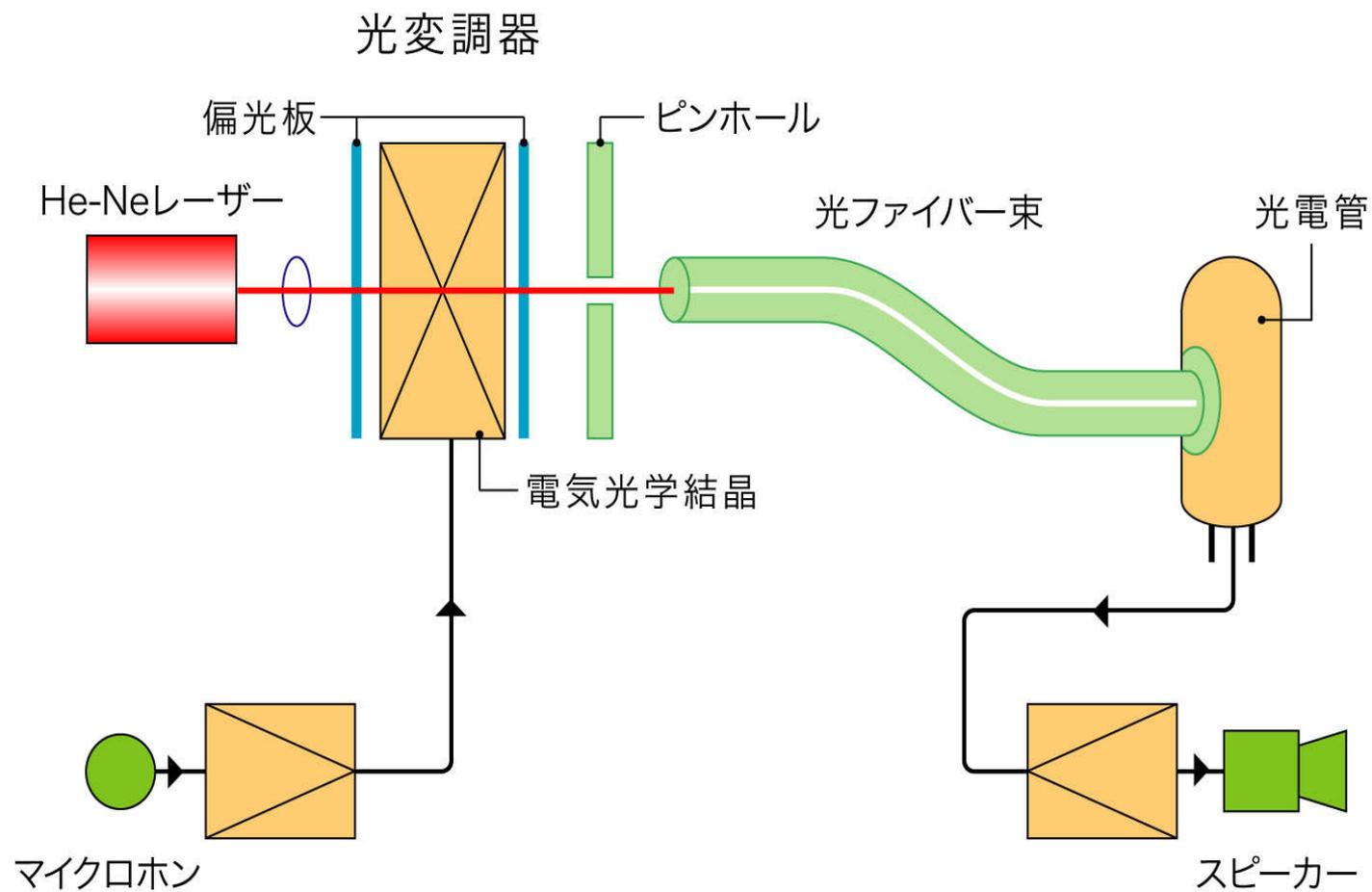


■最初のレーザー 1960 T.H.Maiman



■ 光ファイバ通信デモンストレーション(1963)

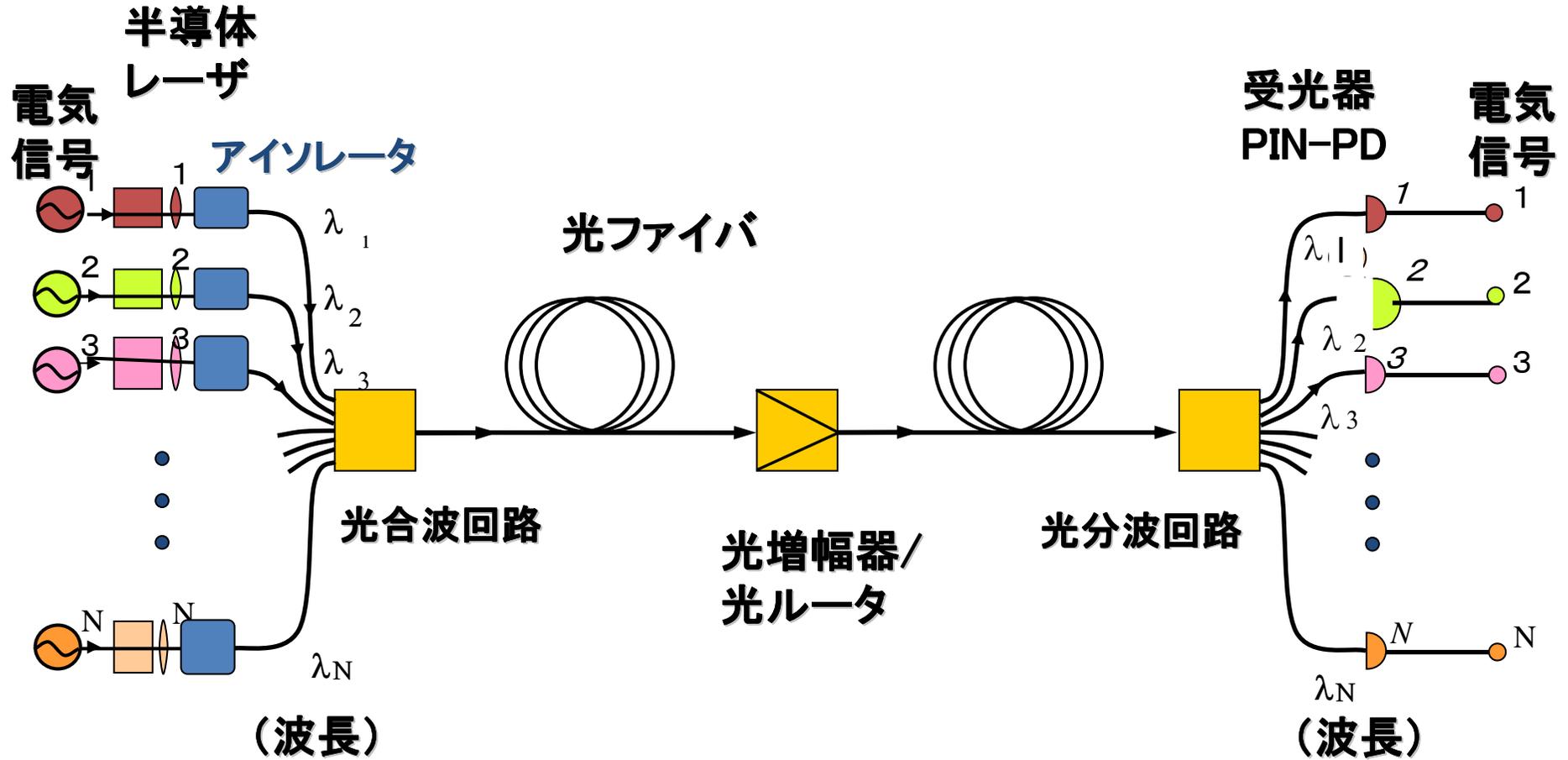


通信技術への要望

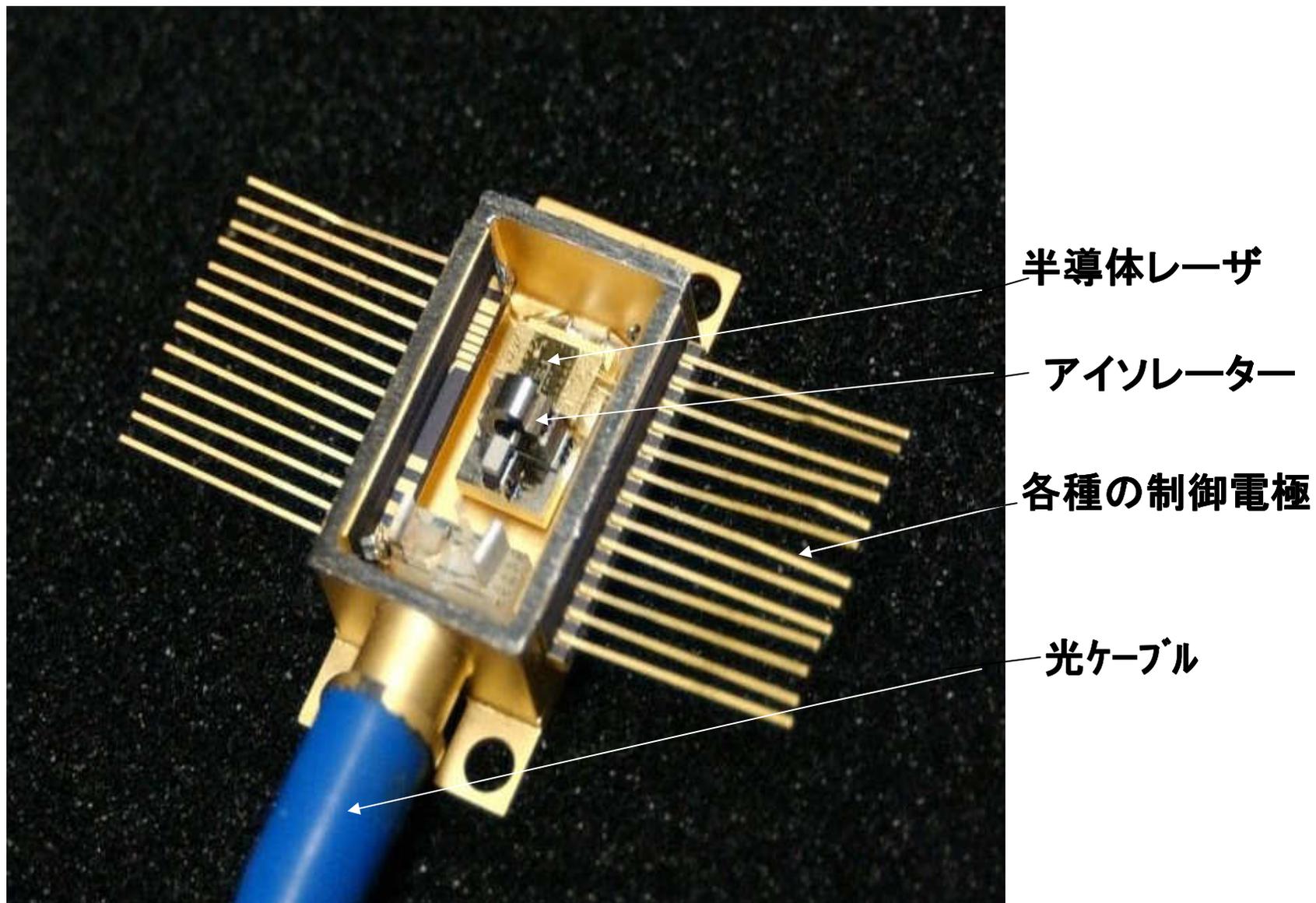
- より速く
- より遠くへ
- より大量の情報を
- より経済的に
- より便利に

