

東工大のこれから —2011年に創立130周年—

ADVERTISEMENT FEATURE

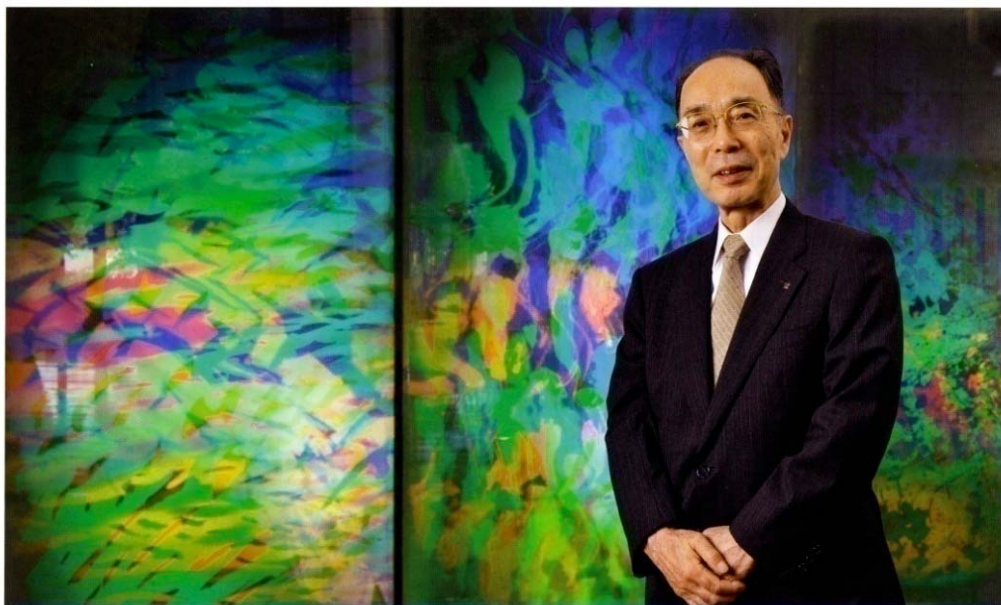


Tokyo Institute of Technology

Bulletin Research at Japan's foremost university
dedicated to science and technology

www.titech.ac.jp/bulletin/

No. 7



World-Class Research

Japan's leading university dedicated to science and technology presents
unprecedented opportunities for researchers and for industry

Heading the Tokyo Institute of Technology since October 2007
is Kenichi Iga, renowned as an inventor of the vertical cavity
surface emitting laser (VCSEL). Iga was serving as the executive
director of the Japan Society for the Promotion of Science

(JSPS) when Tokyo Institute of Technology faculty and staff
members elected him their president. He outlines his university's
appeal to researchers and corporate partners of all nationalities.

TOKYO INSTITUTE OF TECHNOLOGY BULLETIN

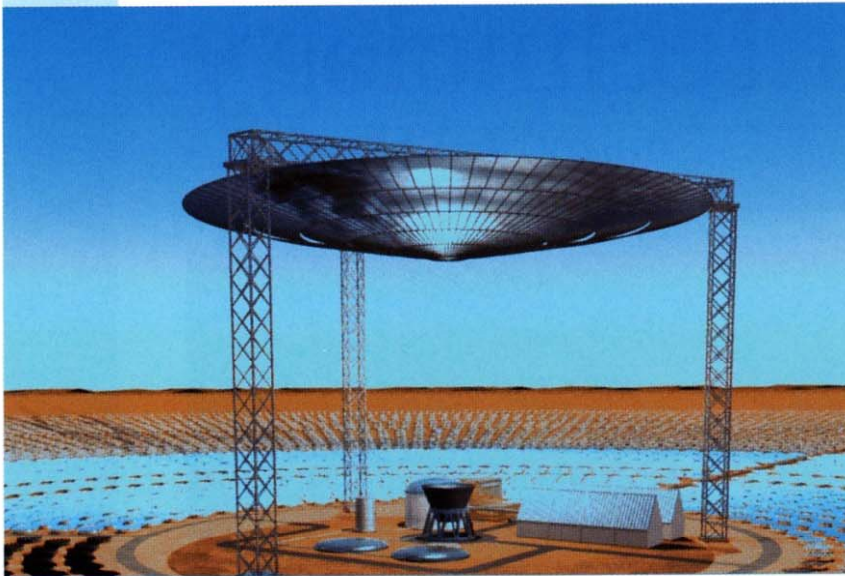


東京工業大学 学長 伊賀健一

Kenichi IGA
President,
Tokyo Institute of Technology

研究・教育

ADVERTISEMENT FEATURE



“Research and education are two sides of the same coin. Better research makes for better teaching, and vice versa.”

A “beam-down” solar power system under joint development by the Tokyo Institute of Technology, the Abu Dhabi Future Energy Company, and other partners will furnish cost-competitive electricity in the United Arab Emirates. It is just one example of the university's increasingly productive collaboration with industry.



東京工業大学における光通信の研究

マイクロ波

森田 清

関口利男

内藤喜之

末松安晴

伊伊賀健一

光

中田孝

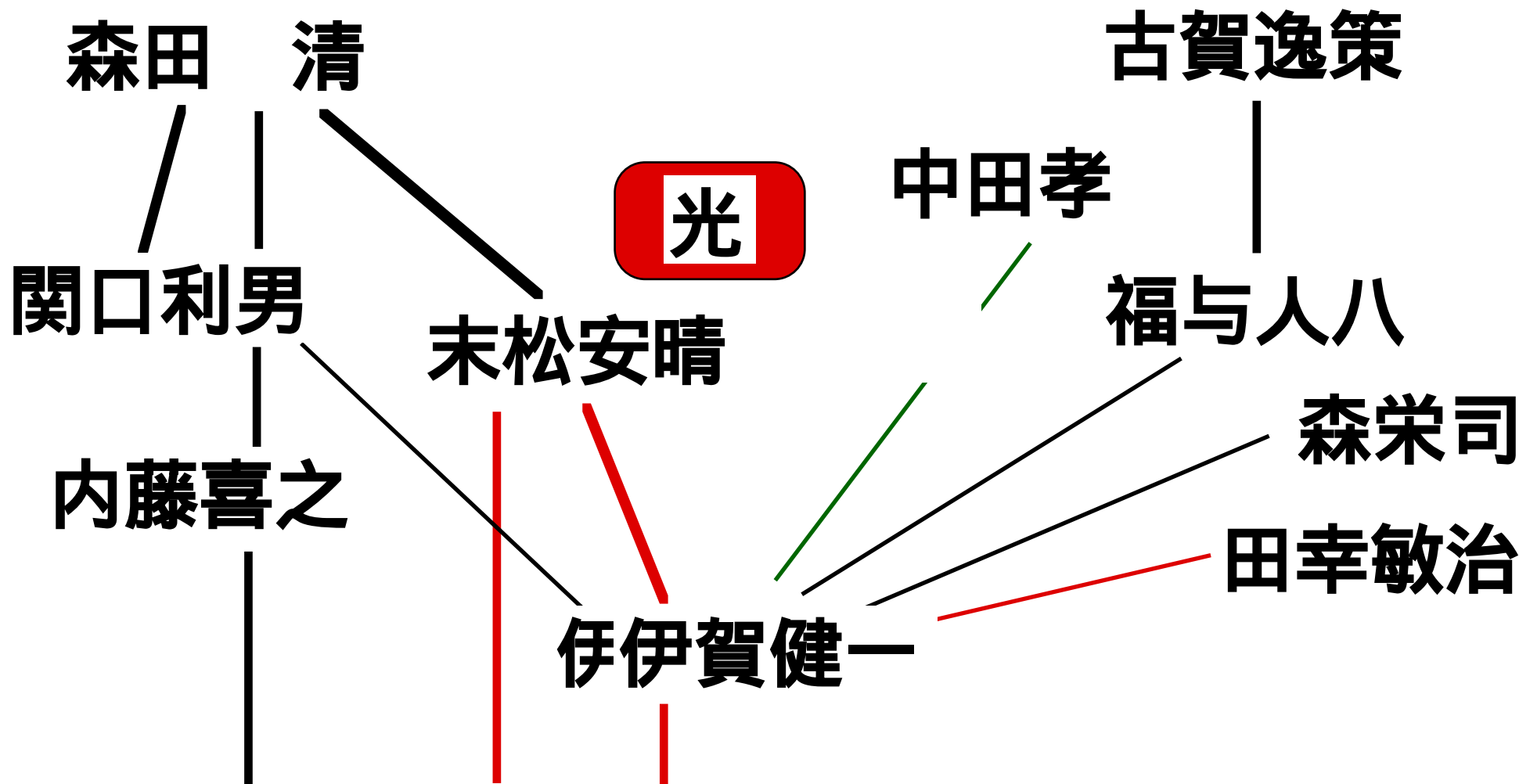
水晶振動子

古賀逸策

福与人八

森栄司

田幸敏治



情報伝達法の変遷

-10000 年?	言葉の発明	
-3000 年?	文字の発明	
-3000 年	古代エジプトのパピルス発明	
1450 年頃	グーテンベルクの活字印刷発明	
1760 年頃	第 1 次産業革命	ベートーベン (1770-1827)
1840 年頃	電気通信の発明	
	第 2 次産業革命	マラー (1860-1911)
1957 年頃	インターネットの発明	
1960 年	レーザの登場	
2001 年頃～	通信情報革命	
2008 年～	web2. x の世界	

