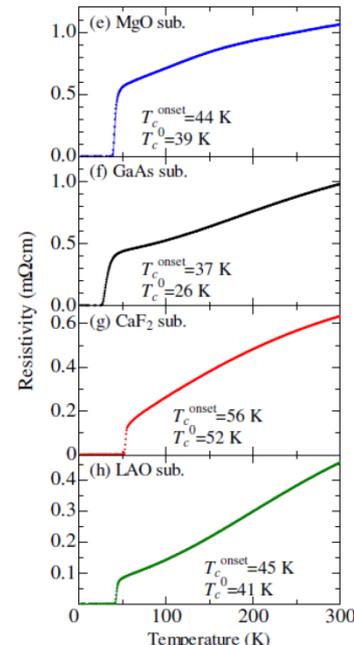
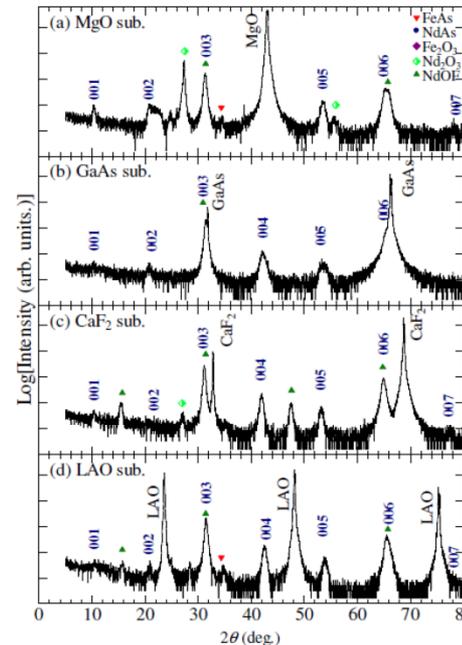
- ・2008年JSTのプロジェクトとして研究開始
- ・2009年にはNdFeAs(O,F)のMBE成長膜で超伝導を達成(世界初)

→未踏科学技術協会 超伝導科学技術賞受賞を受賞(2011)
(私としては研究を始めて3年たらずの最短の受賞)



3、4、5のテーマいずれも
異分野の共同研究が効果的に展開

(出口志向のモノ作り屋が重要)



6. 超広帯域近赤外光源

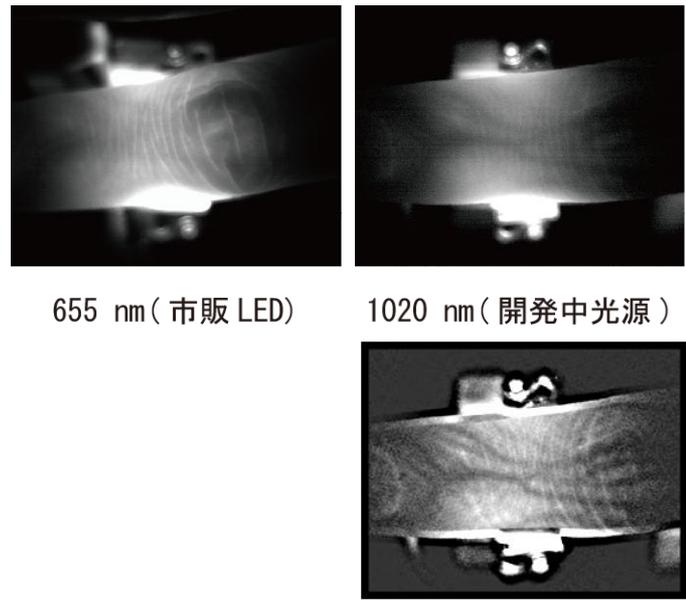
1 μ m帯の広帯域(>100nm)光源
→人体、生体を透過

- ・分散量子ドット
- ・ガラス蛍光体
で実現

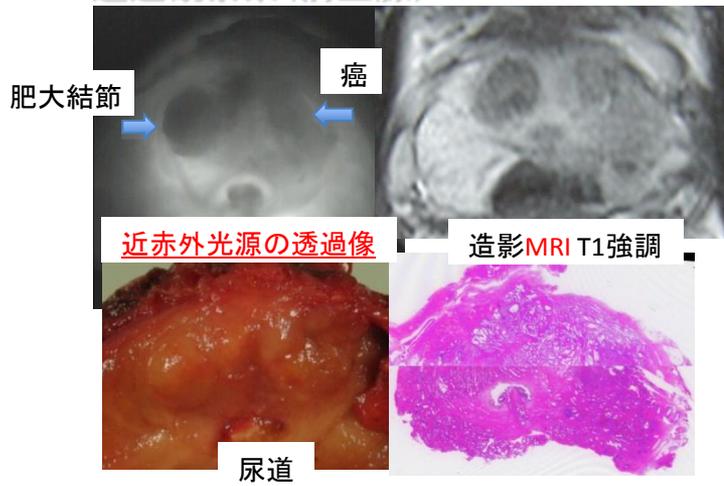
→逆転の発想が効を奏す

異分野間の共同研究が急速に展開

- ・医学系研究科
- ・名大病院
- ・環境医学研究所
- ・がんセンター
- ・計測機器メーカー
- ・警備関係
- ・愛知県重点プロジェクト「食の安全・安心」「超早期診断」いずれものメンバー



透過観察系(前立腺)



名古屋大学に残せたもの

○まず第一に

学部(他大学・他専攻への進学を含む): 37名

修士課程(他大学・他専攻への進学を含む): 100名

博士課程: 8名

論文博士: 4名

の学生・院生・社会人諸君

○講義、学生実験を通じて半導体の知識(を得た学生)