送り側

受け側



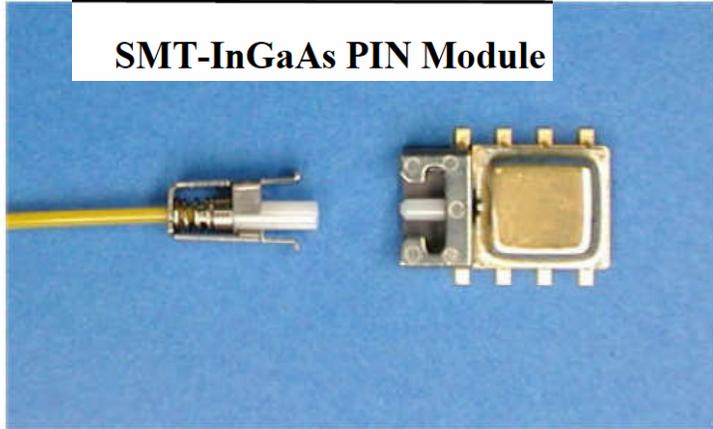
2. 光通信の仕組み



■ 半導体レーザ・パッケージ (NTTフオトリック研究所提供)

OD-8451N

SMT-InGaAs PIN Module

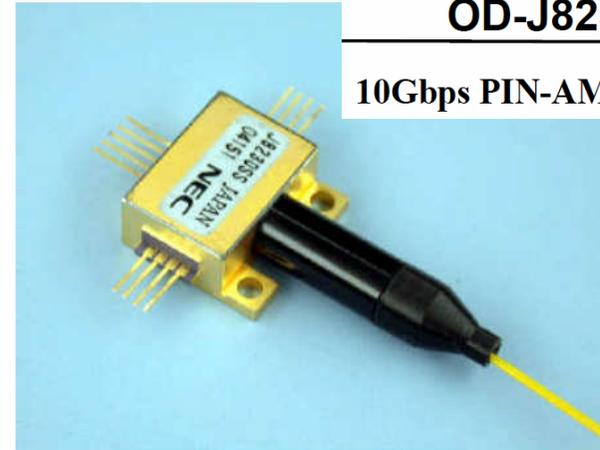


(a)

7.6 x 12.7 x 3 mm

OD-J8230

10Gbps PIN-AMP Module



(b)

(37.3 x 17 x 7.1 mm).

OD-8421

InGaAs APD Coaxial Module



(c)

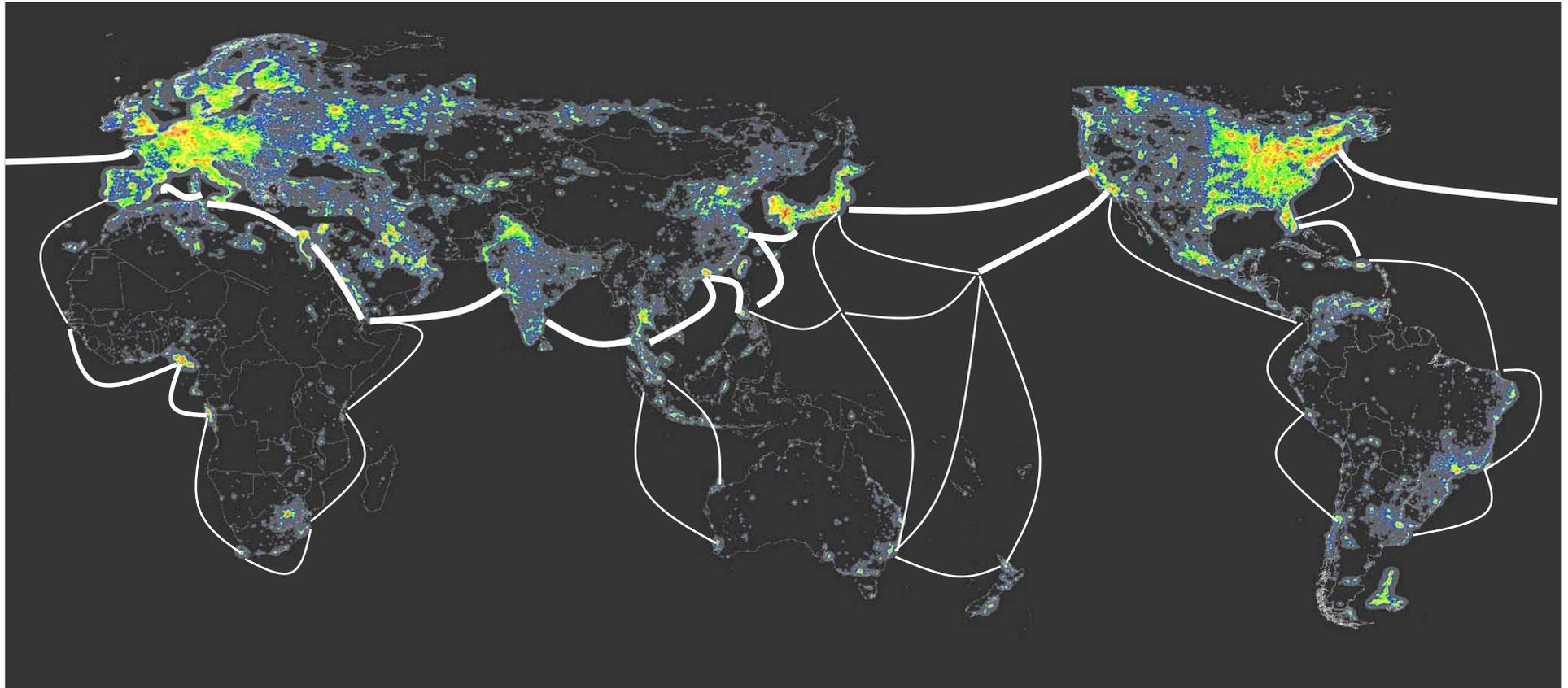
Height = 6 mm.



(d)

■ 光通信用受光モジュールの例

■ 地球を取り囲む光海底ケーブルと夜景



Arenged from Night Sky Artificial Light, Cinzano, Faichi, and Eividge, MN, RAS, 2001, and
Telegeograph Co. Home Page, 2008