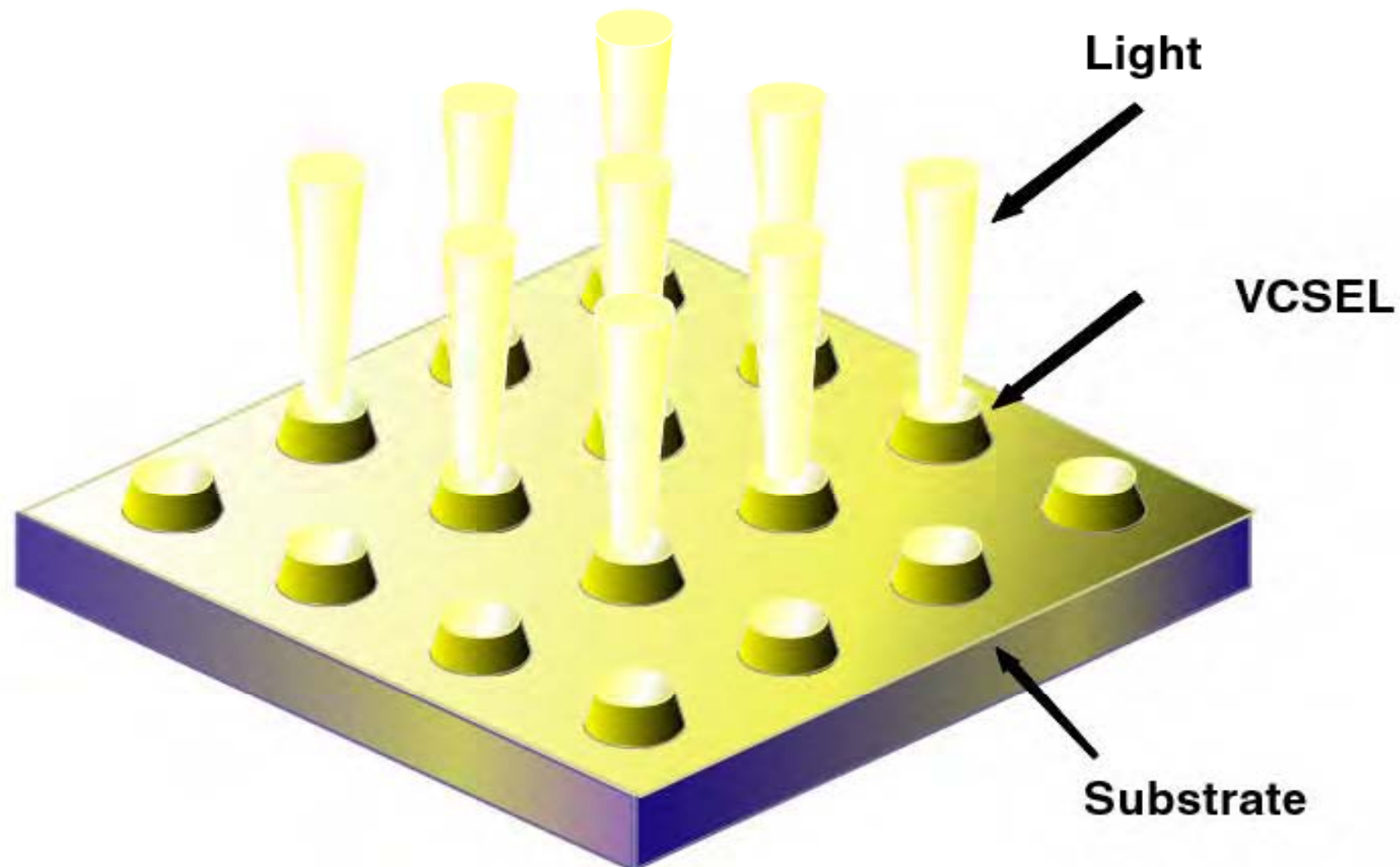
フォトリクスの流れーマイクロフティクスと VCSELー

	フォトリクス	マイクロフティクス	VCSEL
1960	レーザ登場	Integrated Optics (1968) SELFOC Lens (1968)	
1970	LD 連続動作 (1970) シリカファイバ (1970)	Planar Microlens (1979)	VCSEL アイデア (1977) 1st VCSEL (1979)
1980	CD (1982) 光ファイバ システム (1980ー) 海底光ケーブル (1988ー)	Plastic Microlens (1984) Stacked Planar Optics (1982)	1st CW (1988)
1990	WDM システム (1999ー)	HOD (1992)	1st 1300nm CW (1993)
2000	DVD (1989ー) Blue ディスク & LED		Gb-Ether (1999ー) VCSEL, Printer, Mouse



Fig. 1 An initial idea of surface emitting laser invented by K. Iga in 1977 [1].