○ベンチャービジネスラボラトリーの新設講義と実験

○産学官連携推進本部

○赤崎記念研究館

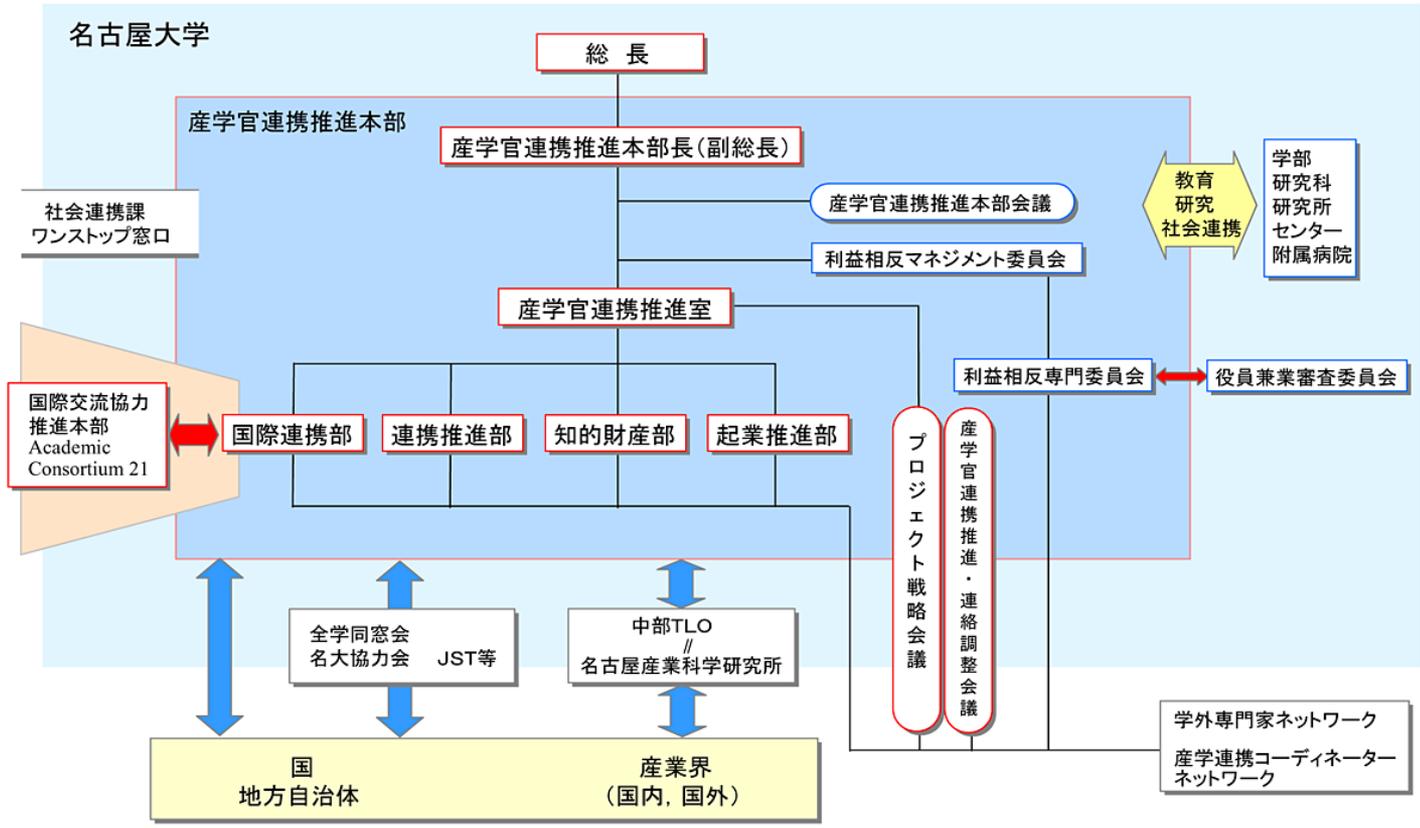
○シンクロトロン光研究センターと

中部シンクロトロン光利用施設

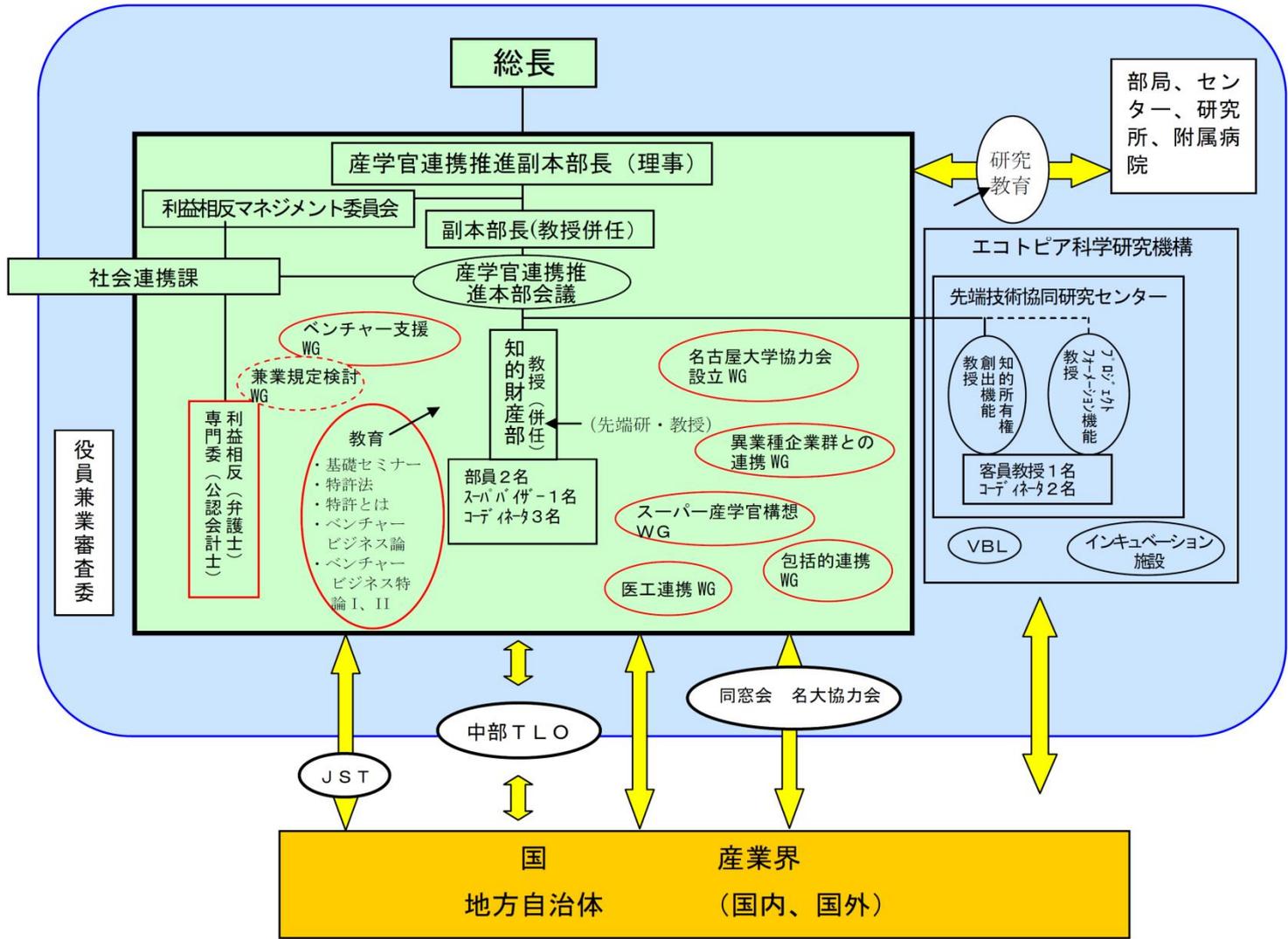
○産学官連携推進本部

名古屋大学の産学官連携推進体制

2011年4月1日現在



現在 (2005年5月)



中期目標期間に係る業務の実績に関する評価結果

国立大学法人名古屋大学の中期目標期間に係る業務の実績に関する評価結果

1 全体評価

財務内容については、大型プロジェクトへの対応を支援するプロジェクト戦略会議の設置や産学官連携コーディネーターの活用等を通じて、受託研究、共同研究、寄附金等の外部資金が着実に増加してきている。

(III) その他の目標

(1) 社会との連携、国際交流等に関する目標

(優れた点)

- 中期目標「国際化時代をリードする国際共同研究・国際協力を促進する」について、産学官連携推進本部に国際連携部を設置して推進体制を整備し、体制を強化したことは、国際的な産学連携を積極的に推進している点で、優れていると判断される。

II. 業務運営・財務内容等の状況

- 大型プロジェクトに対応するため産学官連携推進本部にプロジェクト戦略会議を設置するとともに、産学官連携コーディネーターが競争的資金への申請、民間財団への助成金申請を支援するなどの取組により、平成 15 年度から 19 年度にかけて、受託研究が 236 件、18 億 4,300 万円から 398 件、49 億 7,700 万円に、共同研究が 243 件、6 億 8,500 万円から 454 件、11 億 1,300 万円に、寄附金が 1,631 件、15 億 4,600 万円から 3,317 件、27 億 3,100 万円にそれぞれ増加しており、外部資金比率は 11.0 % (対平成 16 年度比 4.6 %の増) となっている。

○赤崎記念研究館



平成16年10月19日

赤崎研究交流館（仮称）の建設について（案）

1. 建物概要

(1) ミッション

赤崎勇名誉教授のこれまでの研究業績を顕彰するとともに、名古屋大学における独自の・先端的な科学技術研究を推進し、もって、広く社会に貢献することを目的に赤崎研究交流館（仮称）を建設する。

(2) 概要

地上6階 延べ床面積約2600㎡

- ① 展示スペース：赤崎勇名誉教授の研究業績を紹介・展示、
豊田合成株式会社の製品化の足跡を展示
- ② 赤崎名誉教授室
- ③ 赤崎研究センター
- ④ インキュベーションファクトリー
- ⑤ 産学官連携組織（産学官連携推進本部、知的財産部等）
等

(3) 建設地

東山キャンパス内（候補地：別紙）

(4) 建設計画

設計 平成16年度
着工・完成 平成17年度

(5) 建設費 約8億円

2. 建設資金計画

青色発光ダイオードの製造技術に係る特許実施料収入の一部を建設資金に充当する。

赤崎研究交流館（仮称）等プロジェクト委員会名簿

委員長 山本進一（理事・産学官連携）

委員 若尾祐司（理事・施設整備）

〃 澤木宣彦（工学研究科長）

〃 市橋克哉（総長補佐・法人化）

〃 竹田美和（ 〃 ・産学官連携）

〃 谷口 元（ 〃 ・施設整備）

〃 早川 操（ 〃 ・国際連携）

〃 渡辺芳人（ 〃 ・資源配分）

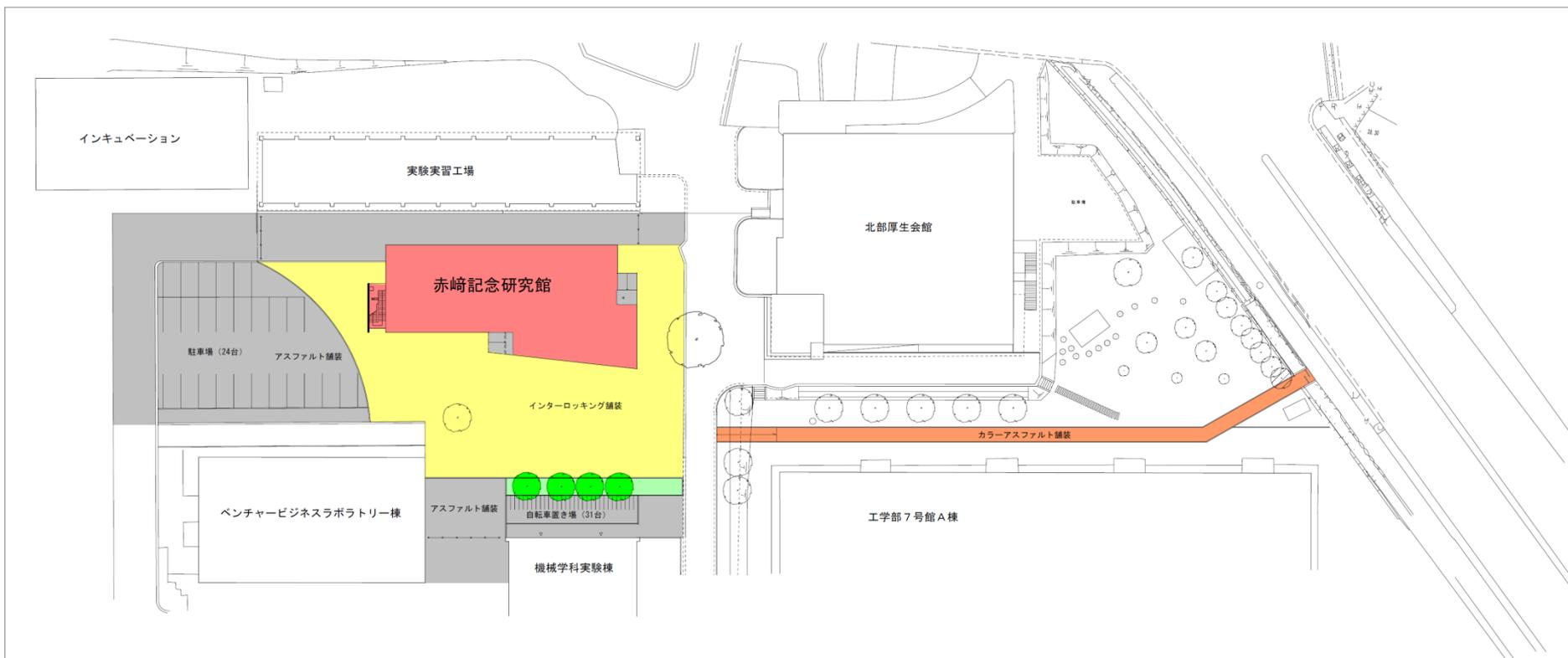
〃 山口博行（施設管理部長）

〃 瀧本 寛（財務部長）

〃 成瀬 量（研究協力・国際部長）

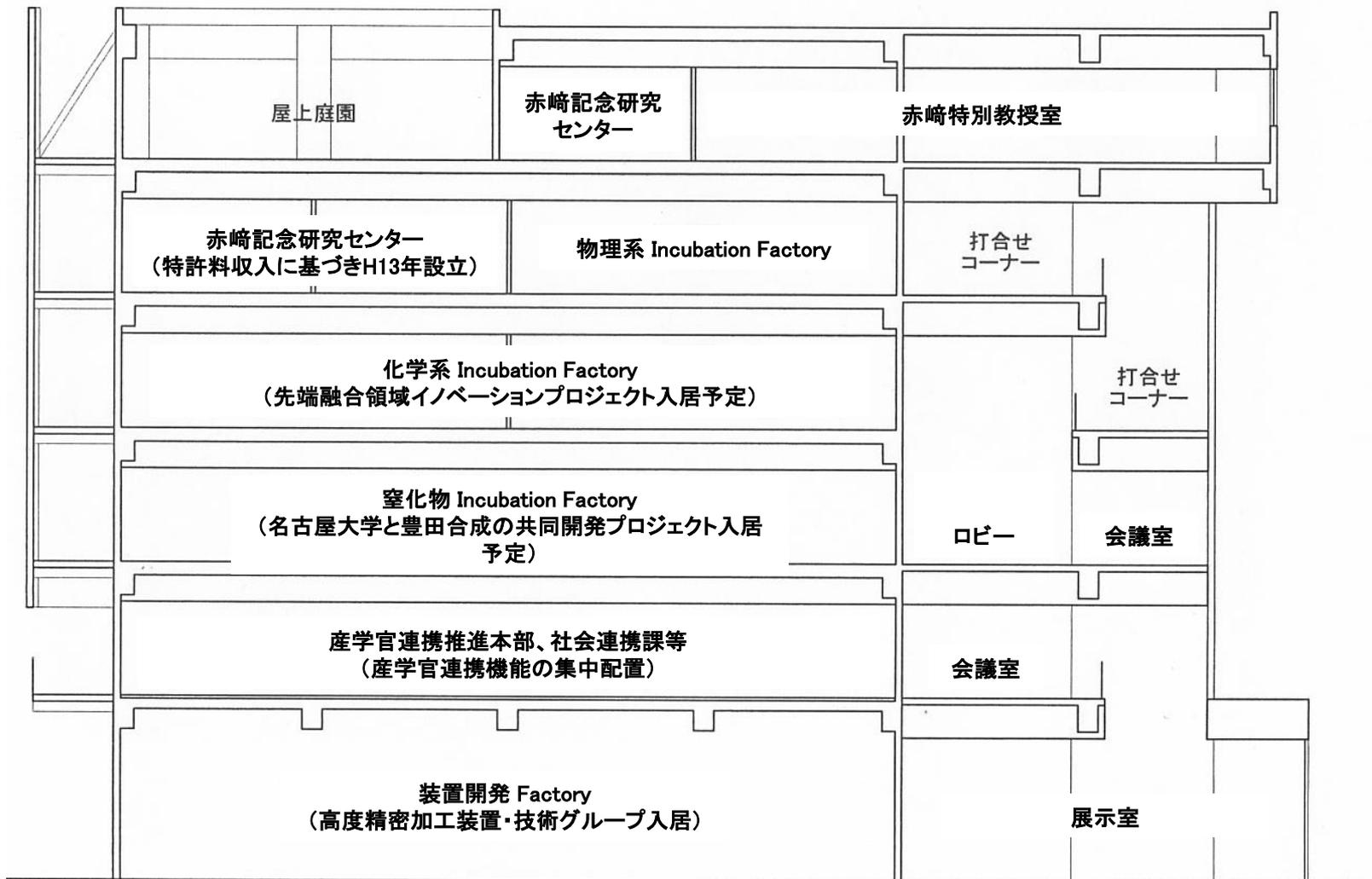


赤崎記念研究館 配置図



赤崎記念研究館モデル図
(平成18年8月竣工予定)