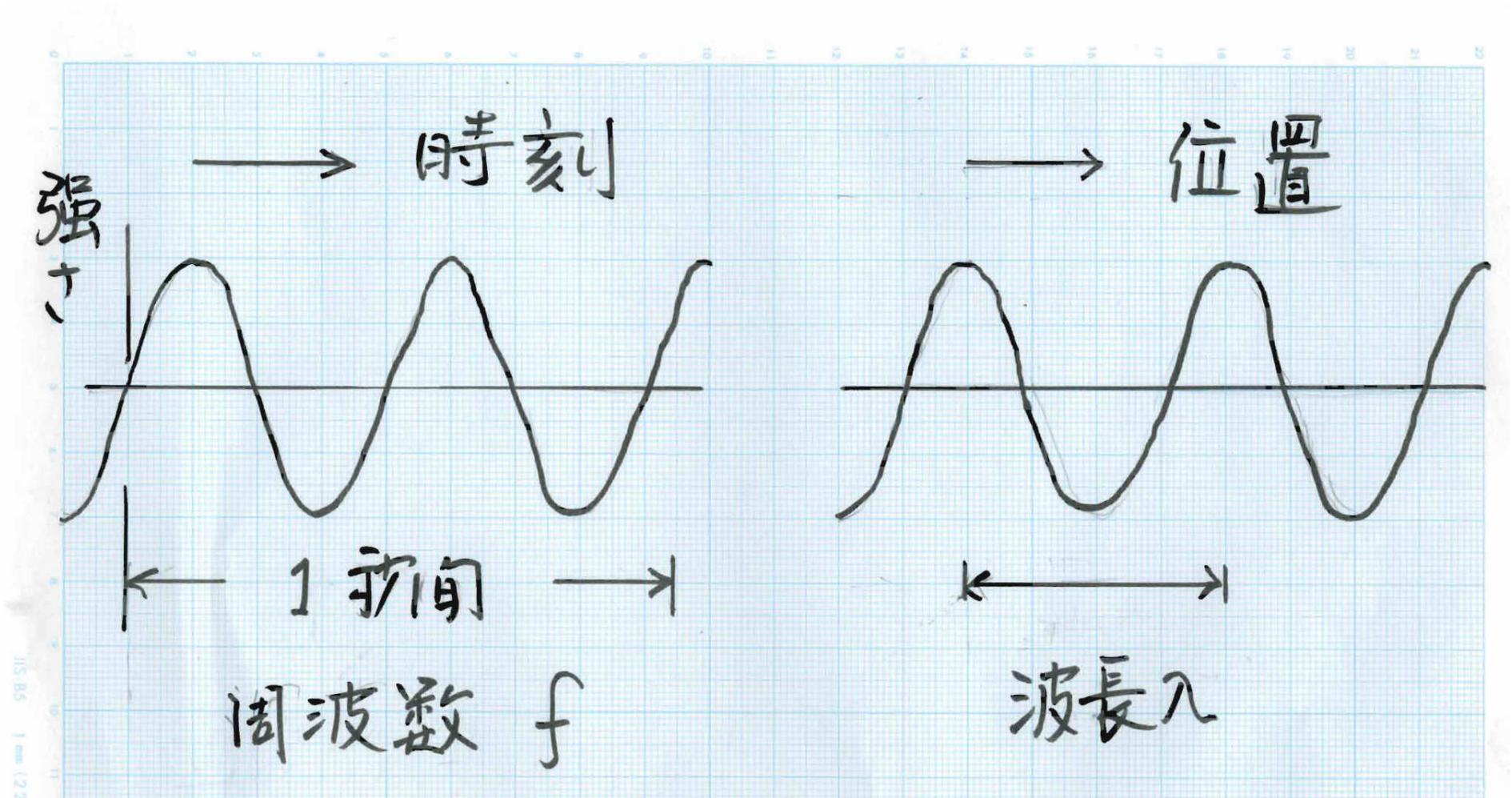
■ 3. 光通信の長所

- 長距離大容量伝送 制御できる最大周波数
- 速い 光速; 宇宙で最高速
- 小口径、軽量、曲げやすい 直径10ミクロン
- 小電力
- 電磁誘導がない
- 家庭に入りやすい

■ デジタル情報量 (Bps)

- 音声 4×10^3 (K Bps) キロ
- 画像 1×10^6 (M Bps) メガ
- NTS TV 100×10^6
- HDTV 1×10^9 (G Bps) ギガ
- スーパーハイビジョン 70×10^9
- 3D-TV 1×10^{12} (T Bps) テラ

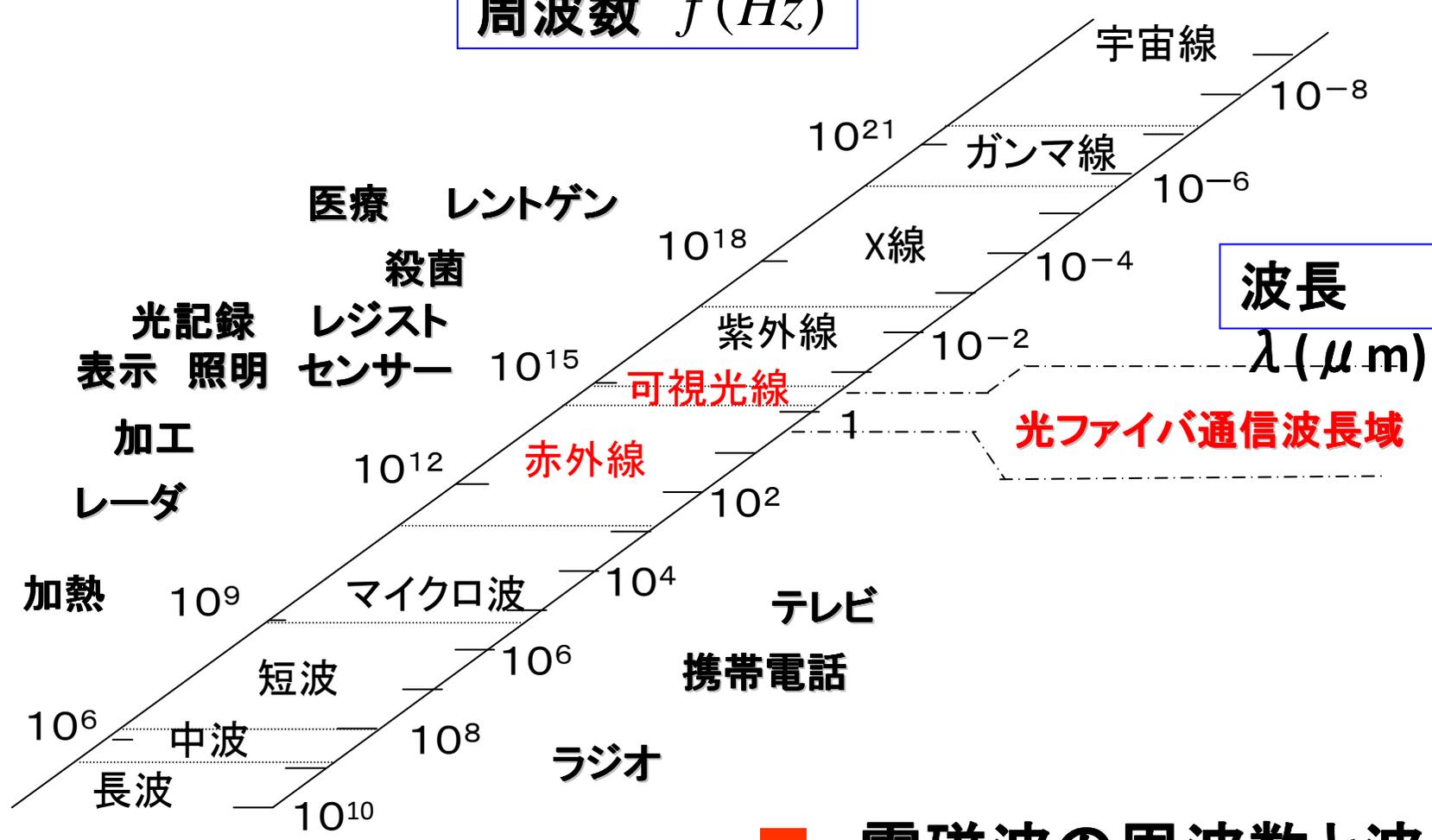
波の周波数 f と波長 λ



周波数 f (Hz)

波長

λ (μm)