Vertical Cavity Surface Emitting Laser

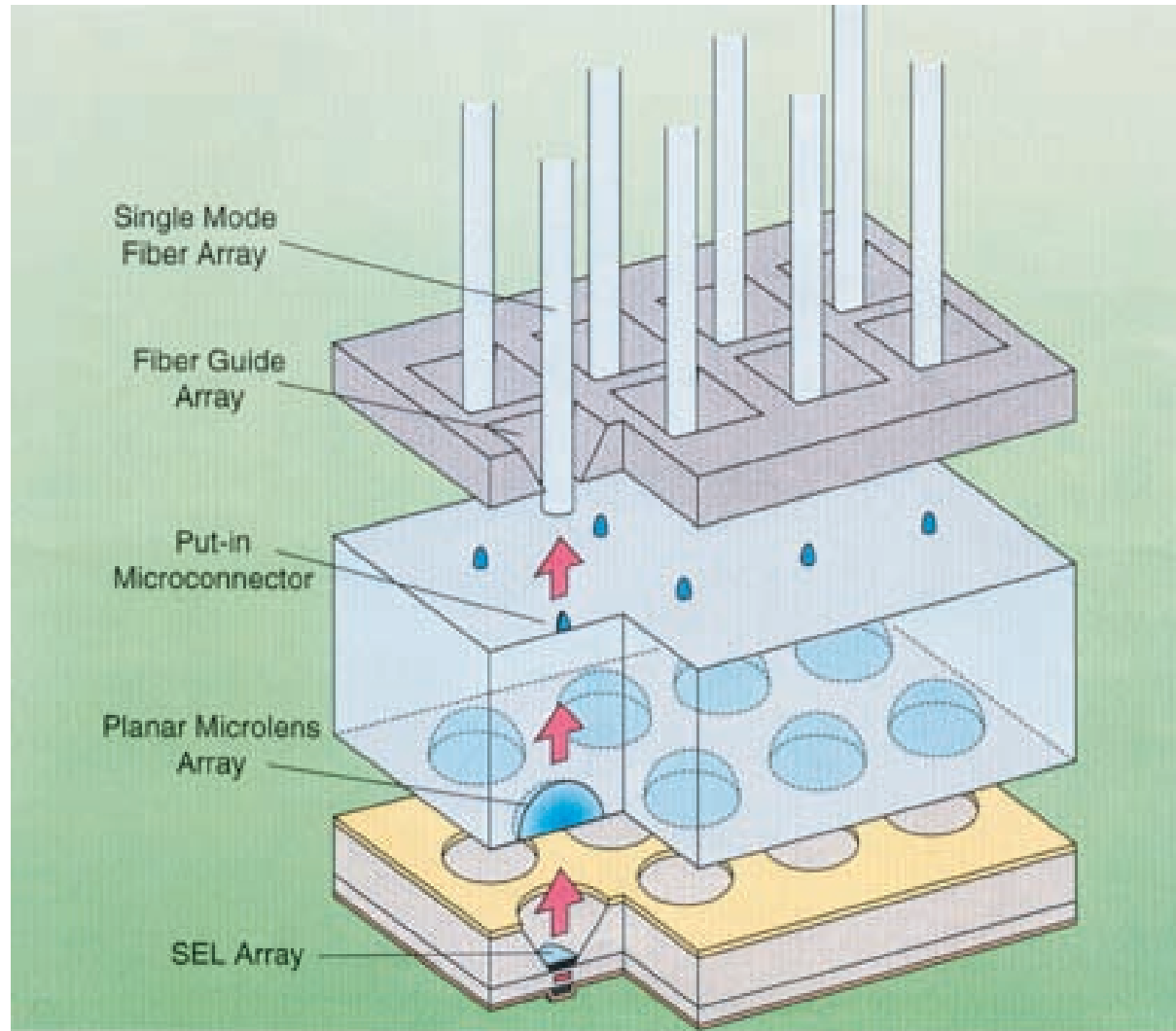


VCSEL Demo



After Genichi Hatagoshi, Toshiba Corporation

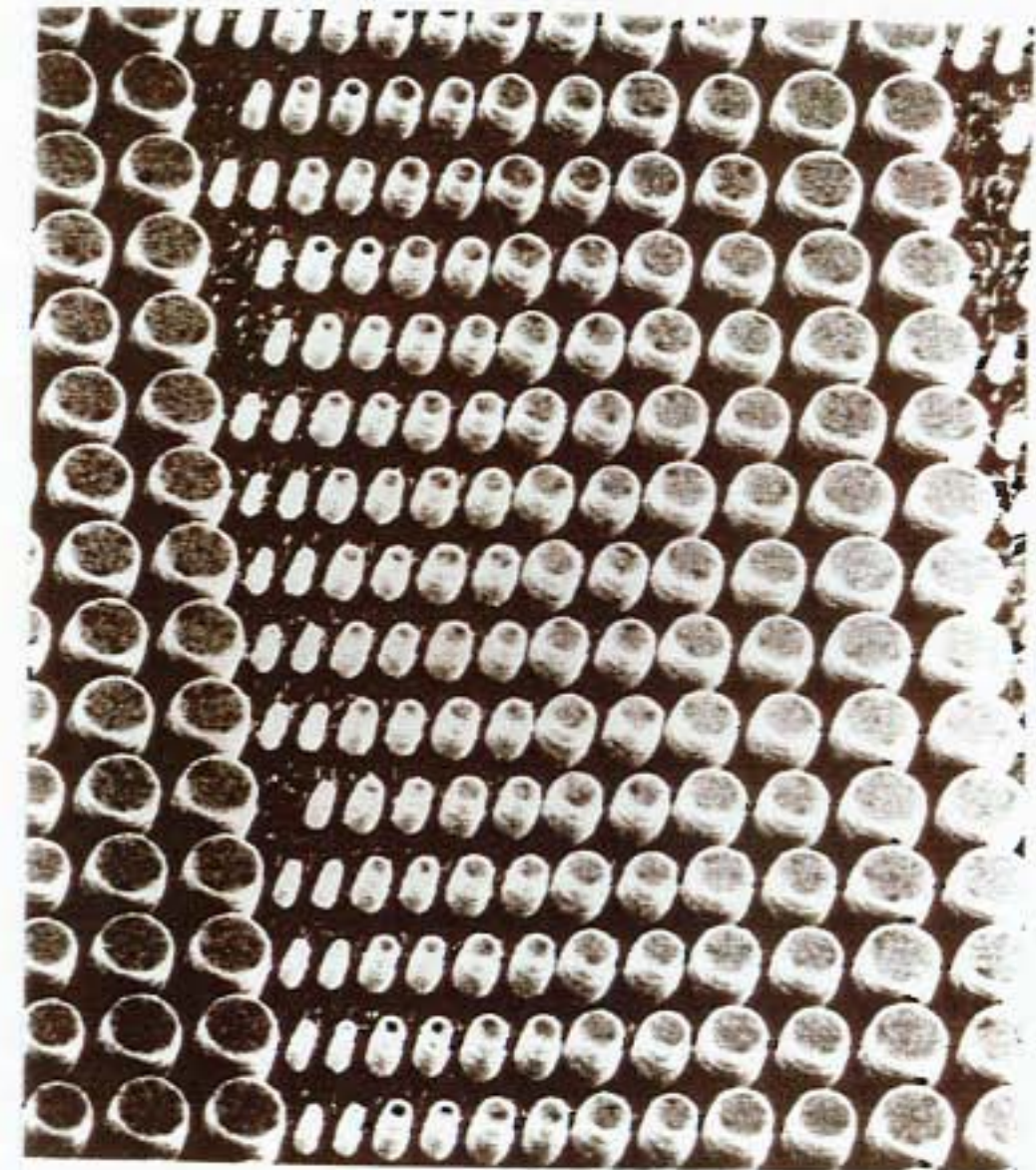
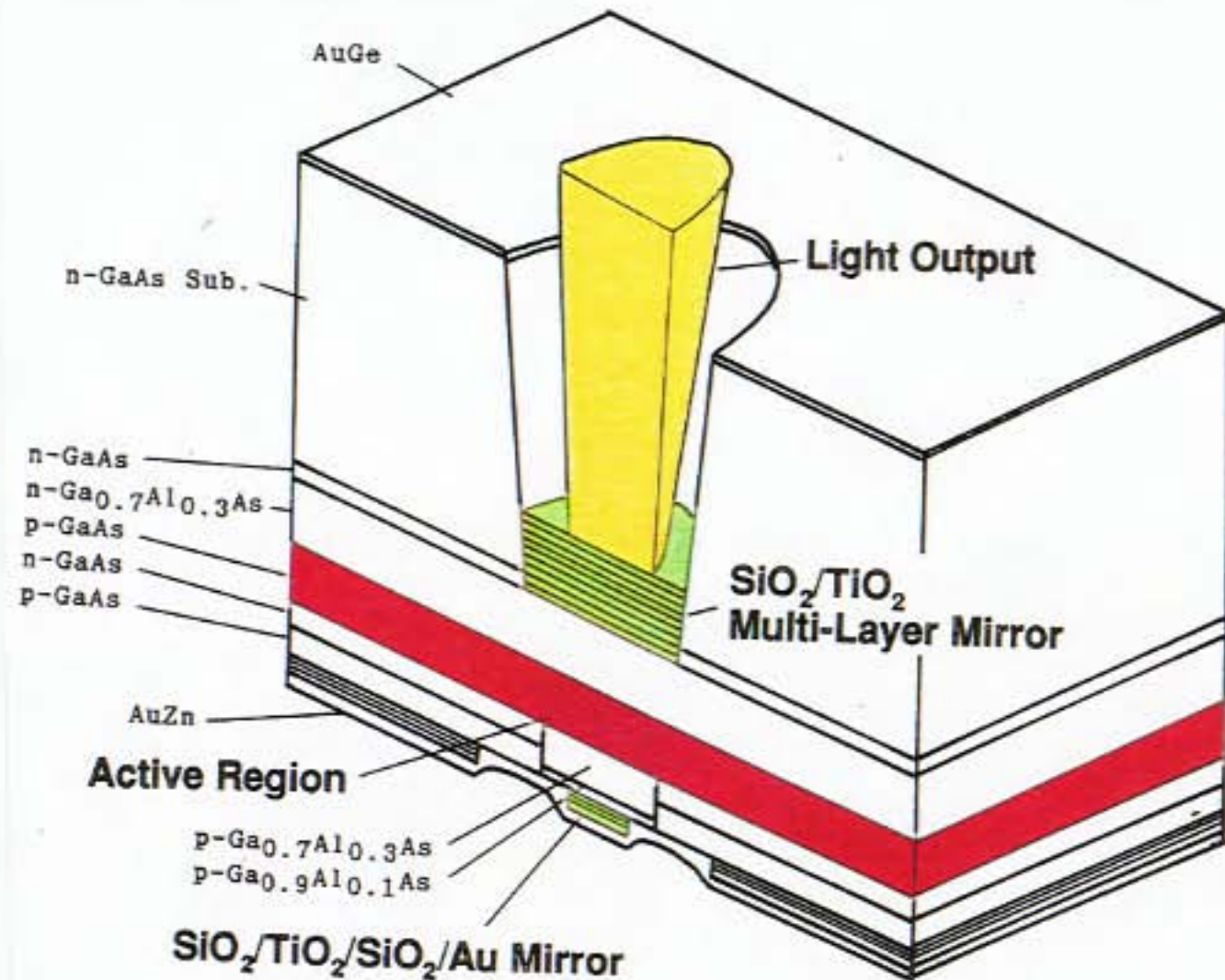
Stracked Planar Optics Concept, 1982



Drawing:
After T. Baba

K. Iga, M. Oikawa, J. Banno, and Y. Kokubun: Appl. Optics 21 (1982)3456.

Epoch Making VCSELs (2)