赤崎記念研究館・各階配置案

豊田合成製展示品等参考価格

2006.06

区分		展示物
展示物	ランプキット	① LEDラインナップ一覧(A2サイズ)
		② 大電流TGHPTW II 点灯キット(A4サイズ)
		③ SMD色度図ランプキット(A3サイズ)
		④ 照明用途LEDランプキット(A3サイズ)
	照明	⑤ 演色性比較展示照明ユニット(食品サンプル)
	携帯電話	⑥ 携帯電話展示
	車載	⑦ 車載空気清浄機エアビュリ
		⑧ WISHリアコンビランプ
	信号機	⑨ 車用信号機
	ディスプレイ	⑩ LEDディスプレイ

計 3百万円 (販売品ではないので参考価格)

【展示イメージ】2004.11.17名古屋大学関西フォーラムより(w1800x4)



区分	展示物	金額
展示物	その他	LEDディスプレイ160インチ
		7千万円

工事費	電気工事等取付工事費	7百万円
-----	------------	------

展示品および取付工事	計	8千万円
------------	---	------

費用概算3

赤崎記念研究館 展示部費用概算

2006年6月

1. 建築費（記念館全体における展示部の費用）	31,654,000円
2. 展示部 企画・設計・工事費（スライド5頁）	31,500,000円
3. 豊田合成製展示品及び取付工事費（スライド4頁）	80,000,000円
<hr/>	
計	143,154,000円

2 JSTの赤崎記念研究館への寄与

ビデオ制作

- (1) 青色発光ダイオード開発物語 赤崎 勇～その人と仕事～（放映用、45分）
- (2) 青色発光ダイオード開発物語 赤崎 勇～その人と仕事～（ダイジェスト版、16分）
950万円（サイエンスチャンネルで放映、DVD1500枚プレス）
- (3) 三者の出会い（仮題）（企画中）
200万円（上限）

赤崎記念研究館展示部費用拠出

3150万円（上限、消費税込み）

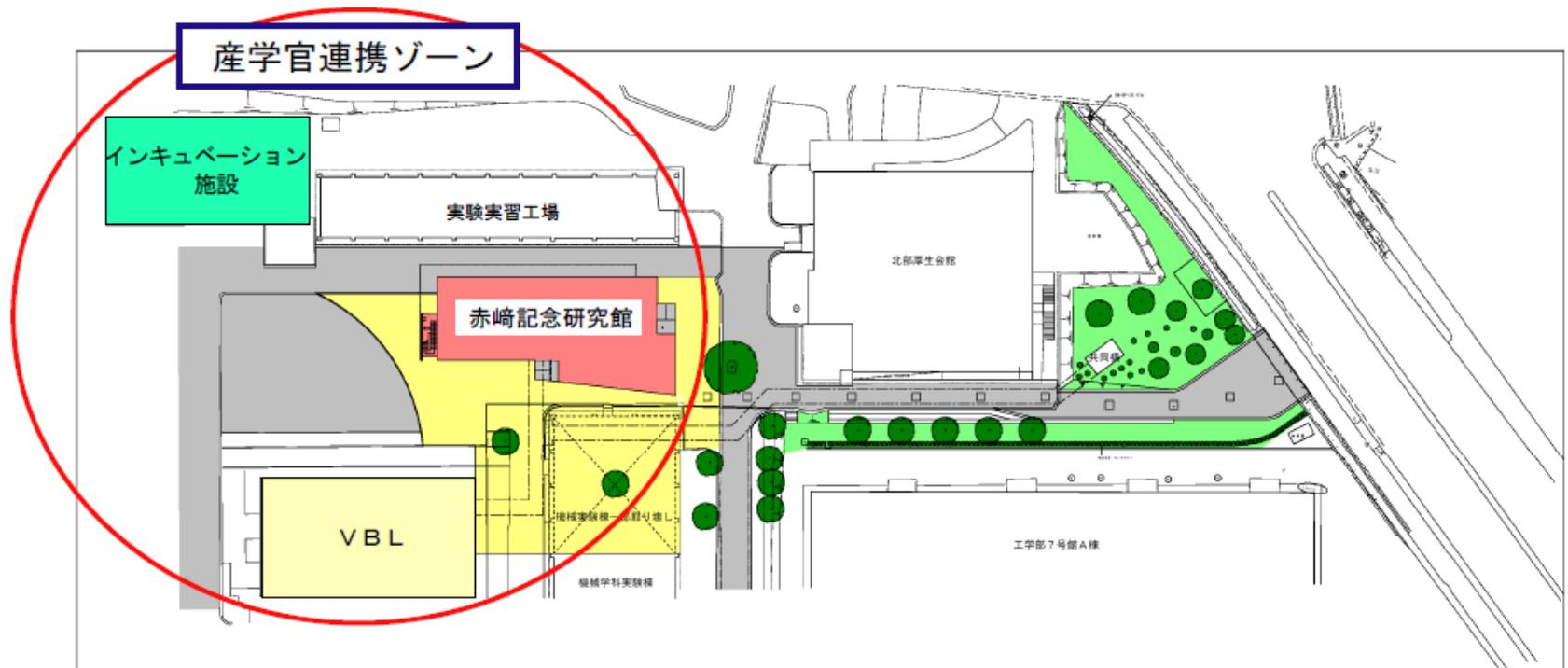
JST
～5,000万円

赤崎記念研究館へのJST入居について（コーディネータ常駐）

借料、人件費

豊田合成と名大の共同研究プロジェクトの支援

検討中（産学共同シーズイノベーション化事業、委託開発事業など）



■ インキュベーション施設：プロジェクト開発室×10、連携推進室教員室、会議室、プレゼンテーションスペース、リエゾンスペース

■ 赤崎記念研究館：(1F) 装置開発ファクトリー、展示室
 (2F) 産学官連携組織（社会連携課、産学官連携本部）
 (3F) 窒化物半導体インキュベーション・ファクトリー
 (4F) 化学系インキュベーション・ファクトリー
 (5F) 物理系インキュベーション・ファクトリー、赤崎記念研究センター
 (6F) 赤崎特別教授室

■ VBL：(1F) クリーンルーム（ナノプロセス装置）、ナノ計測・観察装置室
 (2F) 有機薄膜作製・測定室、超伝導体作製室、グラフィックコンピュータ室、ナノ計測・観察装置室
 (3F) ベンチャーホール、ミーティングルーム
 (4F) VBL長室、事務室、VBL教員・非常勤研究員室、セミナー室、中部TLO

2 項目別評価

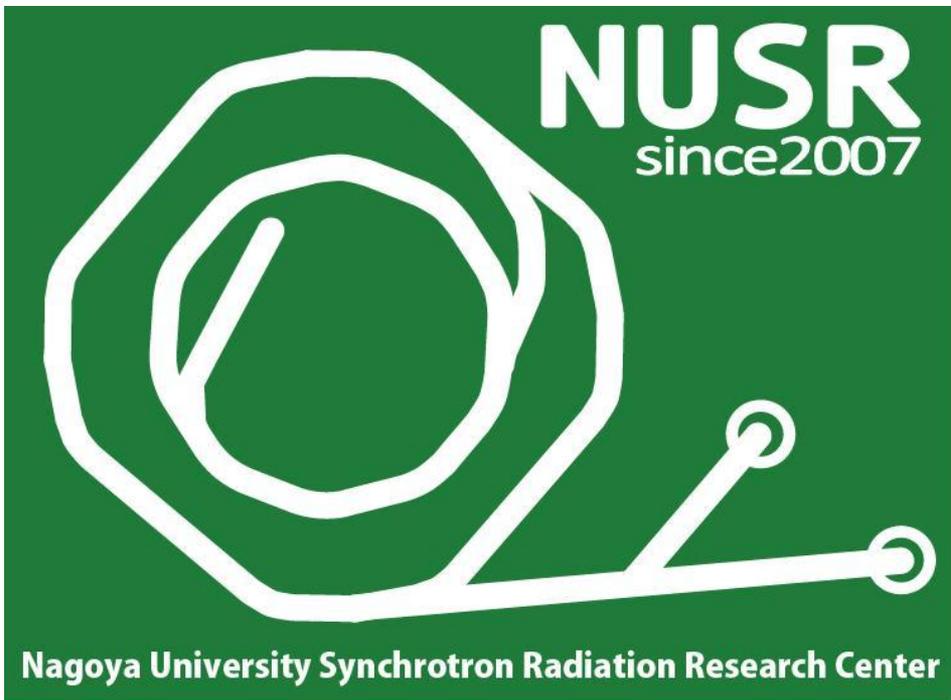
I. 教育研究等の質の向上の状況

(II) 研究に関する目標

(特色ある点)

- 中期計画で「産学連携を促進する」としていることについて、「産学官連携ゾーン」の中核施設として、主に高輝度青色発光ダイオードの特許実施料収入で赤崎記念研究館を建設したことは、産学連携体制を強化している点で、特色ある取組であると判断される。