■ 電磁波の周波数と波長

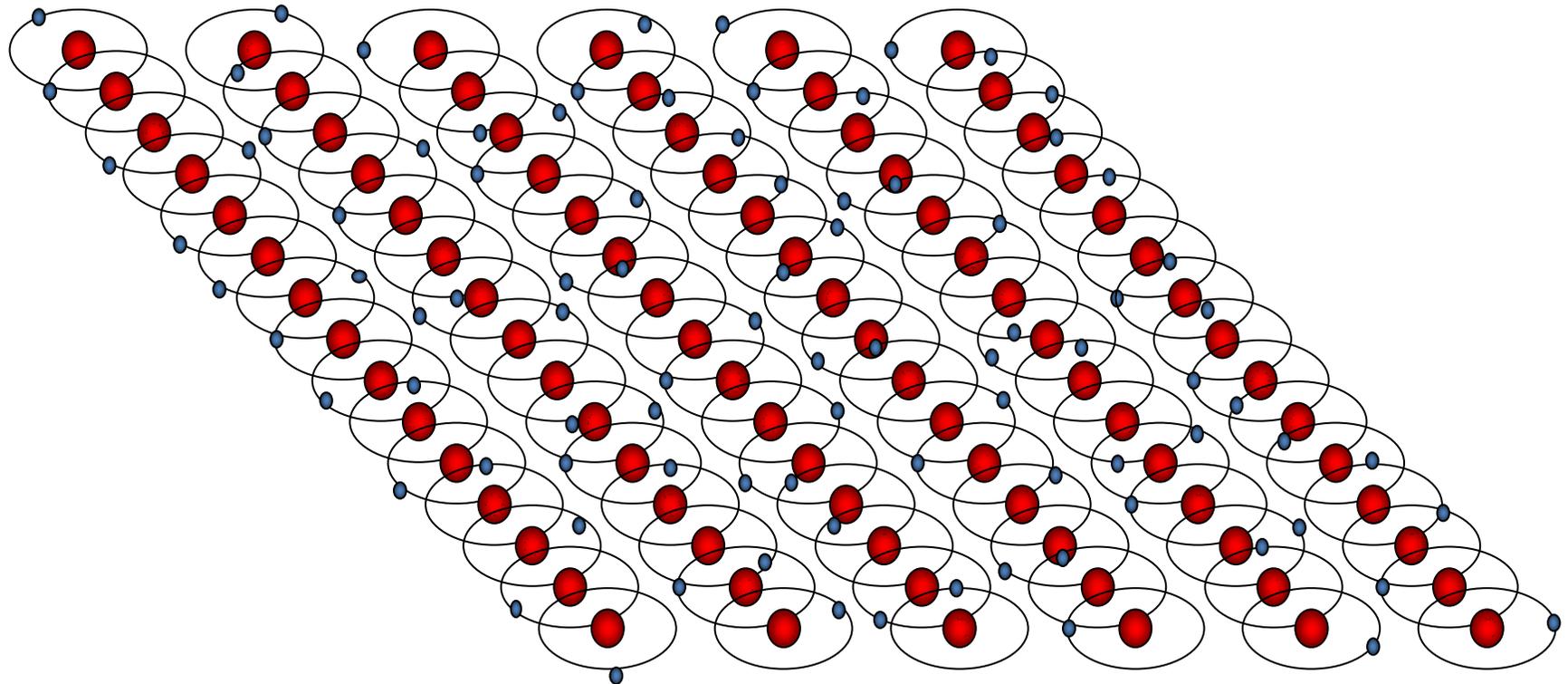
50 電力周波数
 6×10^{12}

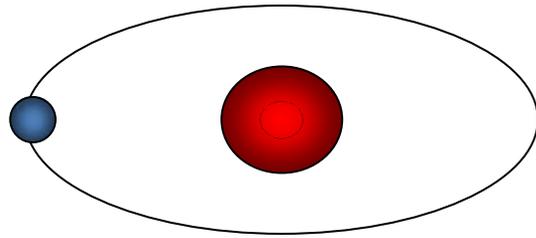
電力網

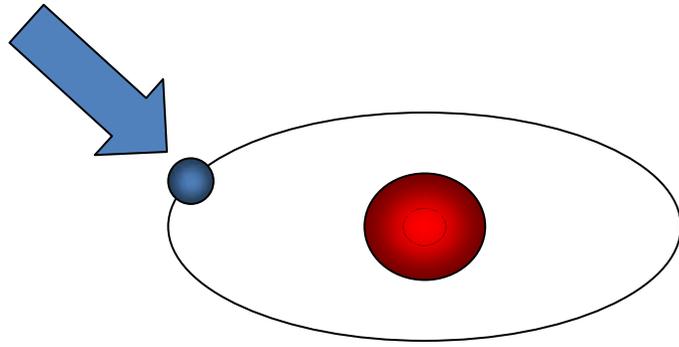
■ なぜ半導体が光るか？

板屋義夫博士による

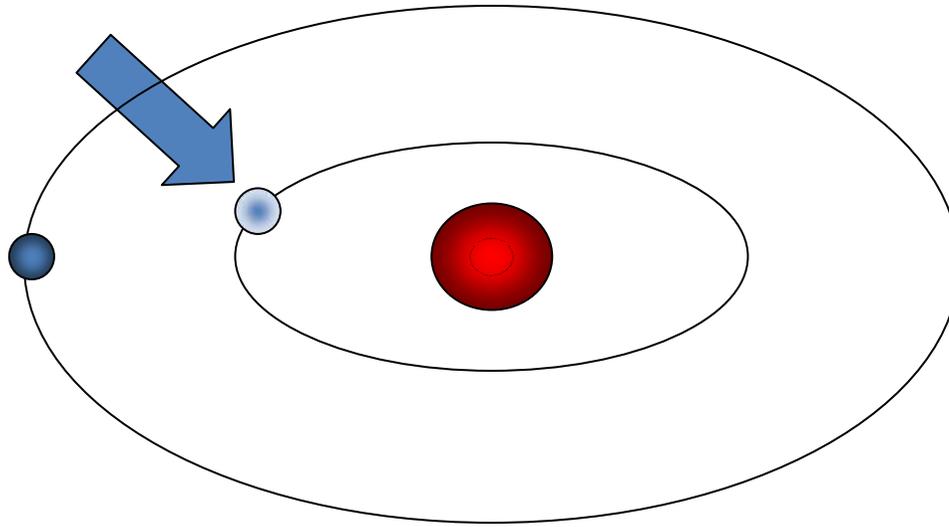
半導体はIn, Ga, As, Pの結晶からできている。