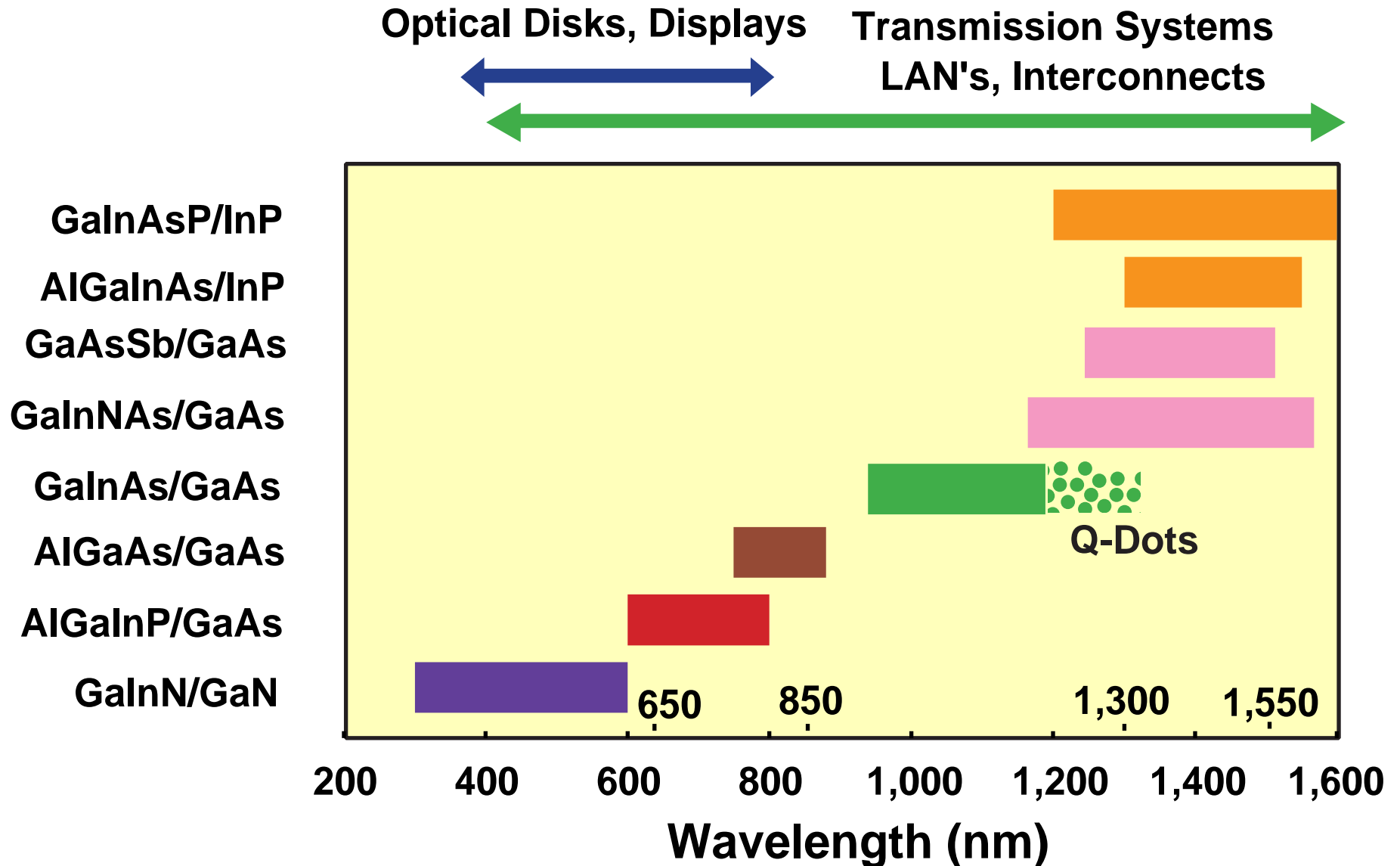
1988

最初の連続発振したレーザー

K. Iga, F. Koyama, and S. Kinoshita, IEEE J. Quant. Electron. 24, 1845(1988).
F. Koyama, and S. Kinoshita, and K. Iga, Appl. Phys. Lett. 55, 221, (1989).

J. L. Jewell, A. Scherer, S. L. MacCall, Y. H. Lee, S. J. Walker, J. Harbison, and L. T. Florez, Electron. Lett. 25, 1123(1989).

Optical Spectrum and Materials



面発光レーザーの特徴

- 1) モノリシックな製造法→100%近くの生産性
- 2) 素子分離前にレーザーができている→ 検査不要に
- 3) マイクロアンペア級の低しきい値動作→しきい値が無視
- 4) 動的単一モード動作
- 5) 高速変調性 → 40 ギガビット/秒がターゲットに
- 6) 広く連続的な波長掃引性 →光増幅器の全帯域に
- 7) 小さい出力（マイクロワットで高速，眼に安全）
- 8) 温度無依存性→温度制御不要に
- 8) 基板と垂直な円形ビーム光
- 9) 高密度2次元レーザー →100 万個規模にも
- 10) MEMS などとの積層による3次元集積化
- 11) モジュールコストの大幅低減 →技術が勝負
- 12) LSI へ整合（インターコネクトへ）
- 13) 大きい出力（外部鏡，アレイ化などで）
- 14) 表面加工性（偏波制御，近接場デバイスなど容易に）

面発光レーザの応用分野

- | | |
|-----------------|---|
| a) 光通信 | LAN, イーサネット, メトロネットワーク,
光リンク, 移動体リンク, 携帯電話 |
| b) コンピュータオプティクス | 光インターコネクト, データ転送, VSR |
| c) 光ストレージ | 光ディスク, 近接場メモリ, 光並列転送 |
| d) 光電子機器 | レーザープリンター, バーコードリーダー, |
| e) 光並列処理 | 並列処理用光源, 画像認識 |
| f) 光センシング | マウス, 並列光センシング,
レーダー衝突防止 |
| g) ディスプレイ | レーザープロジェクション TV, 小型並列光源 |
| h) 照明 | 小型光源, 面型光源 |
| i) エネルギー分野 | 並列大出力光源 |

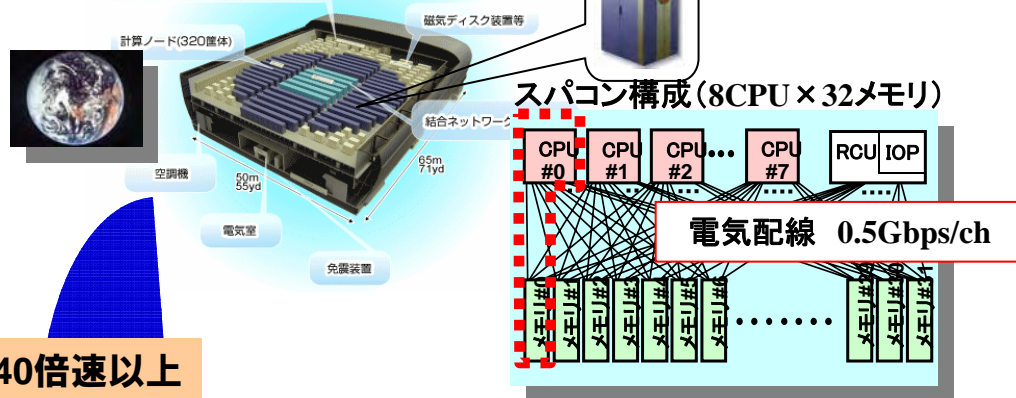
赤字：応用展開中



OPTISIS

LSIチップ間に超高速光インターコネクションを導入

超高速スパコン 地球シミュレータ

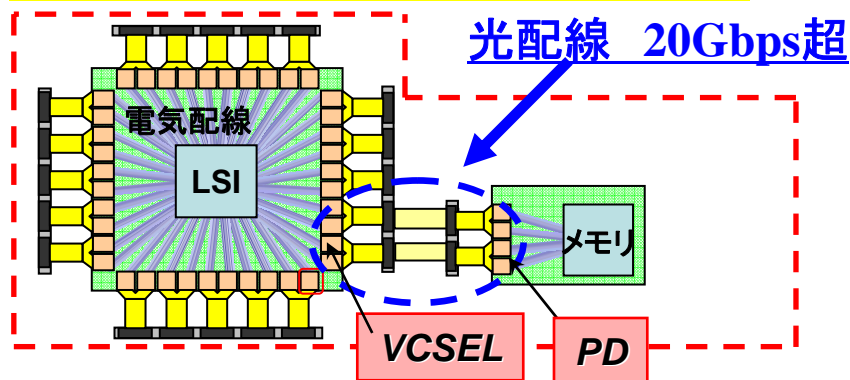


40倍速以上
が必要

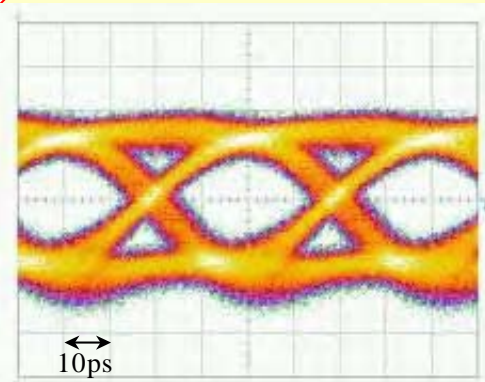
次世代スパコンの構成

ペタフロップス級の性能実現へ

CPU (LSI) とメモリ間を
超高速光インターコネクションで接続



VCSEL世界最速動作を実現 (OFC'06 OFA4)