○シンクロトロン光研究センターと 中部シンクロトロン光利用施設



名大シンクロトロン光研究センターHPより



2010年12月4日



2011年2月6日



2011年6月26日



2010年4月24日



2010年12月16日



2011年1月8日



2011年2月27日



2011年10月10日

知の拠点起工式
4月30日
シンクロtron光施設建設安全祈願
8月20日



2010年11月20日



2010年12月23日



2011年1月21日



2011年4月17日

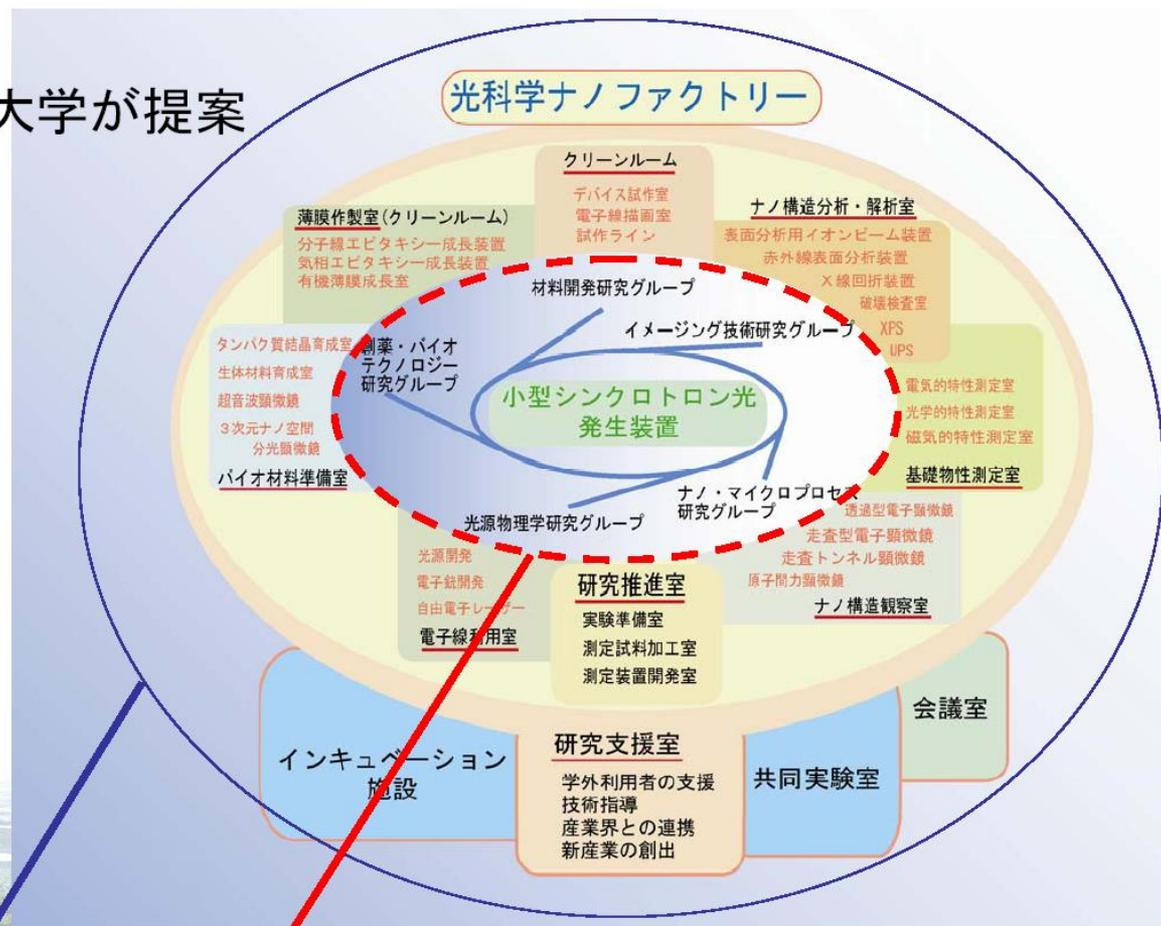


2011年11月11日



2012年1月末

平成15年に名古屋大学が提案



先導的中核施設

中部シンクロトロン光施設

知の拠点

○小型シンクロトロン光源は平成6年度より
○科技財団研究会は平成12年度より

「知の拠点」=名古屋大学提案の「光科学ナノファクトリー」

名大シンクロトロン光研究センターHPより



◆ 教育・研究・社会貢献など

世界で活躍できる人材の育成

- 教養教育の充実
 - … 教養教育院の強化、学習支援体制の充実
- 日本人学生の英語力強化
- 専門的能力、社会性、総合的判断力の充実
- 留学生教育の充実
 - … 教養教育から大学院までの英語コース設置、5年で留学生2000人超へ
- 語学コンソーシアム、近隣大学との提携
- 基金や様々な財源を活用した奨学金制度の充実

世界トップレベルの研究推進

- GCOEをはじめとする先端的な教育と研究の推進
- 超高圧電子顕微鏡・シンクロトン光施設を活用した最先端研究の推進
- 大型研究費の獲得と推進、国際水準の研究者群への支援
- 大学院生・若手研究者への育成支援
- 部局間連携による学内情報交換、共同研究の推進

グローバル化の推進

- 海外協定校・AC21メンバー校等とのネットワーク強化
 - … 学生・若手研究者の積極的交流
- 国際共同大学院プログラムなどを通じた大学院教育の強化
- 世界から優秀な学生の受入れ
- キャンパスの国際化

産学官・社会連携

- 産学官・行政連携の推進
 - … 拠点形成、技術移転、イノベーション創出などの推進
- 地方自治体との連携強化
 - … 「知の拠点」社画と連携した研究推進と学術情報発信
- 社会貢献人材育成センターの拡充
 - … 産学官による人材育成
- メディアとの連携強化による社会への情報発信
- 同窓生・保護者・市民との交流強化

名古屋大学から Nagoya University へ

- (1) 世界に通ずる人材の育成
教養教育の充実、G30の推進、5年で留学生2000人超へ
- (2) 世界トップレベルの研究推進
GCOEの推進、国際水準の若手研究者の育成
超高圧電子顕微鏡・シンクロトン光施設を活用した最先端研究の推進
- (3) 組織の刷新
創薬科学研究科設置、教育研究組織再編、大学間連携
- (4) 地域連携・地域貢献の推進
「知の拠点」との連携、地域医療再生
- (5) 名大基金の充実
5年で50億、奨学金などに活用



◆ 附属病院・附属学校

日本の基幹大学病院として充実

- 安全で質の高い医療の提供
 - … 総合周産期母子医療センターの設置、ICU病床の50%増
- 次世代の医療を担う人材の育成と地域貢献
 - … 専門医育成キャリアパスの確立、卒後臨床研修ネットワークの強化、地域医療再生に向けたリーダーシップの発揮
- 未来を切り拓く先端医療の開発
 - … TRの推進、先端医療推進機構の設置
- 医療のボーダレス化に備えた国際化とIT化の推進

附属学校の充実

- 「教育学部附属学校協議会」によるマネジメントの強化
- 中高大連携による教育の充実
- 海外高校生受入体制の構築と整備

◆ 業務運営・財務内容など

教育研究組織の刷新・管理運営の効率化

- 全体最適化を目指した組織の創設・再編・見直し
- 創薬科学研究科、素粒子宇宙起源研究機構等の創設
- 多様な大学間連携の推進
- 信頼感ある大学経営の推進
- 教育・研究環境の整備
 - … 支援事務組織の拡充、組織・会議の整理
- 男女共同参画の推進

安定財務基盤の構築

- 科学研究費補助金、受託研究費などの高水準を確保
- 健全な経営に基づく附属病院財務基盤の確立
- 名大基金の充実と恒常的寄附金の確保
 - … 5年で50億、奨学金などに活用

自己点検・評価・情報発信

- 教育研究組織の3年毎の現況調査実施
- 教員プロフィール情報の充実と教員活動状況の発信
- 組織を代表する研究成果、意欲的な授業の情報発信強化
- International Advisory Boardによる世界水準の組織評価継続実施
- 世界トップ100大学の恒常的維持

施設・安全・その他

- エコキャンパスの推進
- 大学施設・設備の新管理制度導入
- 全学スペースの集中化による有効活用
- 留学生宿舍の倍増、外国人教員宿舍の充実
- 研究教育基盤設備の充実とキャンパス環境整備
- ハラスメント・苦情への迅速かつ適切な対応
- 化学物質、放射線物質等の法令に基づく適切な管理
- 労働安全衛生の徹底
- 災害対策・法令遵守・危機管理の徹底

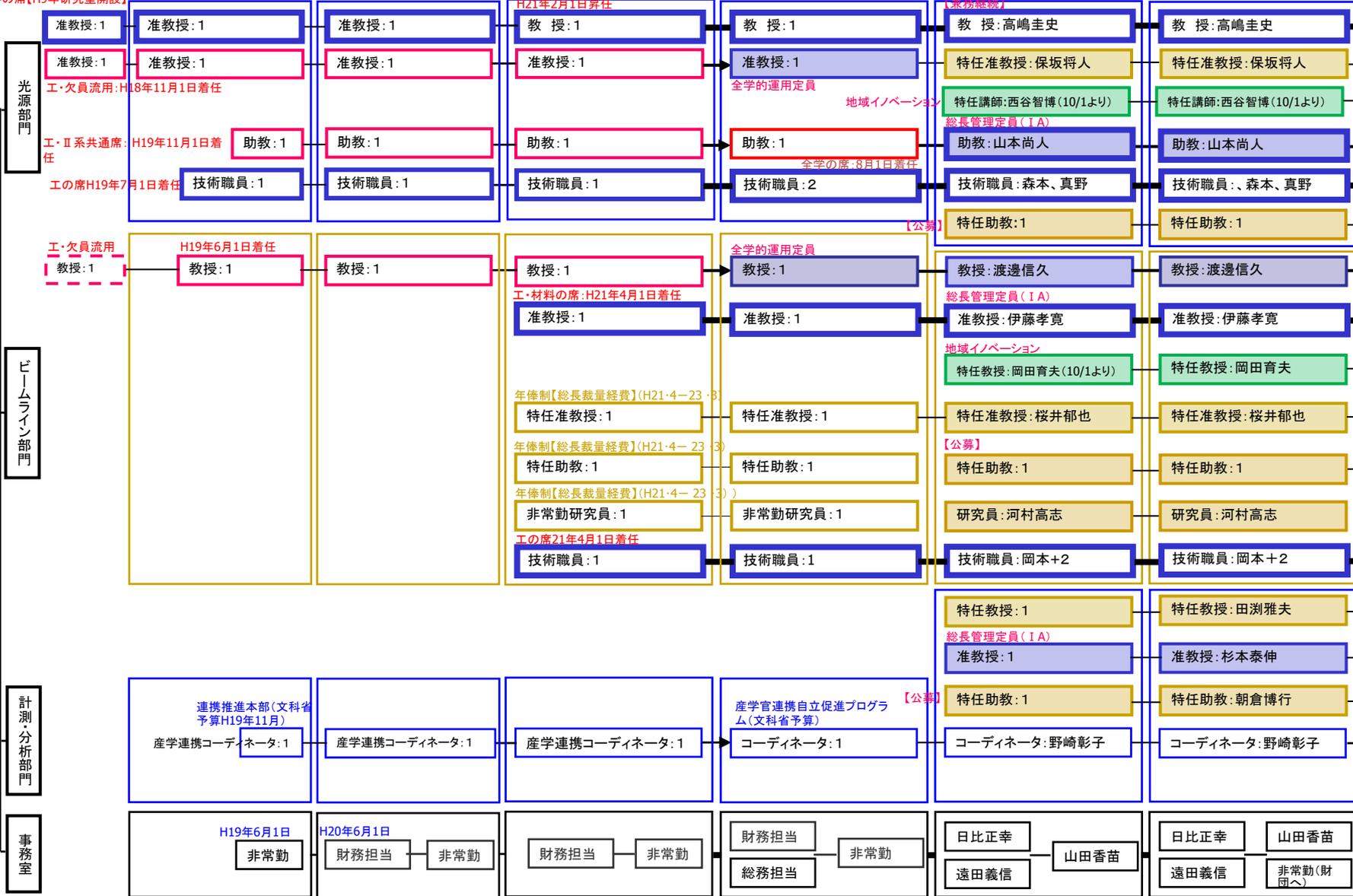
名古屋大学は、自由闊達な学風の下、未来を切り拓く勇氣ある知識人を育て、世界屈指の知的成果を産み出します。



名古屋大学シンクロtron光研究センター

(準備室) (H19年4月1日から) (H20年4月1日から) (H21年4月1日から) (H22年4月1日から) (23年4月1日から) (24年4月1日から)

工・材料の席【H9年研究室開設】



施設供用開始(24年度中)



名古屋大学シンクロtron光研究センター

前史

平成元年度: 第1回小型放射光施設に関する研究会(と類推される)

平成3年度: 大学の大型実験施設として放射光施設に関する早川学長への原田仁平先生の提案

平成6年度: 大学院重点化に伴い、結晶材料工学専攻の2講座増設提案

→材料系の講座1を設置することに結材および関連専攻で合意(材料より助手席2を拠出)