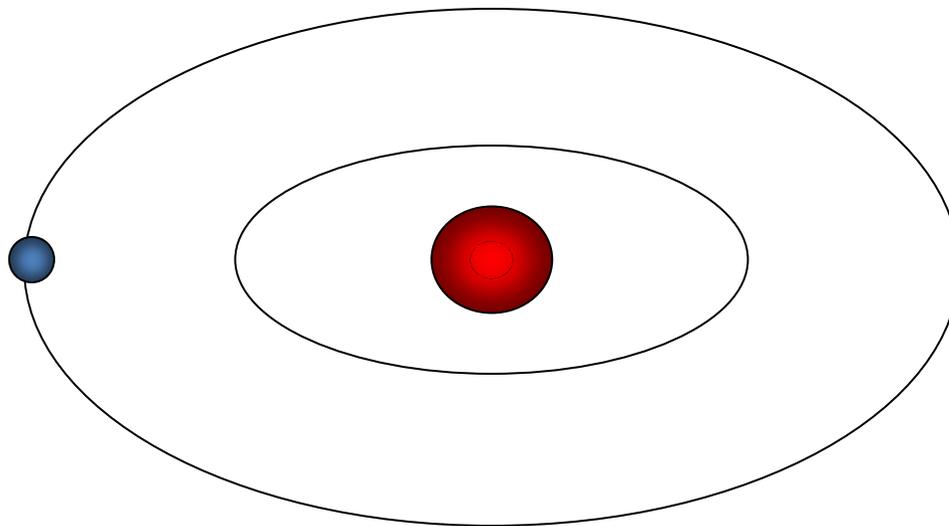


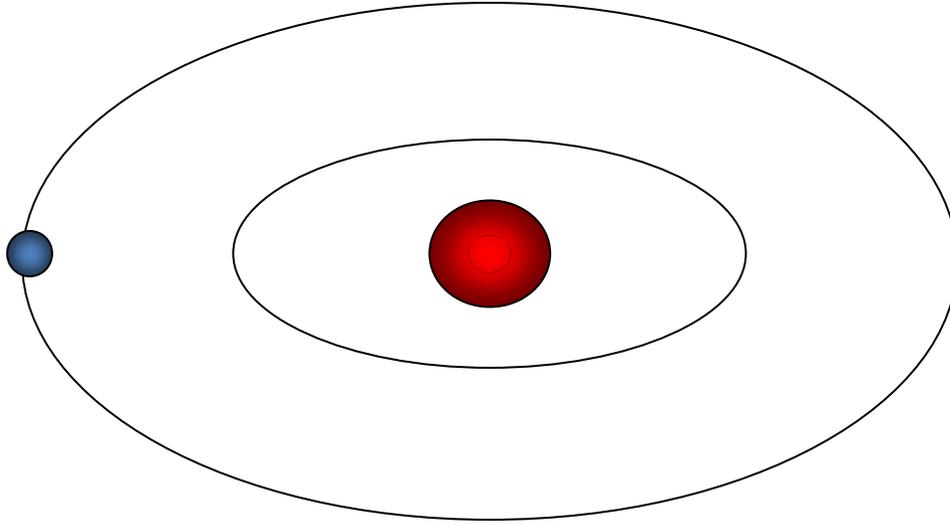


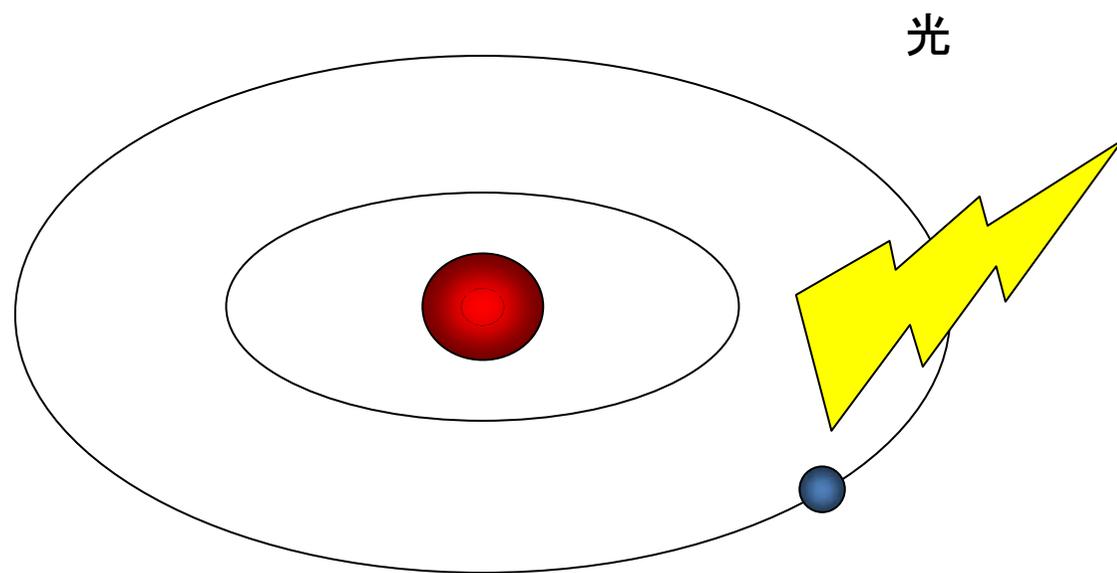


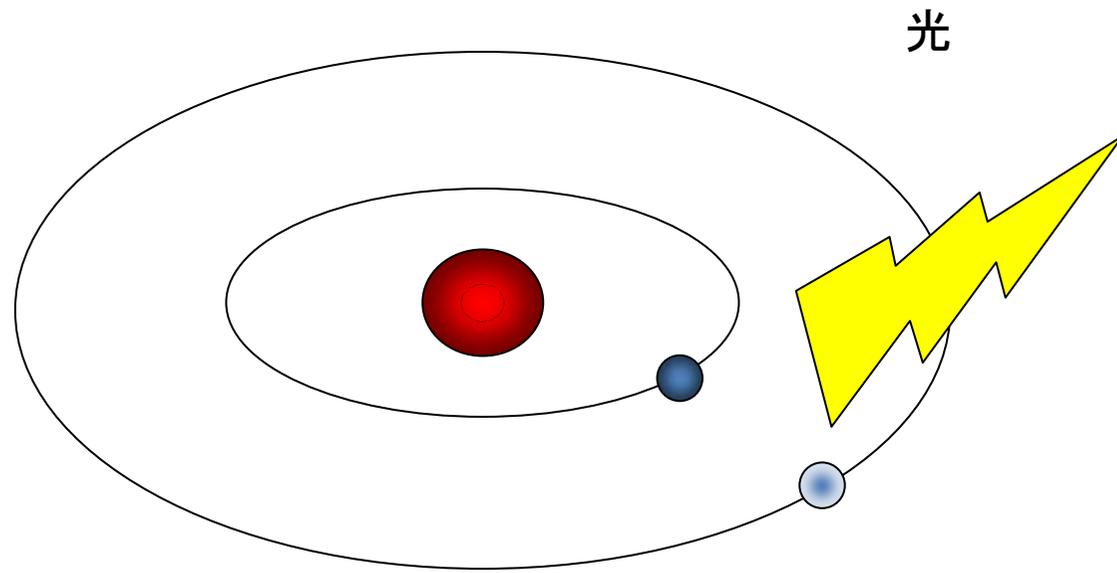
エネルギー

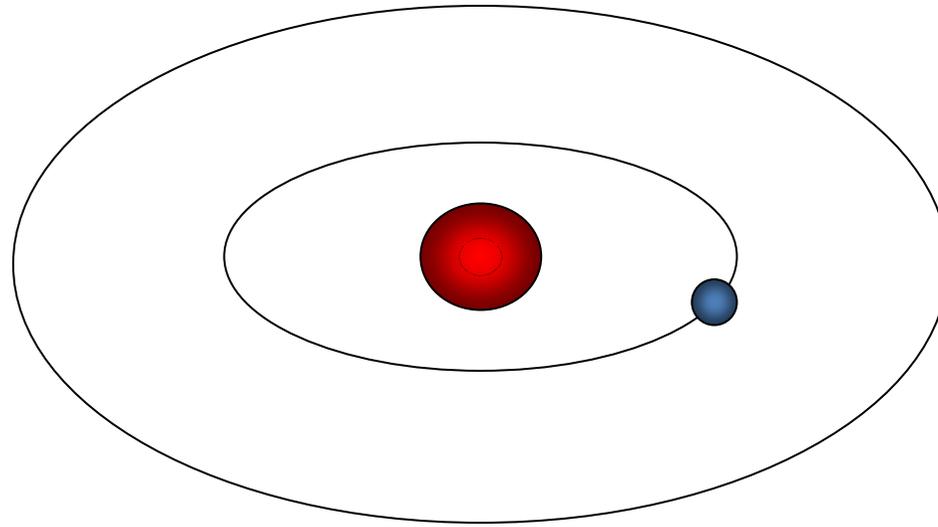


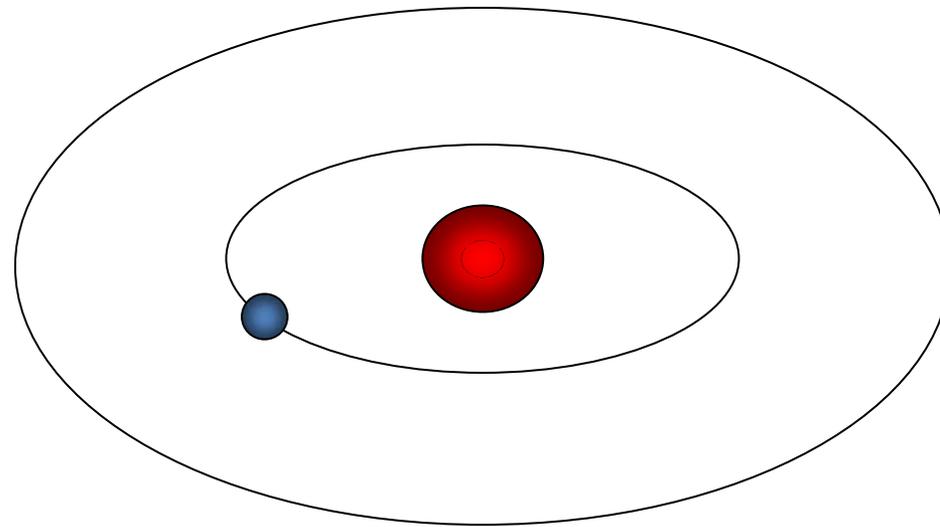