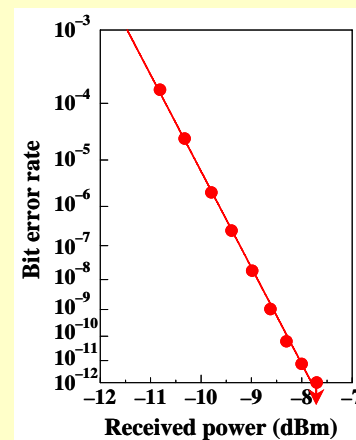


Ibias=7 mA
Vmod=0.7 Vpp

E.R.=5.2 dB

PRBS:2³¹-1

25Gbps直接変調時のアイ開口



PRBS:2⁷-1

Ibias = 7 mA
Vmod = 0.7 Vpp

E.R. = 5.2 dB

GI50- MMF
~ 5m

エラーフリー動作を確認

Empowered by Innovation

NEC

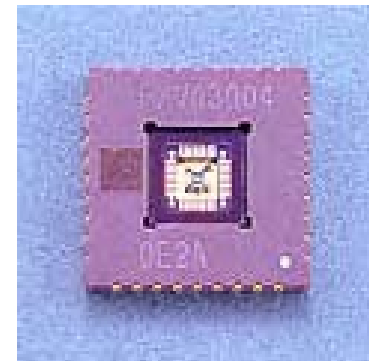
VCSEL Color Printer/Copier

Writing with 32-VCSELs Array



DocuColor 1256 GA

2400 dpi
14 pages/min



VCSEL Array

Fuji Xerox Release 2003.8.14

http://www.fujixerox.co.jp/release/2003/0814_dc1256ga.html

VCSEL by Ulm Photonics



Conclusion

VCSEL;

**It's a Small and Marvelous Device,
that
Opens up a Big World.**

変わる世界

- ・ **経済危機**

資金の環流, マネーの激動

金融信用膨張と崩壊→資金流動の枯渇

世界実質経済への波及

- ・ **地球規模の永続的問題**

エネルギー, 食料・水・環境、疫病、紛争

- ・ **問題解決に向けた大学の役割**

大学の変貌

では東工大はどうする？

実質経済の根源に責任を

- ・ **人材養成**

- **新しい産業，世界に対応**

- ・ **研究で新しい価値の創造**

- **発明発見，ものづくり，それに加えて統合力**

- ・ **理科好き人間の育成**

東京工業大学の概要(1)

組織概要 3学部、6研究科、4附置研、27センター等

学生・教員数

学部	大学院	修士	博士	教員	学生/教員	技術職員	事務職員
5,000	5,000	(3,500	1,500)	1,200	8.3人/人	100	450

一学年

学部	修士	博士
1,200 (1,000→)	1,800 (250→)	580

業績等(平成19年度)

論文数 : 7,078報 (教授、准教授、講師、特任教授一人あたり8.2報)

受賞歴 : 学会賞、協会賞等受賞者120件

発明届け出 : 471件

科研費採択 : 51億円(教員一人あたり581万円)

外部資金 : 83億円(教員一人当たり954万円)

奨学寄付金: 10億円、受託研究費: 55億円、共同研究費: 18億円

東京工業大学の概要(2)キャンパス



IRI

大岡山キャンパス

241,185 m²

その他

74,339m²

225,245m²

すずかけ台キャンパス



23,160 m²

田町キャンパス



東京工業大学の概要(3)

国際評価:THES-QS 2008 世界ランキング

総合:61位(1位ハーバード大)

日本の大学では:4位(1位東大)

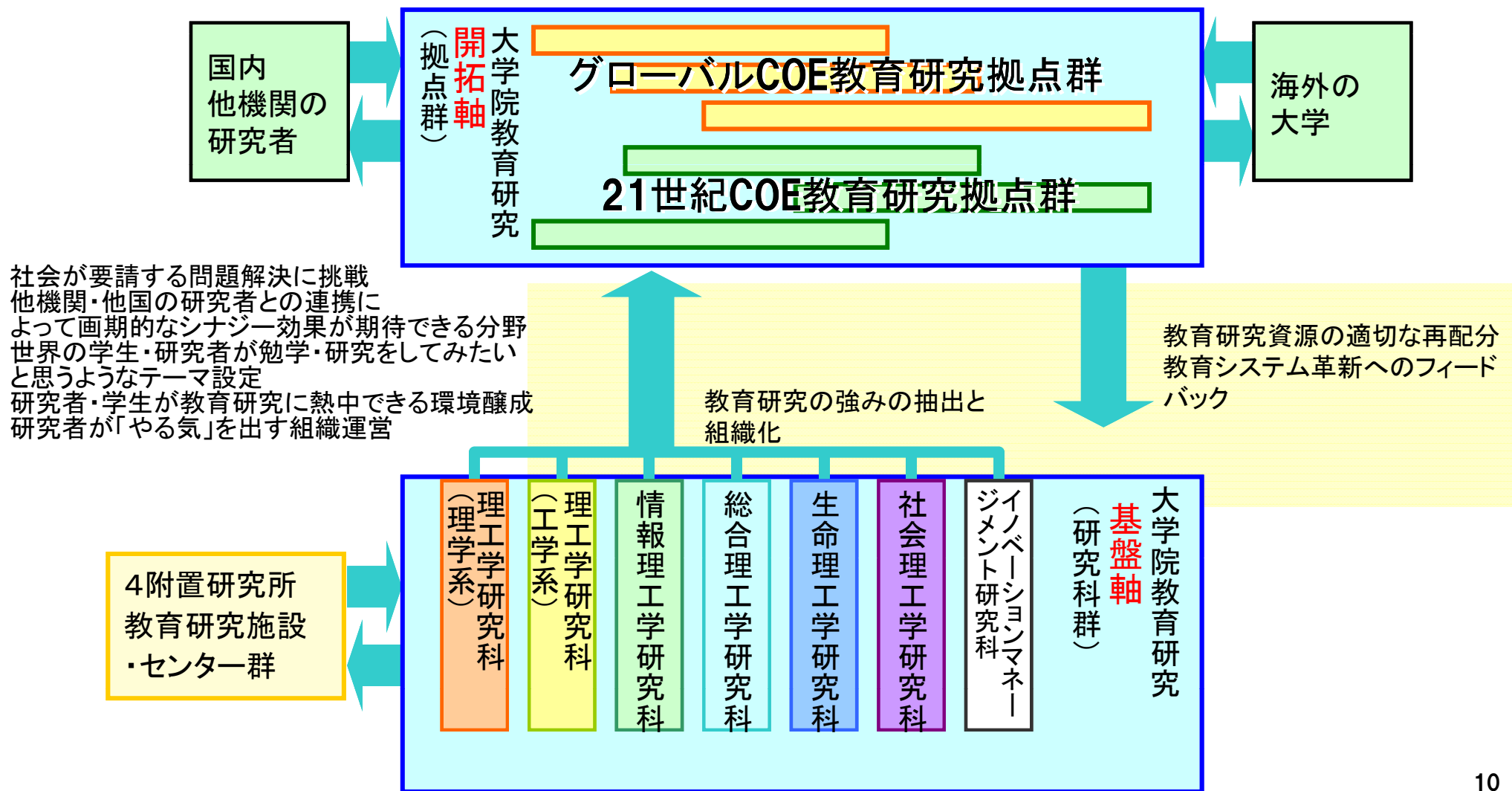
理工系分野: 21位(1位MIT)

日本の大学では:2位(1位東大)