NSSR設置促進協議会を学内に設置(代表世話人: 水谷宇一郎先生、竹田の2名世話人)、

超小型放射光施設の概算要求提出

平成7年度: この講座に放射光装置の研究者を置くことに合意(6月)

(概算要求の事前説明における文科省の指示による: 架谷研究科長、後藤評議員、山内評議員)

材料教室教授会で小早川先生の推薦を決定(8月)

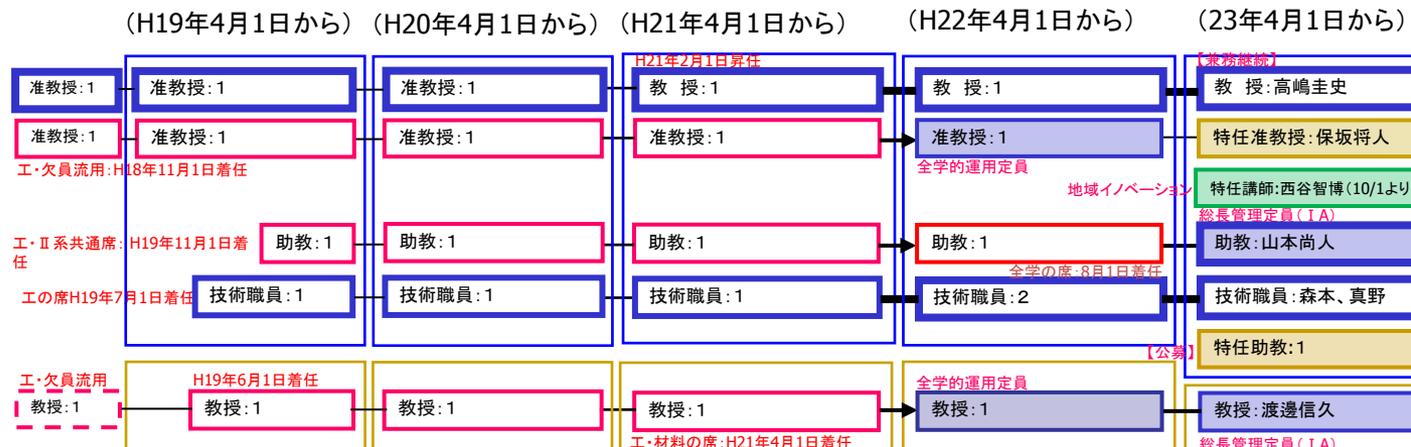
平成9年度: 小早川先生着任(名古屋第大学の本気度を放射光コミュニティが認知)

平成10年度: 高嶋助手着任

平成16年度: 結材の講座を材料が引き取る

法人化。平野総長の「名古屋大学運営の基本施設」に「光科学ナノファクトリー」を明記。

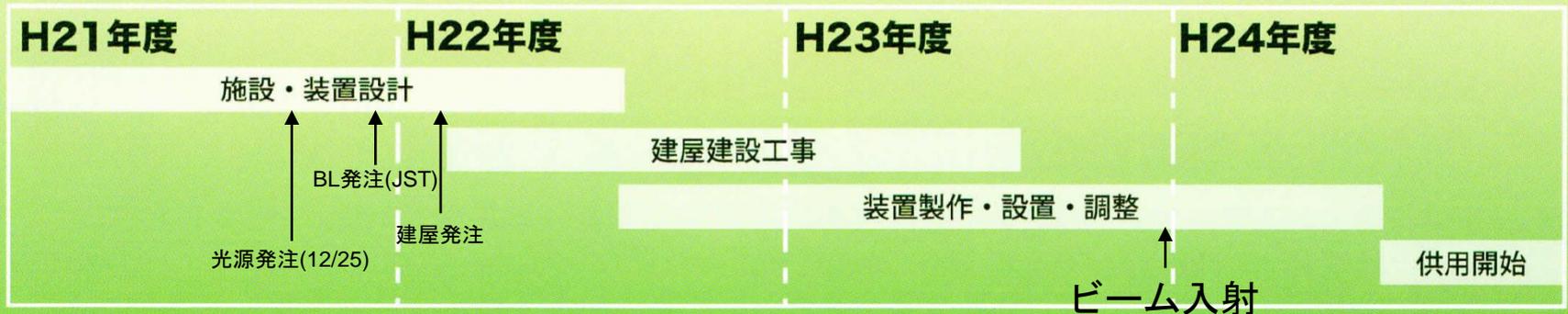
平成18年度: 高嶋助教授昇任。加藤教授(分子研から併任)



センター設立の経緯

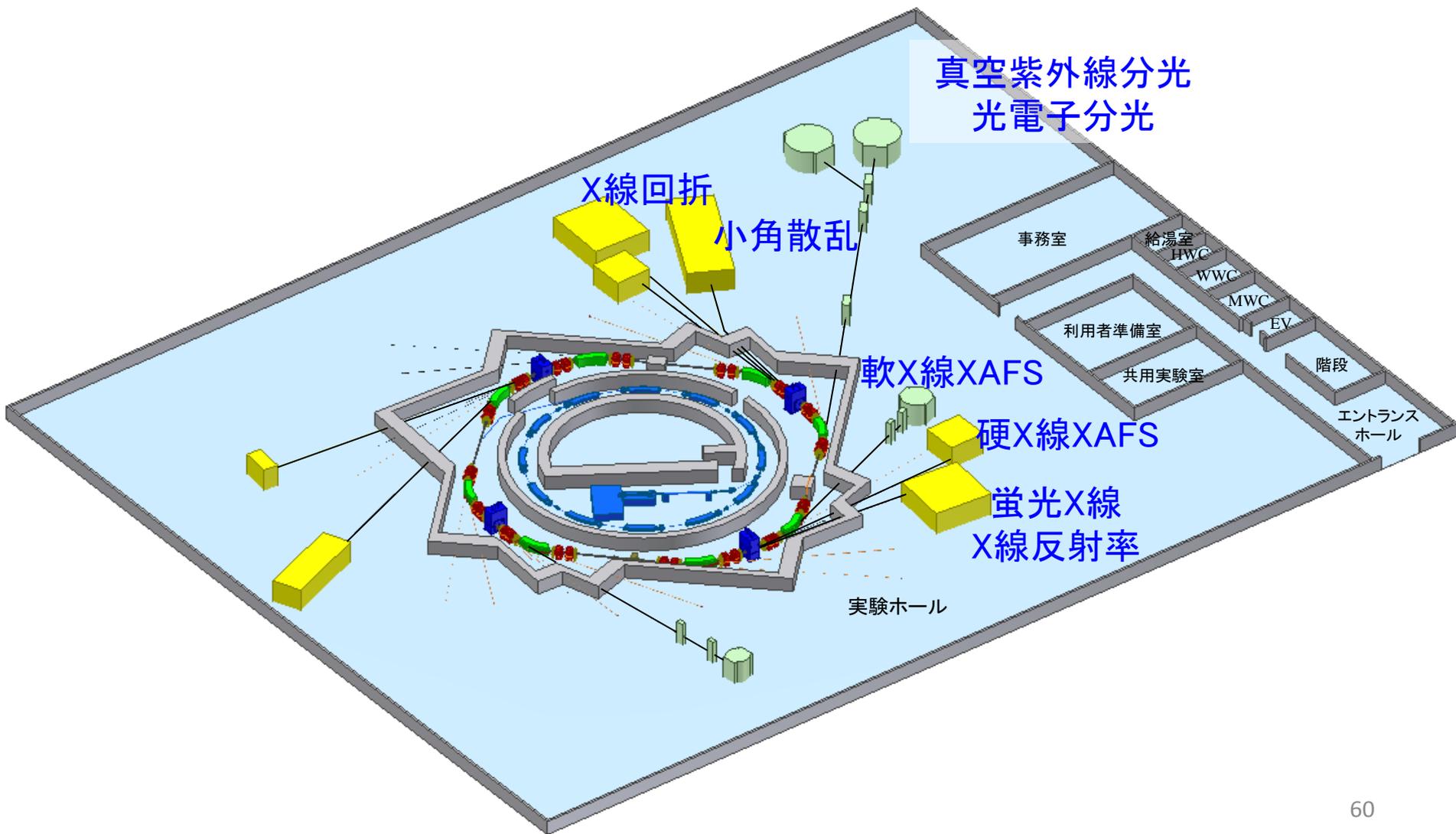
平成 元年	『名古屋大学放射光利用研究会』発足
平成 3年	超小型シンクロトロン光源 (約 600MeV) を検討
平成 6年	『名古屋大学小型放射光施設設置促進委員会』発足 レーストラック型光源 (750 MeV) を検討
平成10年	1 GeV の新光源を設計し, その利用を検討
平成12年～	科学技術交流財団研究会『超小型放射光源とその産業利用』他を継続的に開催
平成15年	『光科学ナノファクトリー』構想の提案
平成16年	1.2 GeV リングと超伝導偏向電磁石の利用を検討
平成19年	『名古屋大学小型シンクロトロン光研究センター』発足

整備スケジュール (予定)

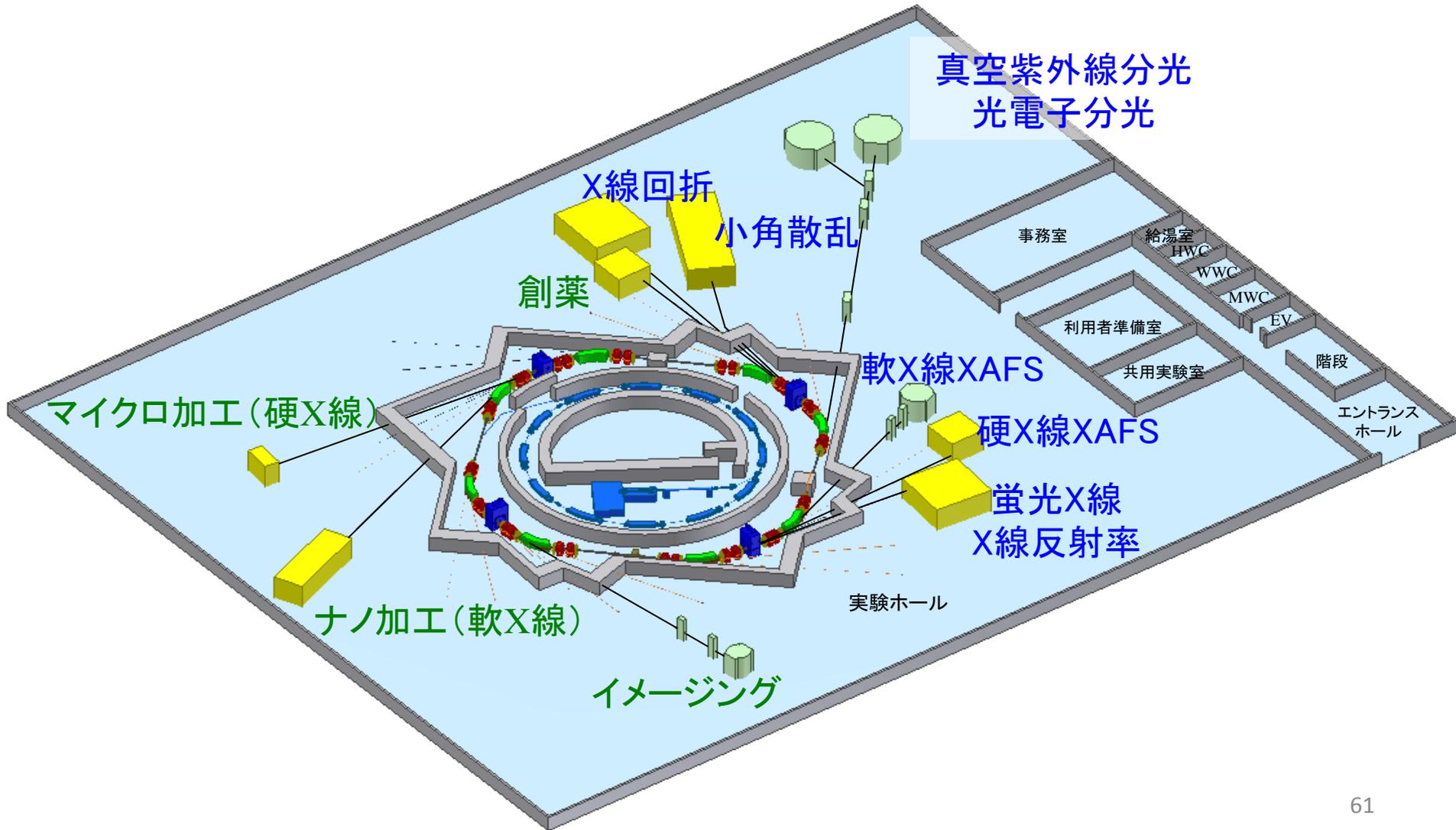


名古屋大学
小型シンクロトロン光研究センター

整備予定のビームライン(配置概念図)