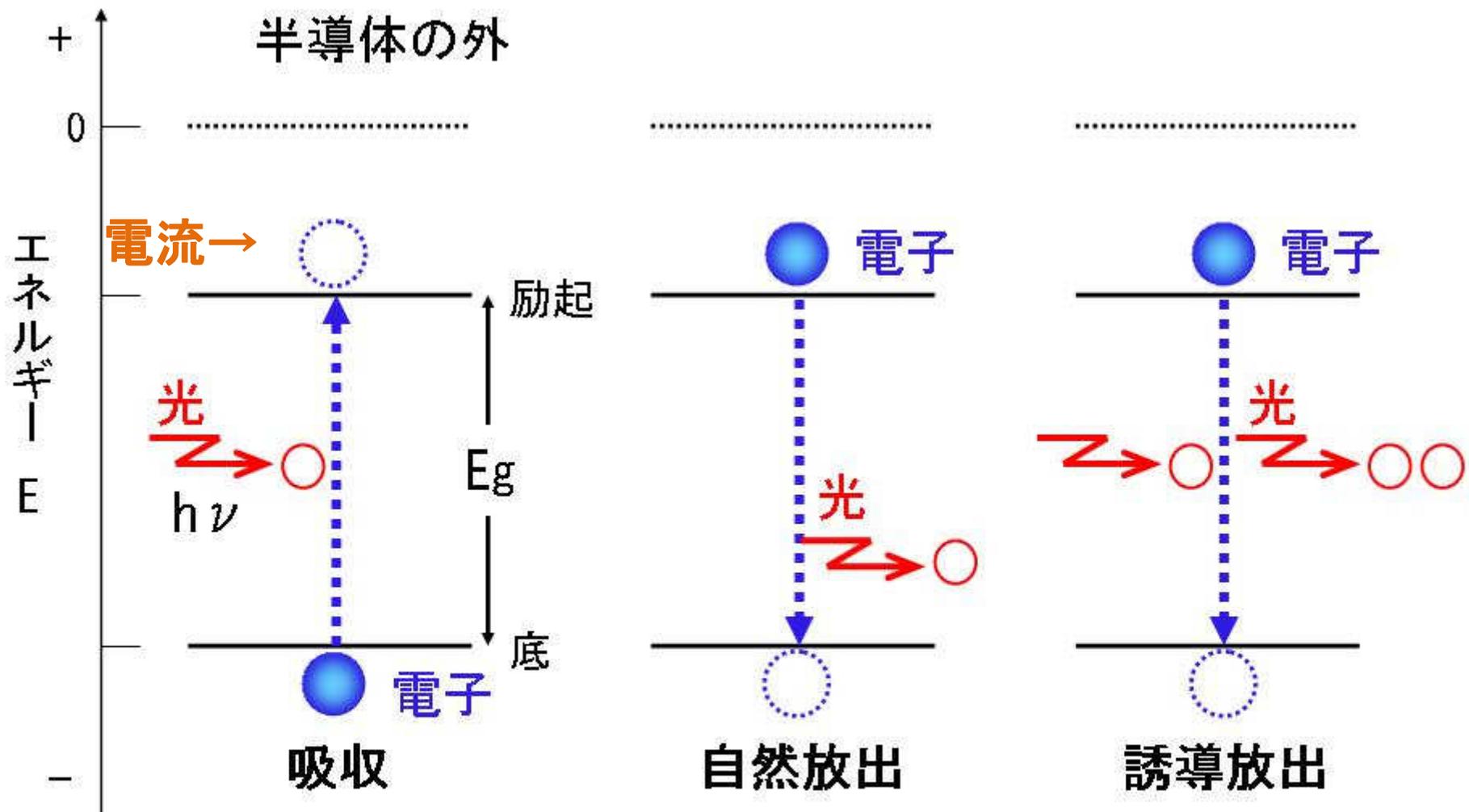












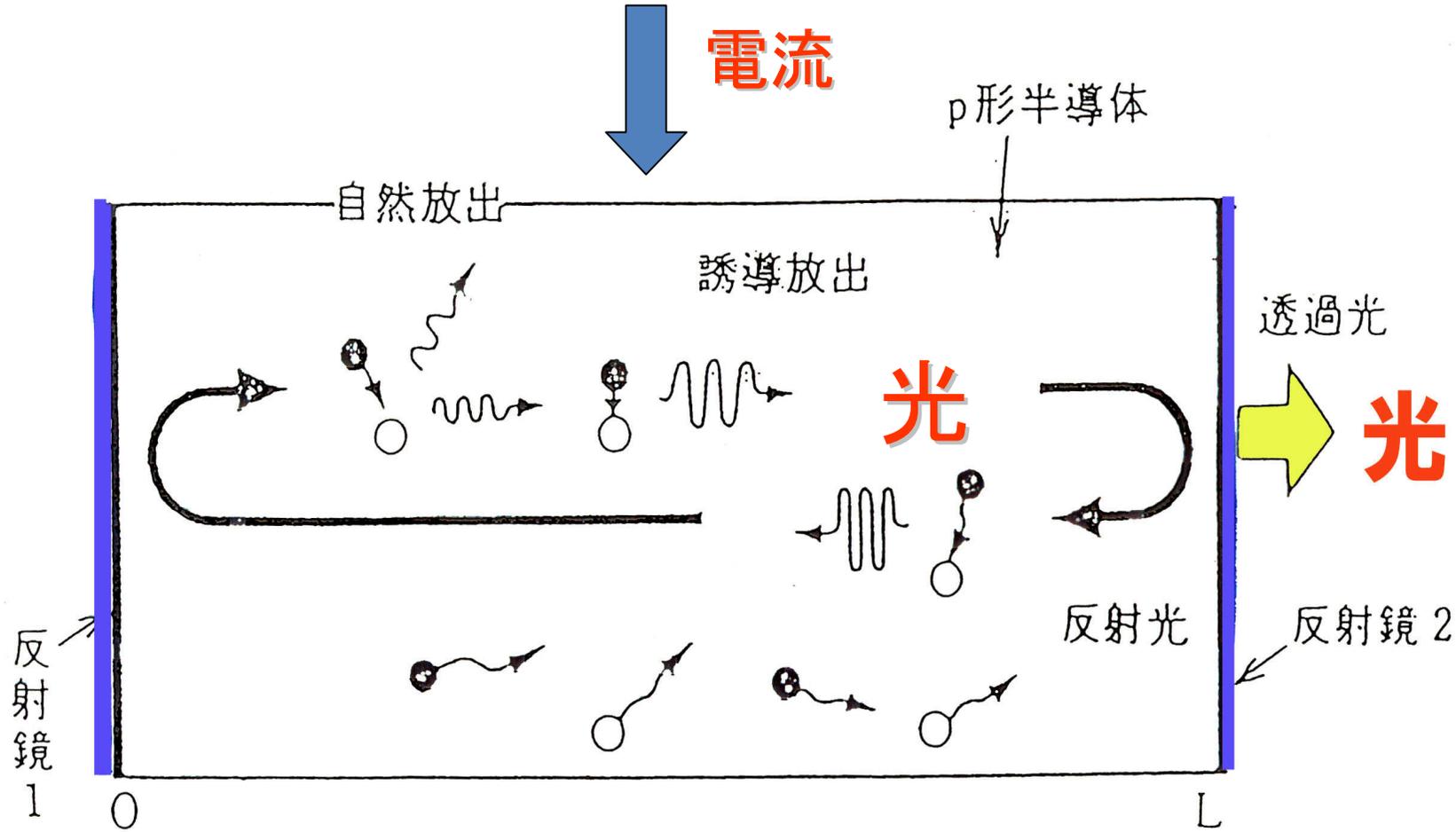
$$h\nu \geq E_g$$

光の吸収・放出・誘導放出

- h : プランクの定数
- ν : 光の振動数
- E_g : 半導体のエネルギー増

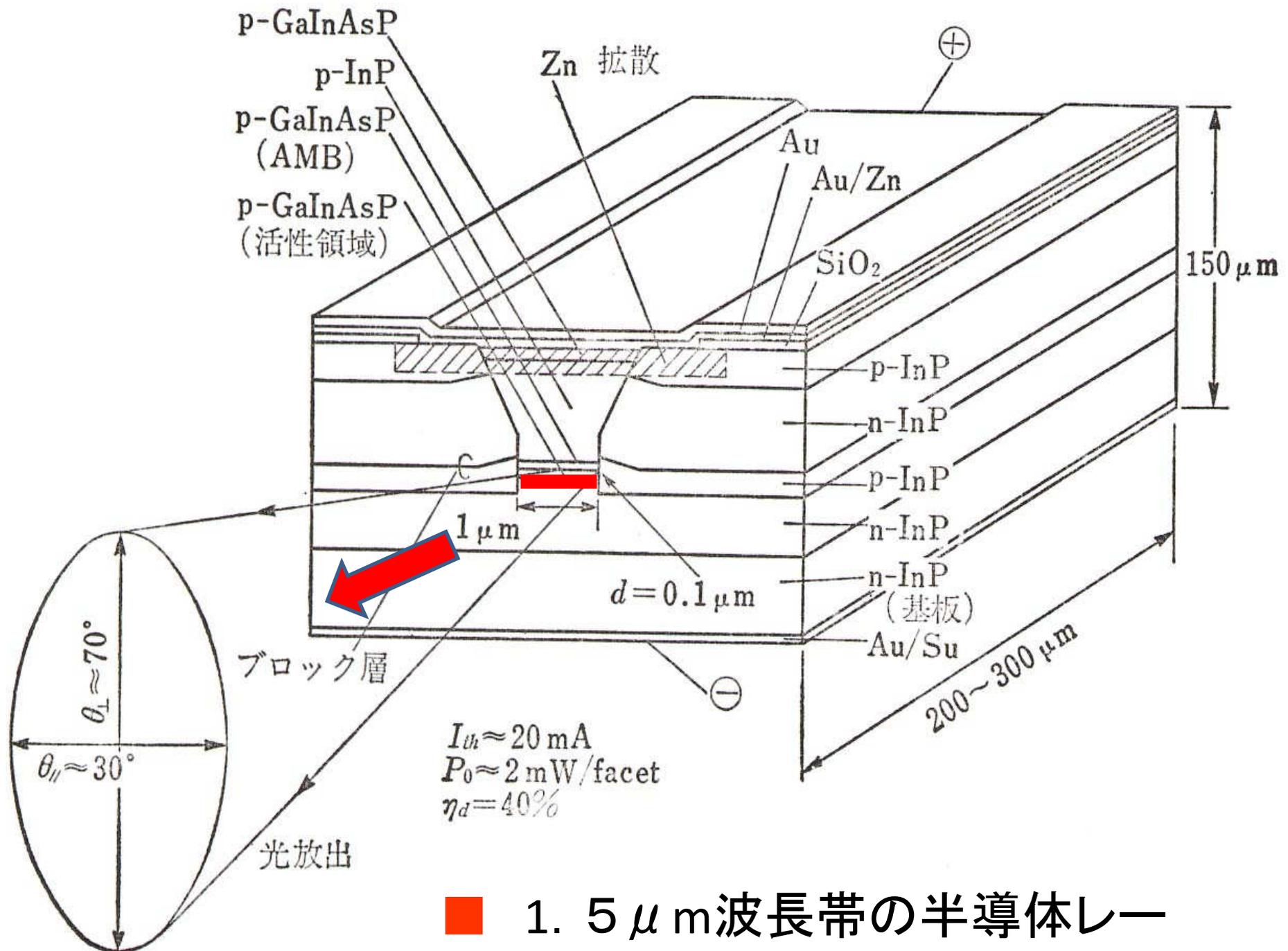
4. 半導体レーザー

米国の4グループ 1962



● 電子(少数キャリア) ○ ホール(多数キャリア)