大学院のシステム改革

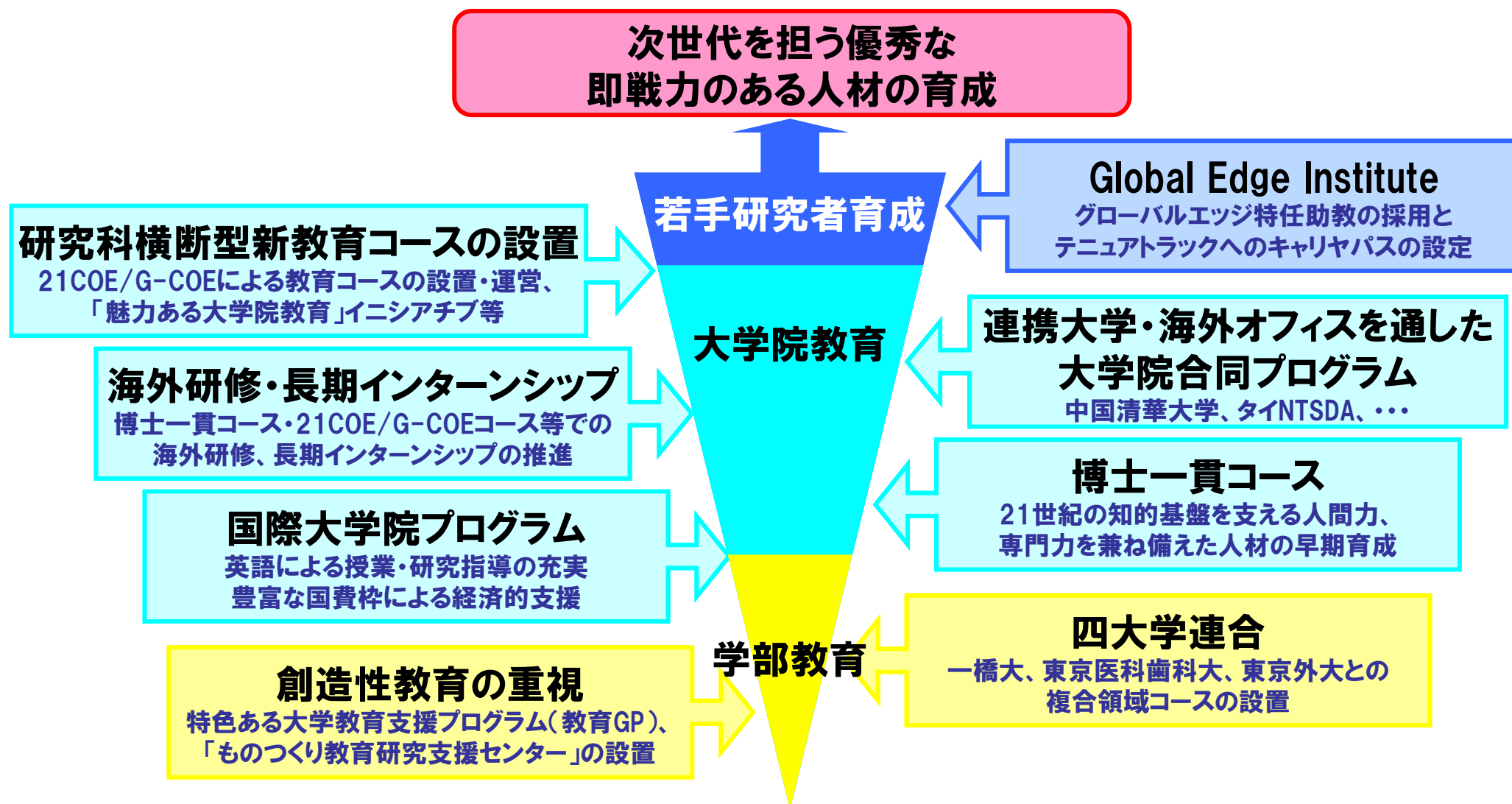
・ 教育研究の強みの抽出と組織化

－ 「教育研究基盤軸」の充実と、「教育研究開拓軸」の組織化



世界に通じる人材の育成

・ 卓越性と多様性を目指した教育プログラムの革新



21世紀COE, グローバルCOE

21世紀COEプログラム（4件）

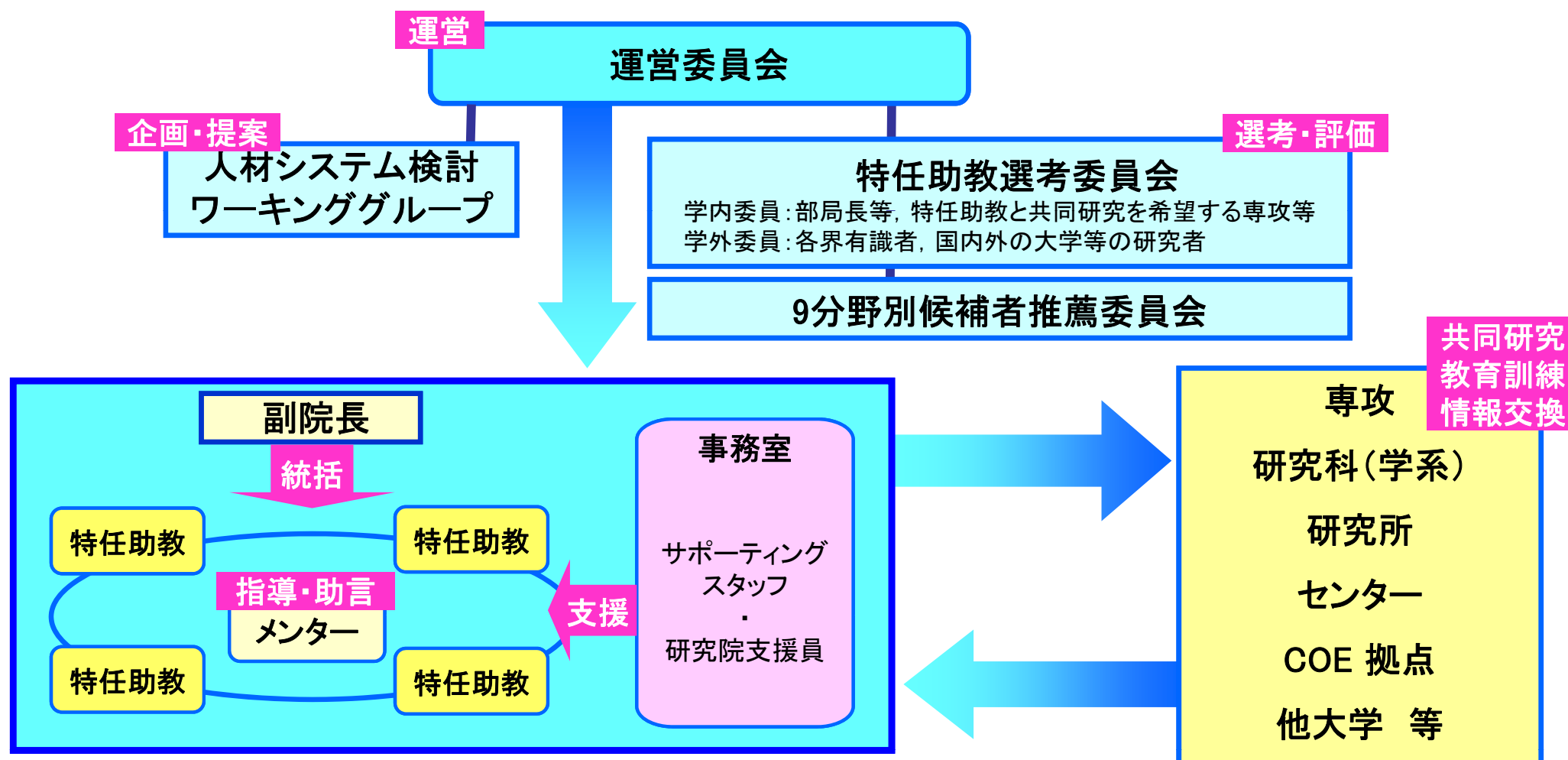
- ・ **インスティテューショナル技術経営学（2004）**
- ・ **エージェントベース社会システム科学の創出（2004）**
- ・ **地球：人の住む惑星ができるまで（2004）**

グローバルCOEプログラム（8件）

- ・ **生命時空間ネットワーク進化型教育研究拠点（2007）**
- ・ **材料イノベーションのための教育研究拠点（2007）**
- ・ **新たな分子化学創発を目指す教育研究拠点（2007）**
- ・ **計算世界の進化と展開（2007）**
- ・ **フォトニクス集積コアエレクトロニクス（2007）**
- ・ **ナノサイエンスを拓く量子物理学拠点（2008）**
- ・ **震災メガリスト軽減の年地震工学国際拠点（2008）**
- ・ **エネルギー学理の多元的学術融合（2008）**

グローバルエッジ研究院

Global Edge Institute



プロダクティブリーダー養成機構

学内

プロダクティブリーダー養成機構

機構長：学長

運営委員会

委員長（兼副機構長）：理事・副学長（企画担当）
委員：部局長等

専門委員会

委員：本学教員・連携大学等教員・連携企業委員
コーディネーター，キャリアアドバイザー

プログラム
協働策定
（提案時）

学生・ポスドク
参加

評価

外部評価委員会

協力

- ・部局
- ・学生支援センター
キャリア支援部門
- ・教育工学開発センター
- ・教育推進室
- ・研究戦略室
- ・産学連携推進本部
- ・事務局 等

参加

本学若手研究人材
（博士課程学生・ポスドク）

学外

連携企業

旭化成、アジレント・テクノロジー、キヤノン、凸版印刷、富士フィルム、三菱電機、JFEスチール
カネカ補強へ向けて交渉中（計10～20社を想定）

連携大学・研究機関

電気通信大学、首都大学東京、横浜国大学、理化学研究所

男女共同参画推進センター

学 長

男女共同参画推進センター

センター会議
委員：学内
教職員

センター長
理事・副学長(企画担当)