整備予定のビームライン(配置概念図)



創薬ビームライン

創薬ターゲットのタンパク質だけでなく、薬理活性物質の構造解析およびそれらの複合体の構造解析も可能なビームライン

シンクロトロン光利用研究

医学・理学・農学研究科の
大学院教育

創薬ターゲットの構造解析

創薬ターゲットと薬理活性物質
の複合体の構造解析

薬理活性物質の構造解析

疾患メカニズムを分子レベルで理
解する実地教育

薬物の作用や副作用の分子メカニ
ズムの理解を深める実地教育

高度な医学・理学・農学教育・研究を可能とする。

(計画検討中の地域連携創薬科学研究科の基本ツール)

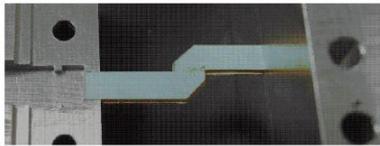
新しい戦略的な化合物開発を担う人材の育成

ナノ・マイクロプロセスビームライン

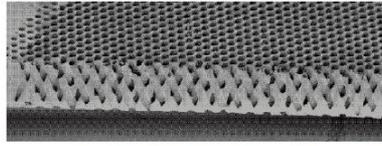
硬X線・軟X線を利用する三次元ナノ・マイクロ加工を可能とするビームライン

シンクロtron光利用研究

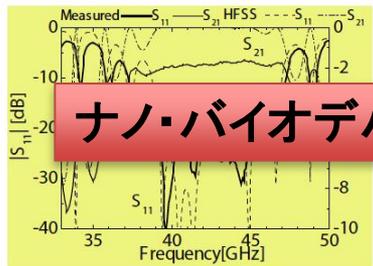
新規ナノ加工法の開発研究



ミリ波テフロン導波管



酵素免疫測定用3次元リアクタ



ナノ・バイオデバイスの開発研究



タンパク解析チップ

環境分析素子

理学・工学研究科の
大学院教育

ナノ加工を理解する実地教育

先端ナノ加工法を新規デバイス
開発に応用する実地教育

ナノ加工技術をバイオデバイス
開発と融合する実地教育

ナノバイオ, ナノ化学と組み合わせた, 新規3次元集積化マイクロデバイスの展開で新たな生産技術, 計測技術の創成

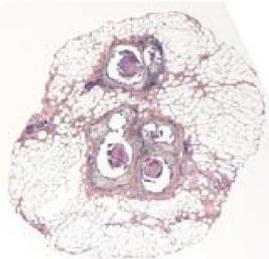
次世代ナノ・マイクロデバイス開発を担う人材の育成

イメージングビームライン

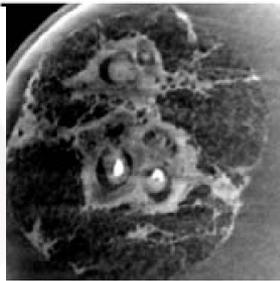
生体・有機・無機構造体の非破壊3次元イメージングによる極小ガン・病理解剖・デバイスナノ構造の観察・解析を可能とするビームライン(可視・赤外、軟X線、硬X線いずれもイメージングが可能である)

シンクロtron光利用研究

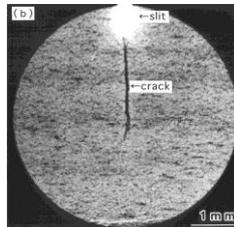
医学系・理学・農学・工学研究科の大学院教育



染色した切片



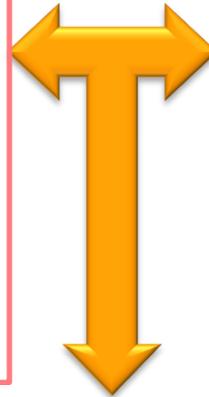
屈折イメージング



アルミ合金中の
マイクロクラック
(屈折イメージング)



0.1mmのガン組織



透過イメージング、屈折イメージング、明視野(暗視野)イメージングなど対象に合わせたイメージングが可能

極めて広い連携に基づく新分野の開拓と実地教育

生体から半導体デバイスまでナノ構造の観察と解析とそれに基づく新診断法・新規デバイスの開発研究

実構造に基づいて新しい医療、新規デバイス開発を論理的に行う人材の育成

ナノ構造デバイス工学講座 ナノ材料デバイス工学研究グループ [竹田研究室] 2010年の説明会

材料系をベースとしてエレクトロニクスを専門とする研究室。全国的にもユニークな存在。

「結晶成長・融合材料」

- ・半導体ナノ構造から大型結晶の成長
- ・半導体と半導体以外（半金属や生体材料など）の材料の融合

「ナノ構造計測」

- ・ナノ構造を原子の尺度で評価し、その構造により発現される現象と効果を測定・解明する研究

半導体を中心として新しい物性と機能を実現し、デバイスを作るための研究です。

テーマ

「自ら作り自ら測定」をモットーに
以下の研究を進めています。

- 分散量子ドット・蛍光体による超広帯域発光・受光デバイスの作製
→ **高性能の医療診断装置へ応用**
- 蛍光EXAFS法によるミクロ構造の解明
→ **周辺局所構造を見る→高効率デバイス作製への応用**
- X線CTR散乱法による半導体ヘテロ構造の解明
→ **層状構造を原子レベルで見るとデバイ新しい機能の実現**
- 半導体ヘテロ構造を用いた電子源の開発
→ **次世代の電子源**
- 溶液成長による高品質SiCバルク結晶の成長
→ **次世代半導体の基板**
- 生体膜／半導体ハイブリッド材料の作製
→ **生体機能を半導体で制御**
- タンパク質を用いた量子ドットの作製
→ **次世代量子デバイスへの応用**

半導体ナノ構造の結晶成長

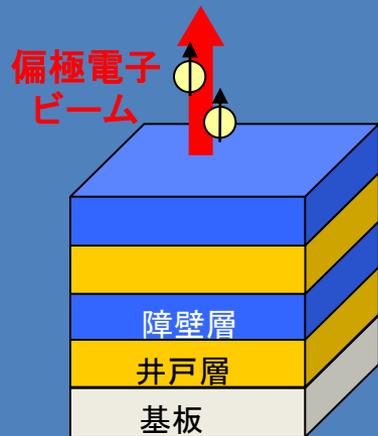
自ら作り自ら測定!

MOVPE装置



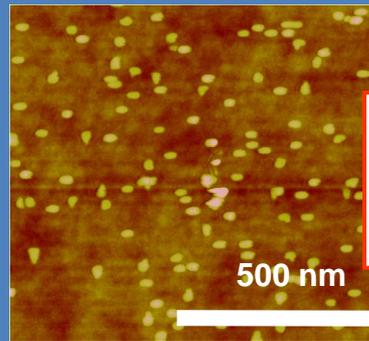
PL装置

研究してます



偏極度・輝度の世界記録を連続更新中!

偏極電子源



超広帯域発光を実現→デバイス化

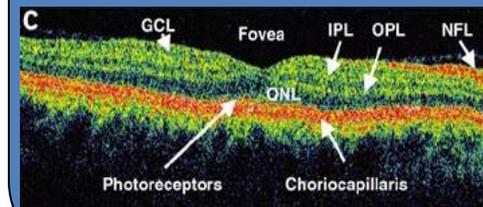
量子ドット

実現を目指します

・線形加速器
新素粒子の発見、
宇宙創成の謎に迫る!



・広帯域発光素子
先端医療用断層撮影
装置光源への応用



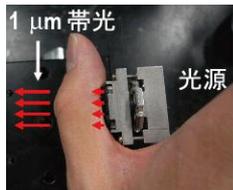
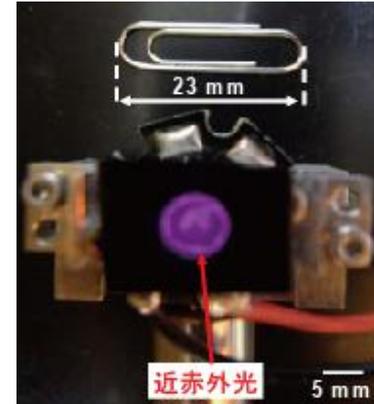
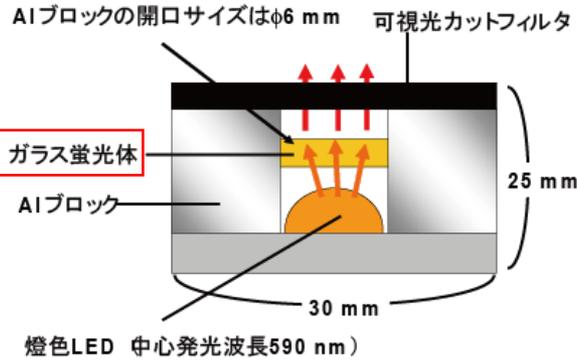
<http://www.s-graphics.co.jp/nanoelectronics/kaitai/laser/5.htm>
GLC Project Report (2003)

新しい赤外光源の作製

簡単な構造で、これまでに無い赤外LEDを作る！！



ガラス蛍光体作製の様子

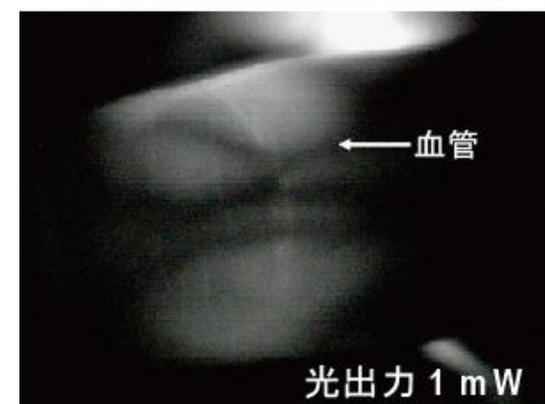


写真撮影の様子

LEDの光 (波長590 nm)



光源の光 (波長1020 nm)