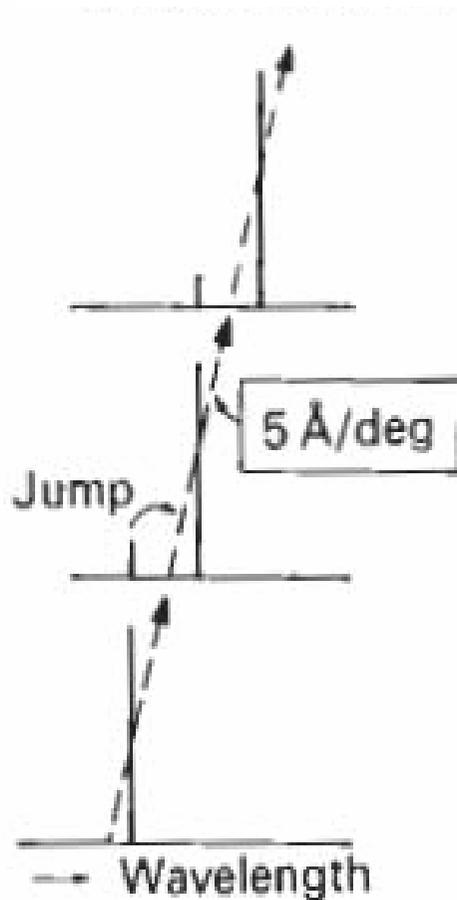
Y.Suematsu



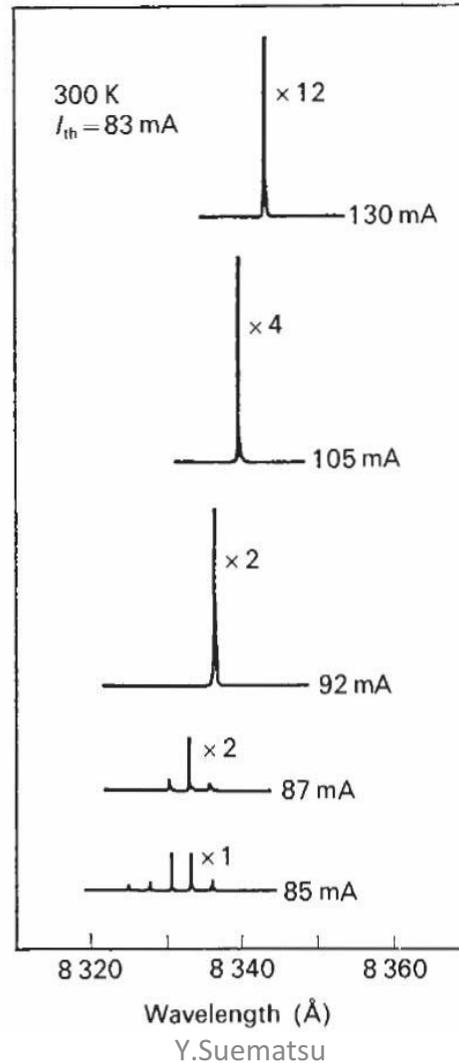
■ 1.5 μm波長帯の半導体レーザー

FP半導体レーザに於ける発振波長の不安定性

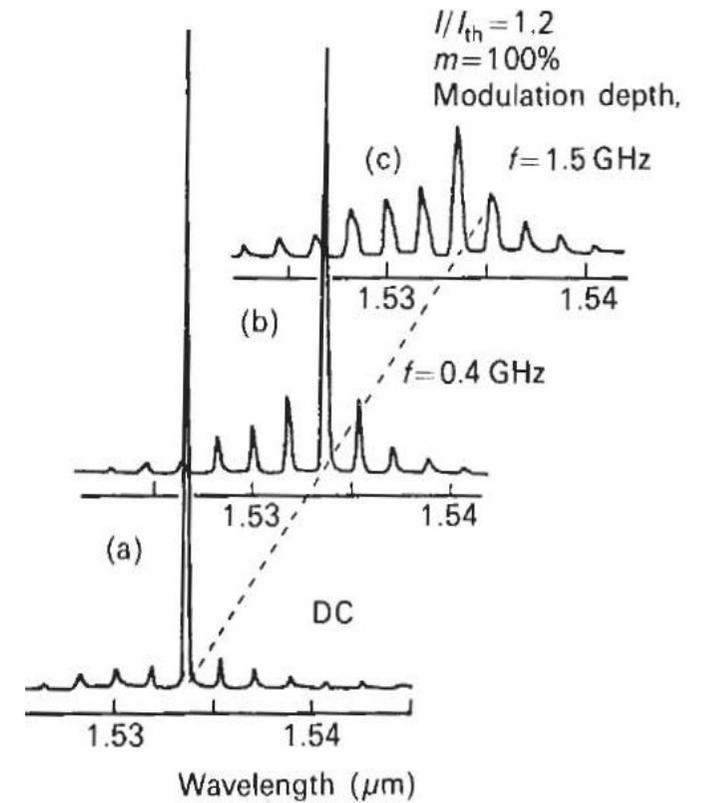
温度変化



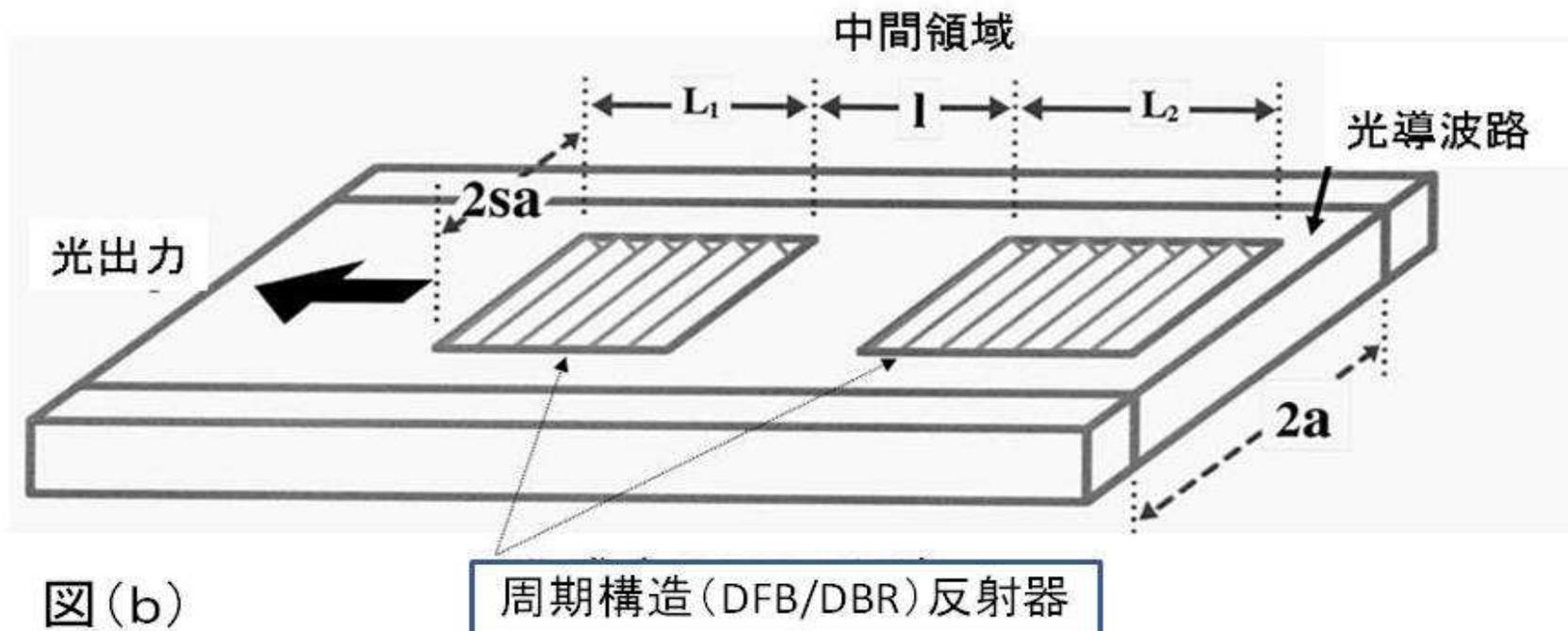
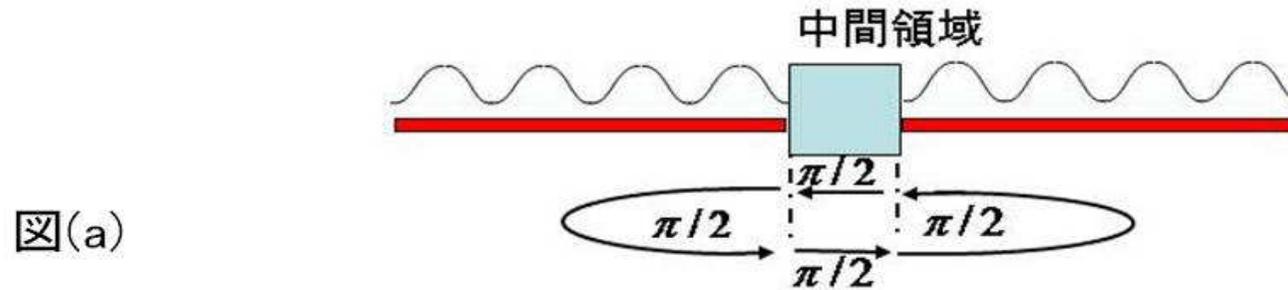
バイアス電流変化



直接変調

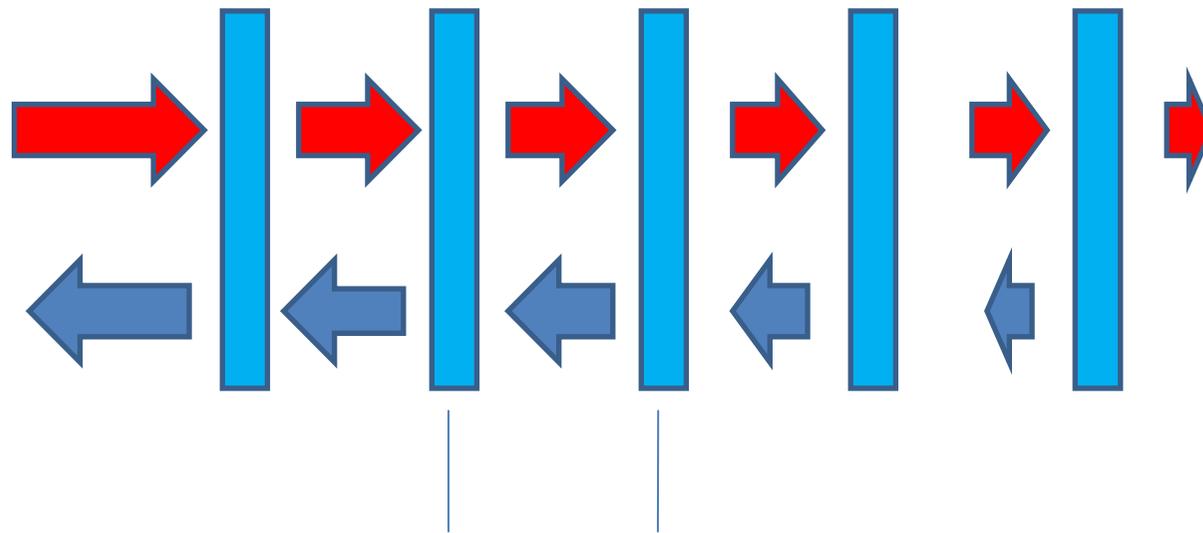


■ 二つの分布反射器による単一モード共振器



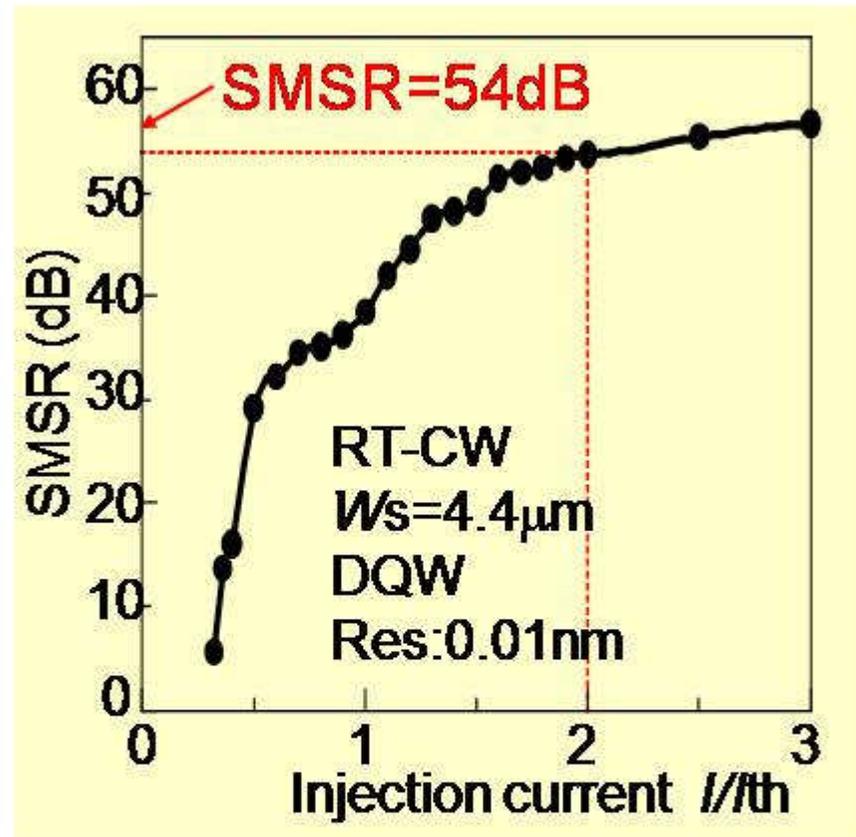
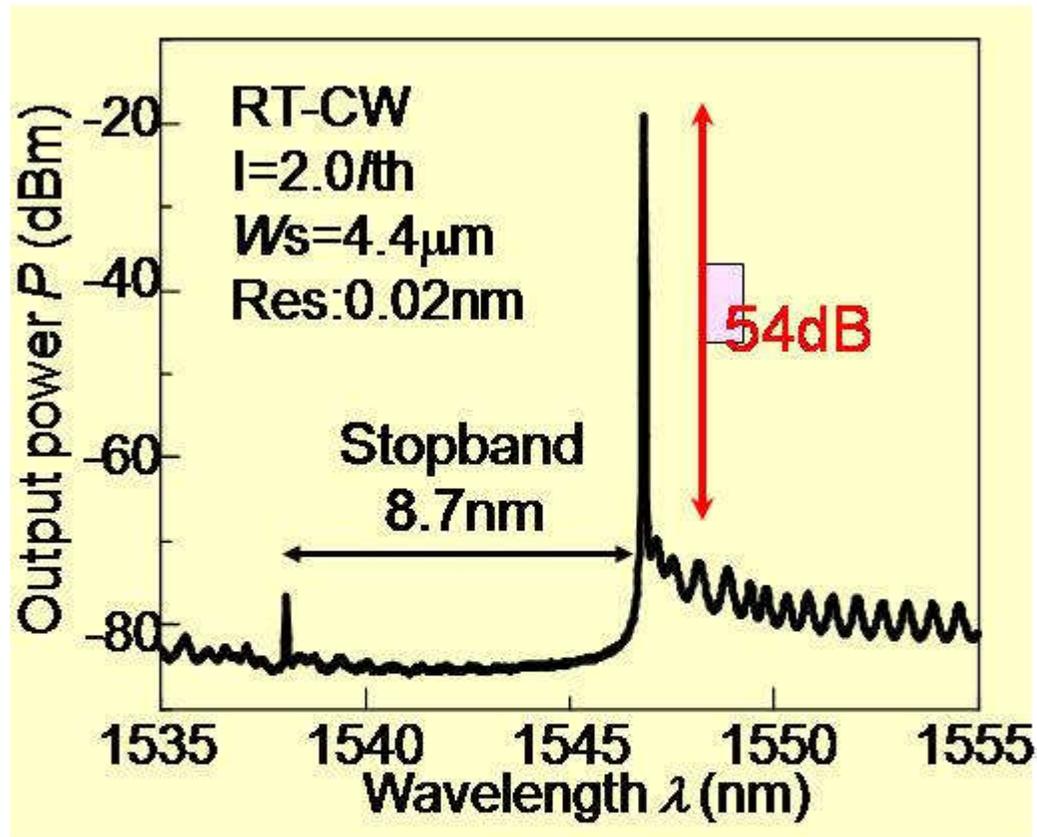
■ 分布周期反射器