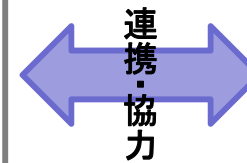
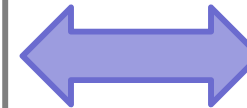
シニアディレクター

男女共同参画推進
コーディネーター

女性研究者支援
コーディネーター

相談員

支援員



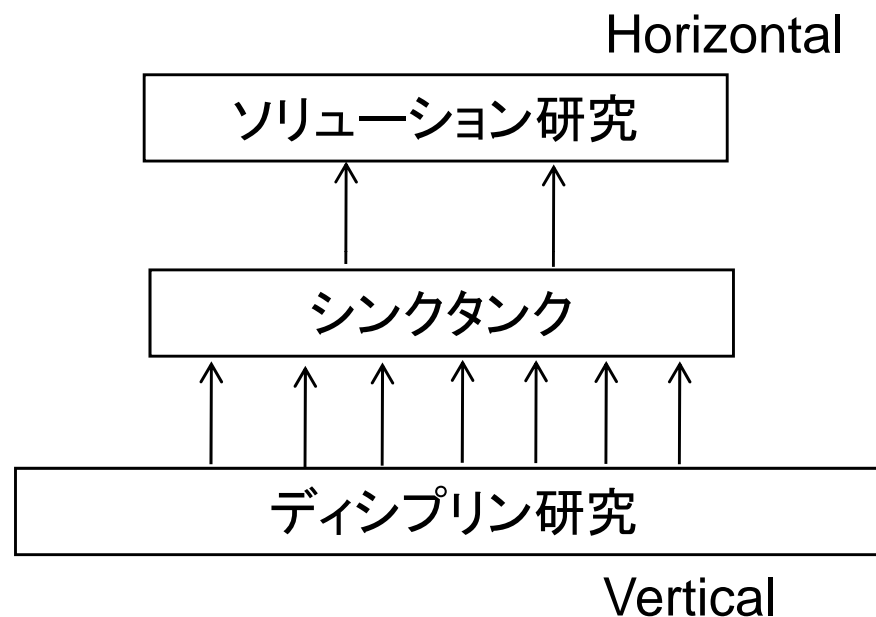
各
部
局
・
事
務
局
等

統合研究院

文部科学省「スーパーCOE」プログラム



- ・ **ソリューション研究**



- **研究プロジェクト**

- ・ Advanced Energy / Medical Biotech / Medical Information
 - ・ Green ICT / Next Generation Nuclear Energy System

- ・ **シンクタンク組織**

- ・ **四附置研究所の連携協力**

ソリューション研究（例）

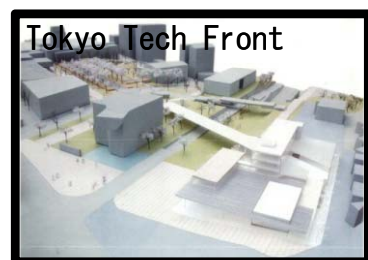
ー先進的エネルギーマネジメント（AEM）の普及ー

リーダー：
柏木孝夫教授



課題：地球温暖化の回避と安定したエネルギー利用環境（AES：
Advanced Energy Systems for Sustainability）の実現

アプローチ：AES実現のため、産学連携体制によって、基盤技術
の確立と低炭素社会のグランドデザインを示す



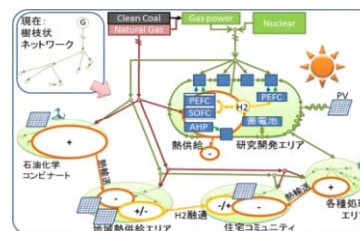
燃料電池

電力ネットワーク

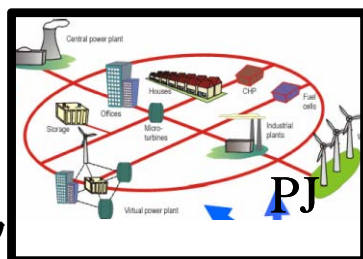


Transportation
System

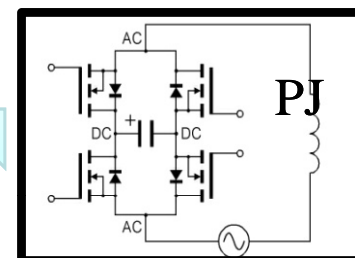
AESの実現



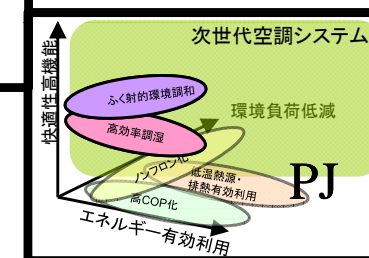
統合型エネルギー・物質
需給ネットワーク



海洋バイオマス



省エネ照明



空気質空調

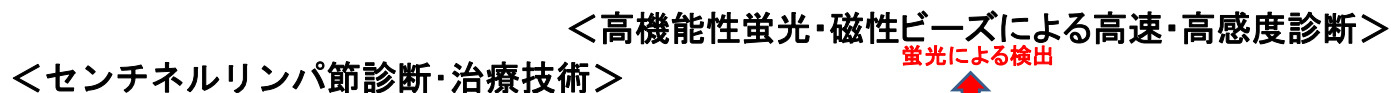


ソリューション：エネルギー関連異業種と連携して「AEM研究推進委員会」を‘07年2月に設立し、
参加企業と共に複数の実証研究やモデル開発を推進

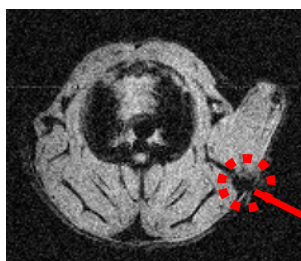
展開：2010年までに産学連携のサブプロジェクトを拡充し、学内で排出されるCO₂の30%削減
策を提示する 2015年までに学外エリアに対して50%削減策を提言するなど、AESの
実現を図る

課題：死亡原因1位のがんの治癒率向上と早期発見の促進、及び手術の縮小化等によるがん患者のQOL向上

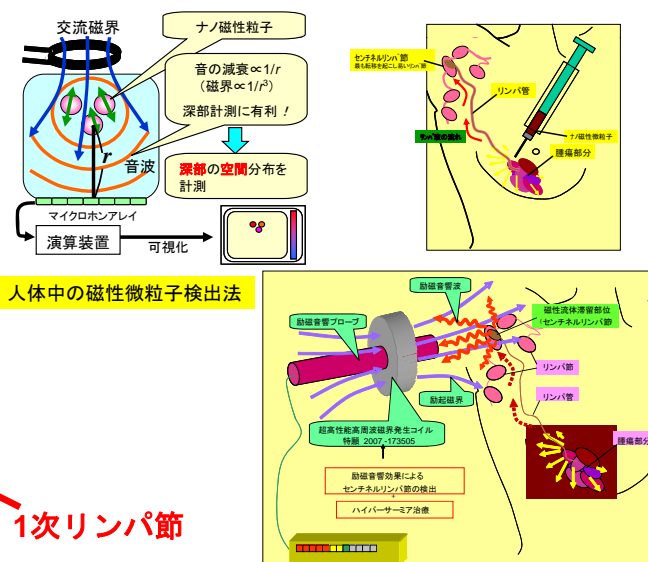
**アプローチ: 高機能性磁性微粒子等を活用したセンチネルリンパ節
の同定、がん転移診断、遠隔磁気温熱治療の確立**



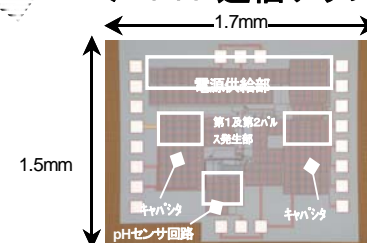
1次リンパ節への 造影剤の滞留(MRI像)



人体中の磁性微粒子検出法



石<invivo 通信チップ>



ソリューション: 高機能性磁性微粒子によるセンチネルリンパ節の一貫した同定・治療技術およびがん転移の高速・高感度検出技術の開発

展開：慶大医学部や放医研等との連携のもとに、各種がんの磁気標的診断治療用の薬剤や装置を順次製品化し、安全性試験や臨床試験を経て病院への普及を図る

生涯を通じた健康・医療情報の活用

— 生活習慣病の予防及び診療の質的向上を目指した個人健康情報参照システムの構築 —

リーダー：
大山永昭教授

課題：個人の健康情報の活用による生活習慣病の予防
及び診療の質的向上並びに医療費の抑制の必要性

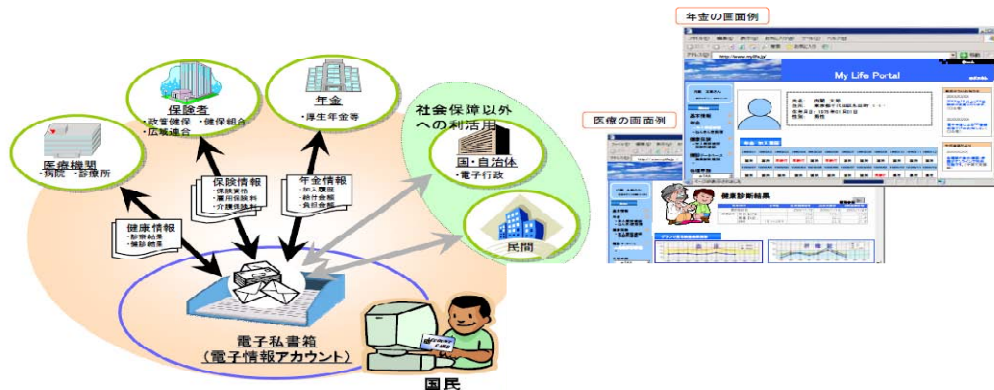
アプローチ：個人健康情報参照システム（電子私書箱）の構築
及び社会における幅広い活用