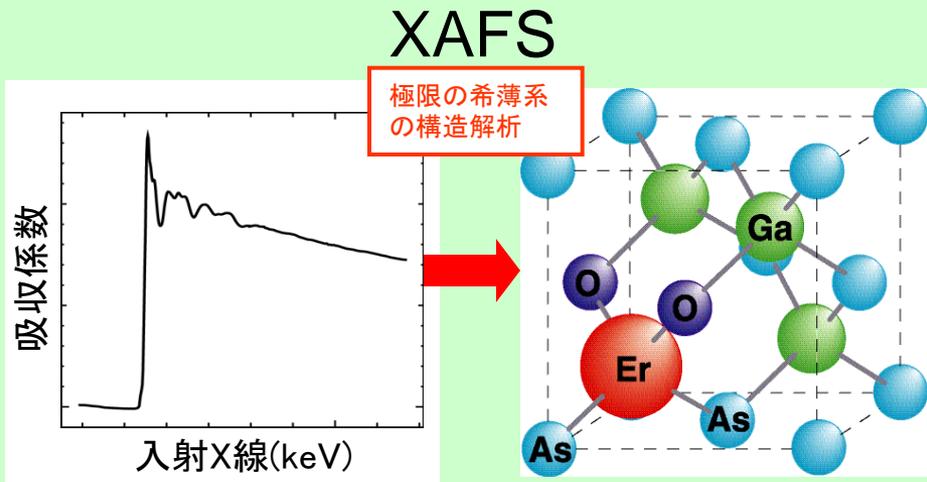
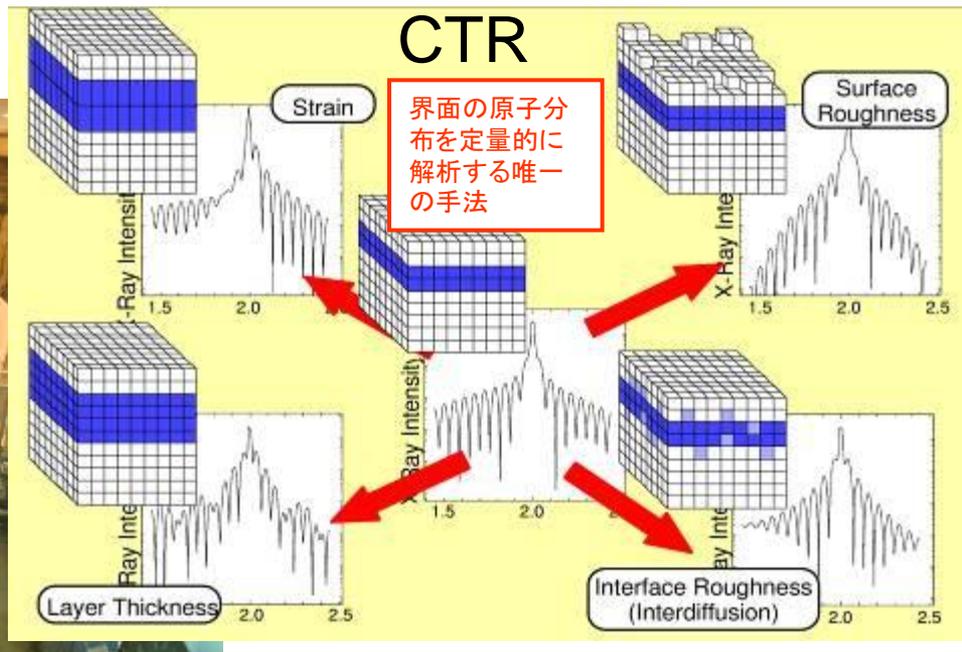
人間の指が透けて見える

X線を駆使したナノ構造計測

放射光施設(KEK-PF)



結晶成長のメカニズムの解明
デバイス特性の向上

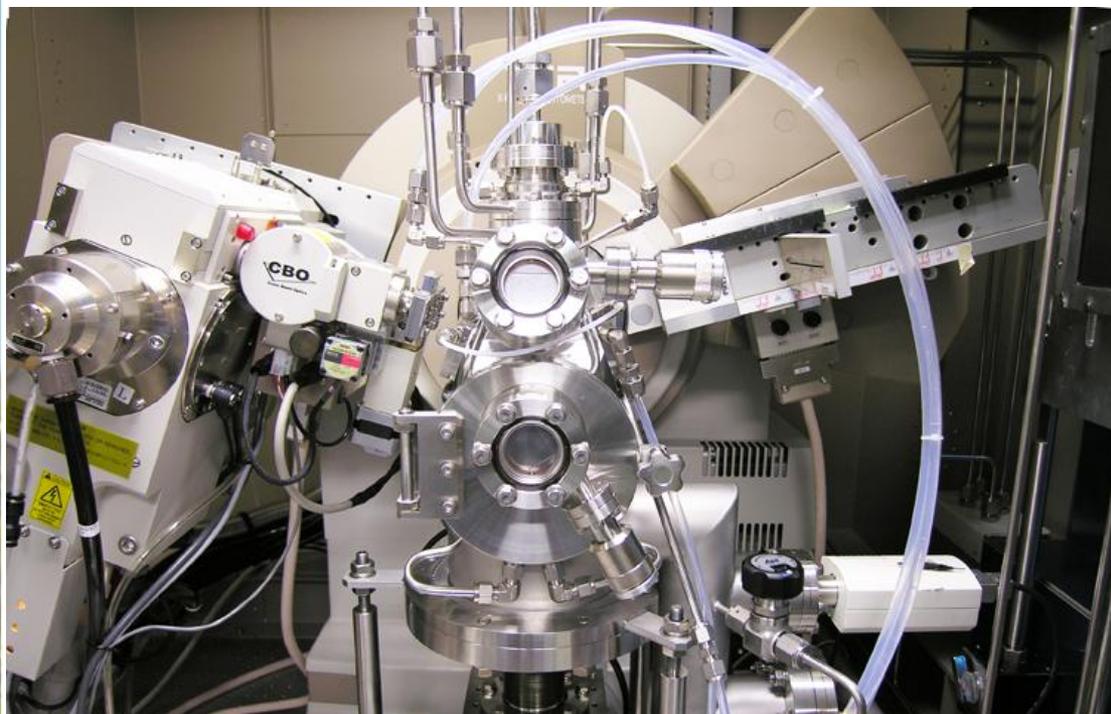


X線測定装置と結晶成長装置を組み合わせた 全く新しい装置の開発

名大施設管理部HPより



赤崎記念研究館3F



世界唯一の装置
を設計・製作

装置の外観

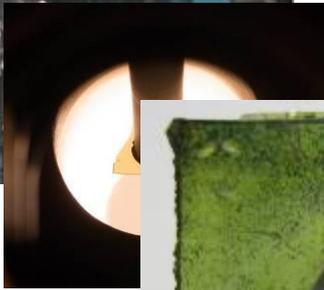
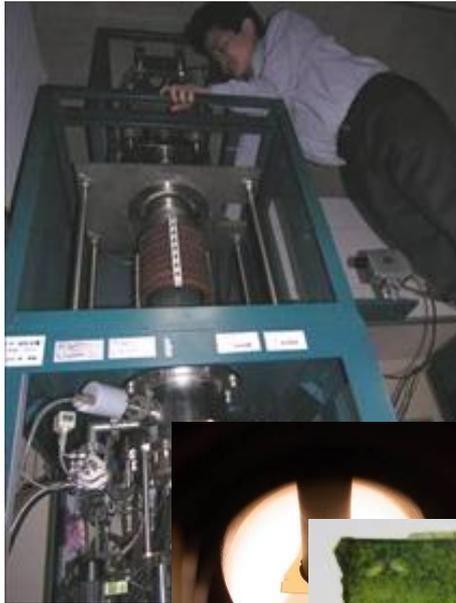
真のヘテロ界面形成機構を明らかに！！

次世代半導体・融合材料の創成

SiCバルク単結晶

省エネルギーなデバイスの
作製が可能に！

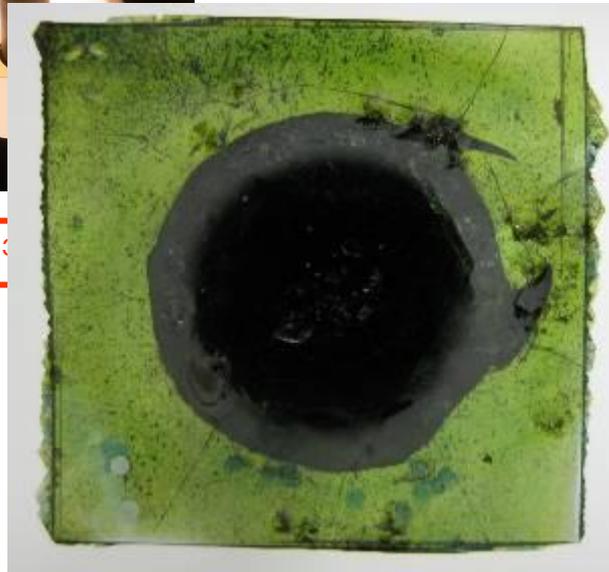
発電所から電気自動車、
電化製品まで、様々なもの
で、電力を有効利用！
(普及すると、年にタン
カー7杯分の石油節約、
1000万トンのCO2削減)



1mm³→1cm³

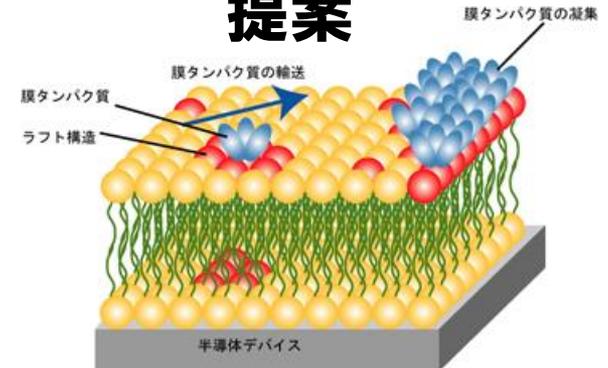


昨年

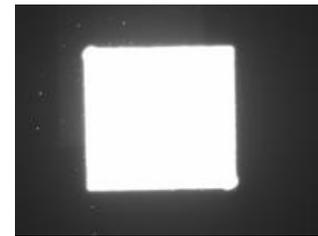


現在

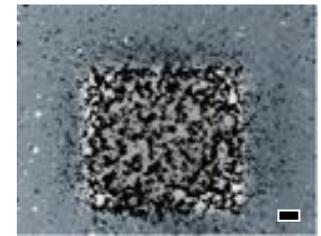
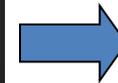
半導体-生体膜 デバイスの 提案