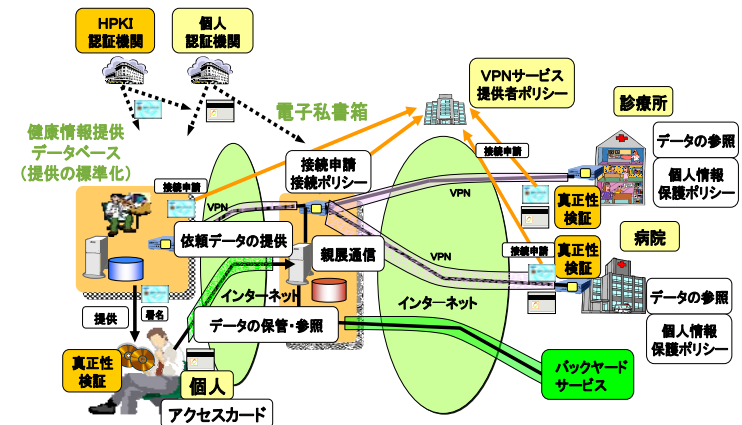
社会保障サービスの実現に向けての電子私書箱（仮称）の創設

電子私書箱の概念図

個別管理されている情報を、希望する国民が自ら入手・管理できる「電子私書箱（仮称）」（電子）を、2010年頃のサービス開始を目指す。この電子私書箱が生活をサポートする重要なツールとして活用される社会の実現を目指す。



コア技術



ソリューション：東工大の働きかけにより、政府の政策決定「IT新改革戦略 政策パッケージ」等に「電子私書箱の実現」を盛り込み。

展開：2010年頃を目途に社会保障分野における電子私書箱のサービス開始。その後、電子申請・民間サービス等の他分野へも電子私書箱の利用拡大を図る。

“革新的技術”研究(例)

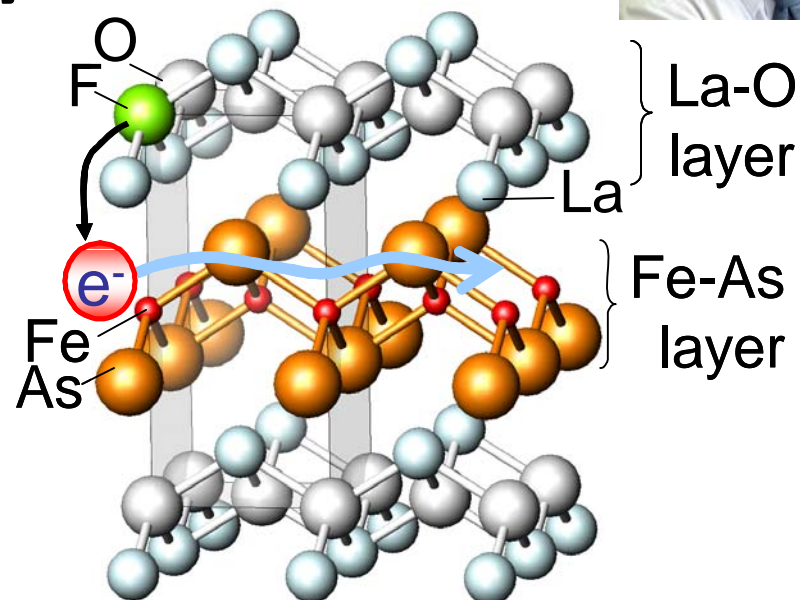


細野秀雄教授の研究例

●鉄系超伝導体の発見と実現

超電導発現には相性のわるい磁性元素の代表である鉄をベースとする新超伝導物質(2008年2月発表)。銅酸化物を除くと最高の転移温度(43K, Nature, 4月)

→ 第2の高温超伝導ブームが起きつつある。
現在の最高のTcは56K.

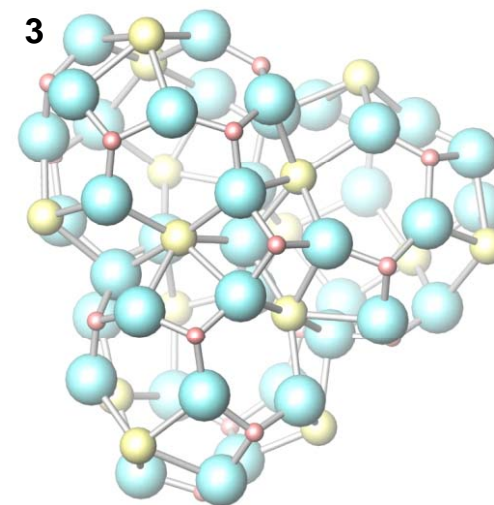


●セメント系酸化物による光・電子材料の開拓

ありふれた元素(カルシウム、アルミニウム、酸素)から成る酸化物のナノ構造を活用することで透明半導体(Nature)、透明金属(Science)、そして超電導体(JACS)への転化に成功。

希少金属を全く使用しない透明導電体や化学的に安定な低仕事関数金属としての応用。

→ これらの成果は、日本独自の政策「元素戦略」の代表的成果になった。



International Collaboration

国際室



国際理解・国際連携の強化

2008年5月1日現在	人数 (概数)
外国人留学生	1,100
学術交流協定	160

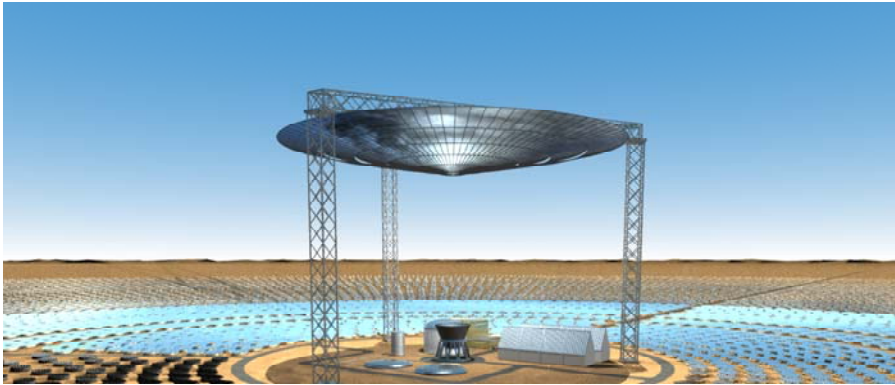


海外オフィス

- 東工大 タイオフィス
- 東工大 北京オフィス
- 東工大 フィリピンオフィス
- 東工大 バークレーオフィス(予定)

国際共同研究(例)

“東工大式ビームダウン集光発電システム” アブダビプロジェクト



By collaboration between Abu Dhabi, COSMO MES, KM and Tokyo Tech

COSMO; Como Oil Co.LTD.,
MES; Mitsui Engineering & Ship Building Co.LTD. ,
KM; Konica Minolta Opto, Inc.

東工大の特許技術である多重リング中央反射鏡を用いることを特徴とするビームダウン型太陽集光システムで、集光ビームが地上に得られるため、従来のタワートップ集光系とは異なり、熔融塩を地上で操作できるという利点があります。

太陽熱発電による電力コストを8-9US¢/kWhで生産する

プロジェクト
の目的

1. 多重リング反射鏡,
2. 地上レベルでの熔融塩操作,
3. キャビティ型レシーバー
4. 平地型ヘリオスタット

開発する新技術

学生諸君もがんばって

- ◎混声合唱団コールクライネスは 11 年連続金賞
- ◎国際バイオロボコンでは金賞
- ◎ロボコンも 19 回を数え、ブラジルでの開催に
- ◎スーパーコンピュータのコンテストも好評
スパコン “TSUBAME” 使用
本学附属高校チームも 2 位を
- ◎ボート部、ヨット部も

Sense for Coming Era of Industry and Culture

Sensibility

感性

Beauty Sense

美

Fine Sense

精緻

世界文明センター



ヘルムホルツ波(2)