生体膜の相分離構造を制御



局所的な光照射



ドメイン密集

20 μm

生体と半導体の融合デバ
イス→総長顕彰受賞

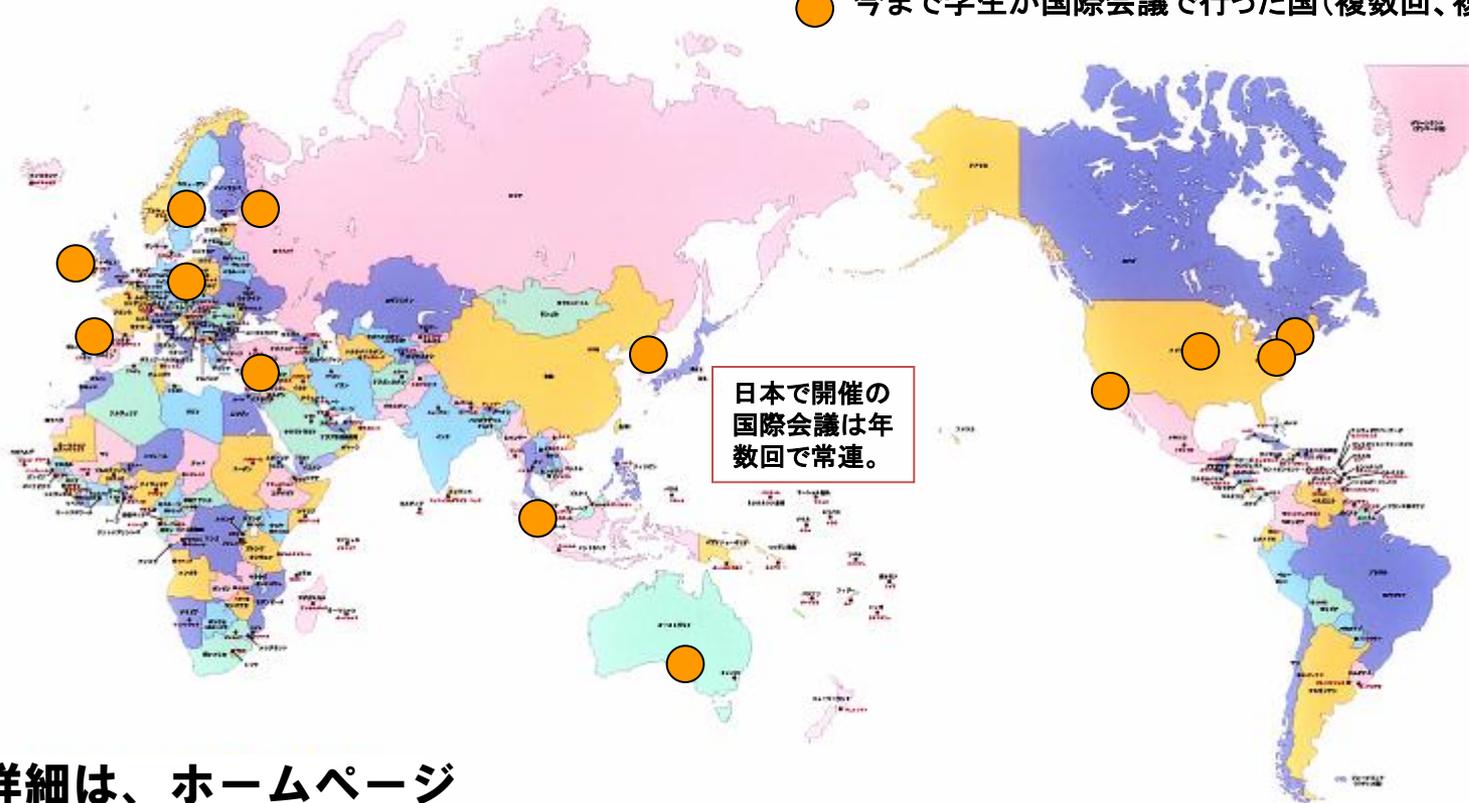


蛍光顕微鏡

研究活動・行事

国際会議参加は日常茶飯事

● 今まで学生が国際会議で行った国(複数回、複数人)



詳細は、ホームページ

<http://mercury.numse.nagoya-u.ac.jp/f6/>

名古屋大学のホームページ

<http://www.nagoya-u.ac.jp/>

を覗いて下さい。

からも入れます。

研究室メンバー・場所

工学部9号館
西館4階

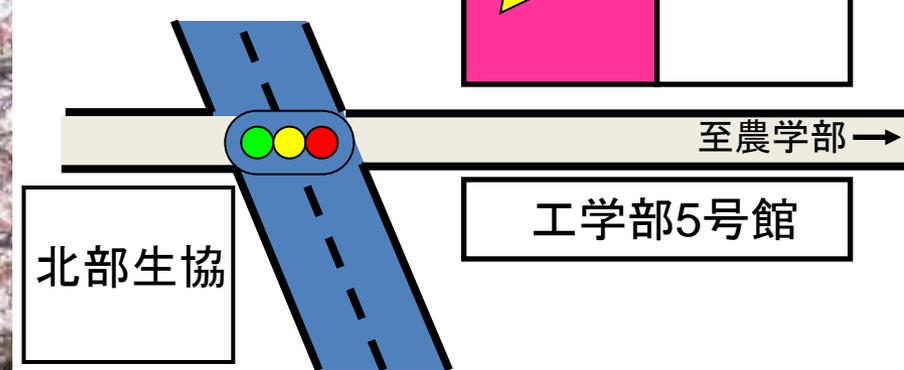
メンバー(2010年4月)

教授: 竹田美和
准教授: 宇治原徹
准教授: 田淵雅夫(兼任・VBL)
助教: 瀧 真悟

ドクター: 2名 マスター: 17名



竹田研へのアクセス



研究室の氏神様で裏庭の
千代保稲荷



京大M2 昭和49年1月(1974年) 田中研



京大D2 昭和50年11月(1975年) 高木研



京大助手 昭和55年3月(1980年) 佐々木研



昭和55年9月アメリカ(1980年)



京大助教授 平成3年1月(1991年)
恒例の新年会(卒業記念に変わるも現在まで続く)



材料機能工学科応募時の
添付写真
平成2年2月末日
(1998年)



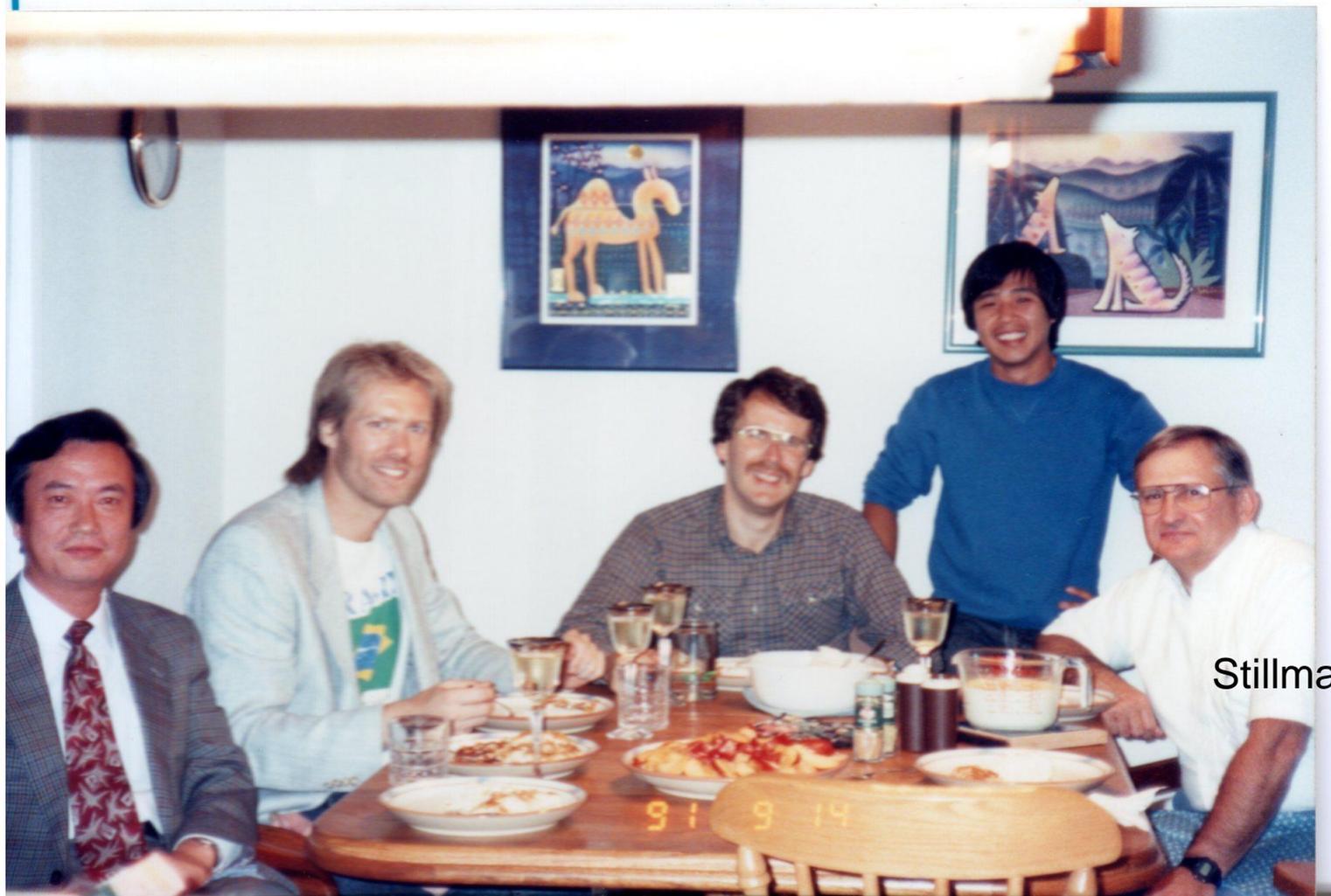
教室リクリエーション
1991年9月



(お姉さま二人に拉致される)



教室リクリエーション
1991年9月



Stillman先生

平成3年度(1991年度)9月
シアトル(GaAs Symp)



平成6年度(1994年度)
9号館に引っ越し後、落ち着いたころ



平成10年度(1998年度)

名古屋大学竹田研究室創設十周年記念祝賀会



研究室創設十周年記念祝賀会
平成13年(2001年)11月20日(ルブラ王山)





講演会参加者、懇親会参加者とも記録更新



実行委員長

第19回日本放射光学会年会・放射光科学合同シンポジウム
平成18年1月7~9日(名大)



平成23年4月(鏡ヶ池) 2011年

謝辞

平成3年着任以来お世話になりました

研究科長

松尾 稔 先生
藤本哲夫 先生
架谷昌信 先生
稲垣善康 先生
後藤俊夫 先生
平野眞一 先生
澤木宣彦 先生
小野木克明先生
鈴置保男 先生

総長

松尾 稔 先生
平野眞一 先生
濱口道成 先生

理事、副総長

事務局長初め本部事務の方々

産学官連携推進本部の先生方、
社会連携課の方々

事務部長初め、

研究科事務の方々

○材料系教室の先生方、技術職員、事務の方々

○結晶材料工学専攻の先生方、事務の方々

と主専攻の

・応用物理学専攻

特に、原田仁平先生、水谷宇一郎先生、中村新男先生

・量子エネルギー工学専攻の先生方、事務の方々

○ベンチャービジネスラボラトリーの先生方、事務の方々

○シンクロトロン光研究センターの先生方、技術職員、

コーディネータ、事務の方々

○京都大学工学部電気工学教室・林研の先生方、皆さま
同 電子工学教室・田中研の先生方、皆さま
同 電子工学教室・高木研の先生方、皆さま
同 電気工学教室・佐々木研の先生方、皆さま

○応用物理学会、応用物理学会結晶工学分科会の皆さま
電子情報通信学会・電子デバイス研究専門委員会および
電子部品・材料研究専門委員会の皆さま
日本結晶成長学会の皆さま
GaAs Symp.、InP Conf.、ICCG、ICVGEの皆さま

○全国、世界各地の研究仲間の皆さま

研究室のメンバーであった

田渕雅夫 先生
藤原康文 先生
野々垣陽一先生
大渕博宣 先生
宇治原徹 先生
渕 真悟 先生
金 秀光 先生

奥藤 素子 さん
唐井 宏江 さん
手嶋利佳子さん
林 直子 さん
仲村千春 さん
細川路代 さん
伊藤菜奈子さん
大山 華 さん
川瀬晶子 さん
山田香苗 さん
畦上洋子 さん
角田恵美子さん
越野裕子 さん
大橋妙子 さん