ブラッグ波長 $2\Lambda = \text{光の波長 } \lambda$



Λ 周期の間隔

分布反射器 (DR) レーザによる単一モード発信

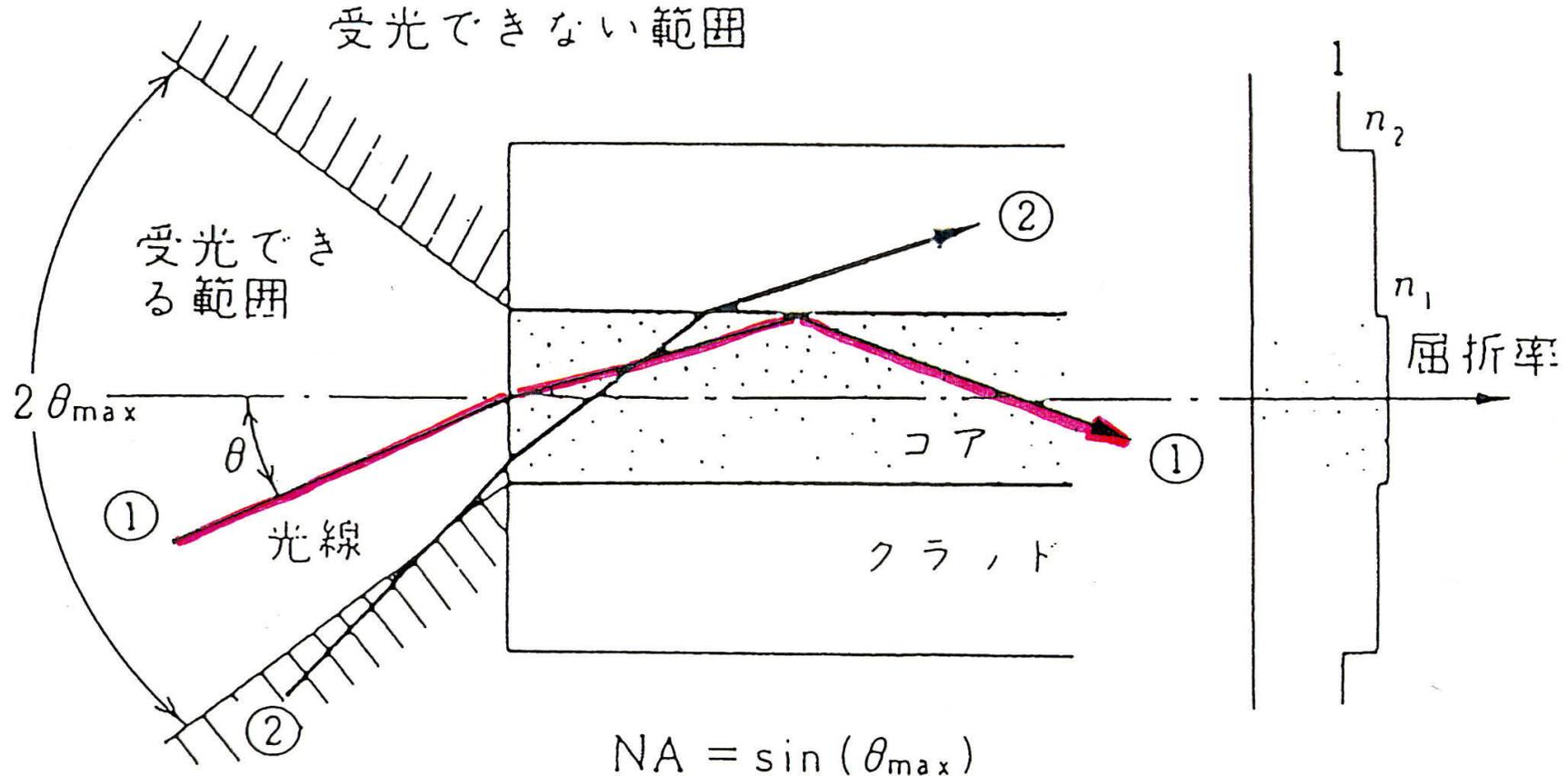


Single-mode : SMSR = 54 dB (@ $I = 2I_{th}$)

Strong index coupling $\kappa_i = 360\text{cm}^{-1}$ ($\kappa L a \sim 11$)

5. 光ファイバの原理

低損失光ファイバ: モーラ、ケック1970



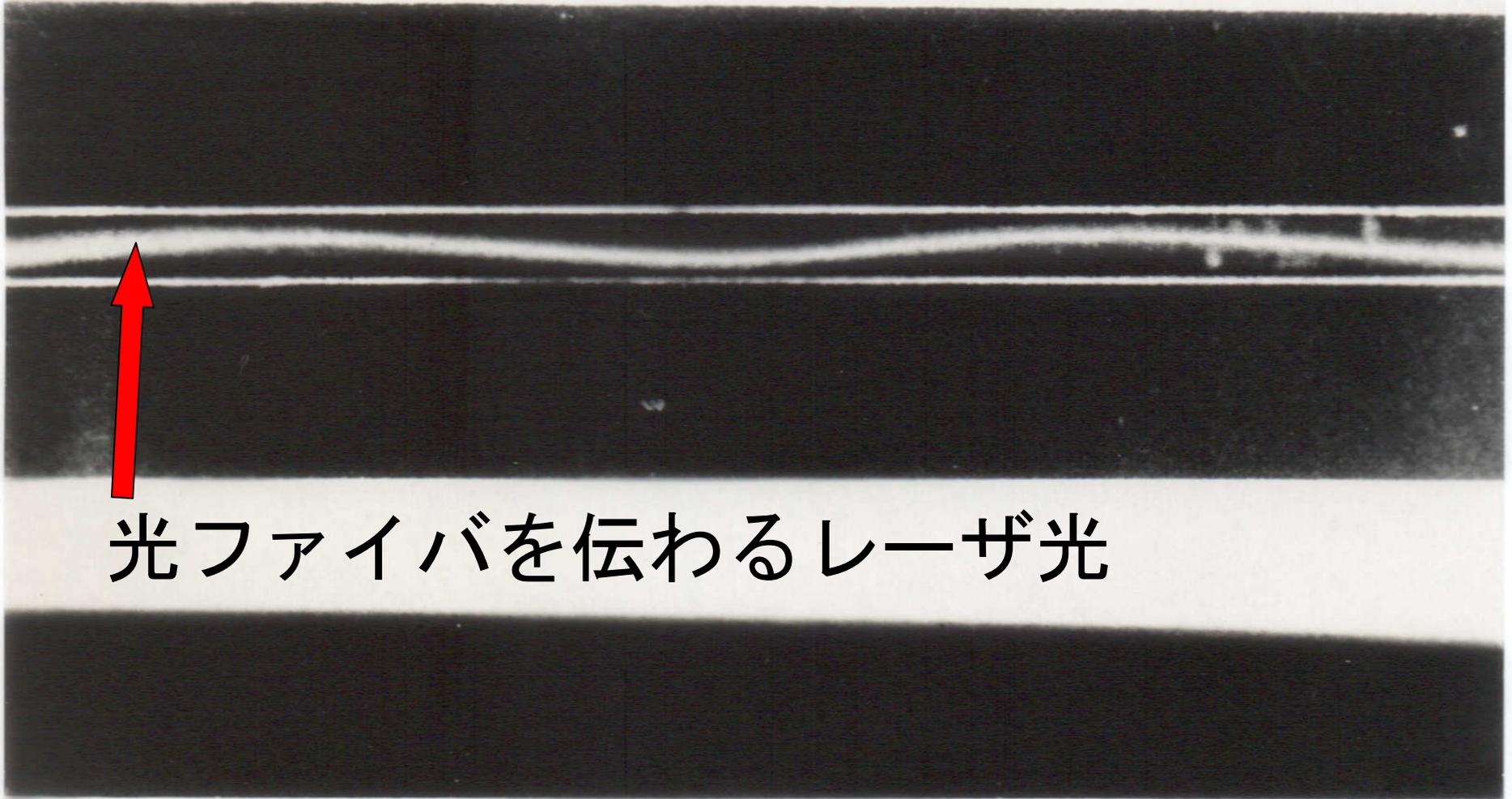
NA : 開口数 (Numerical Aperture)

Y. Suematsu

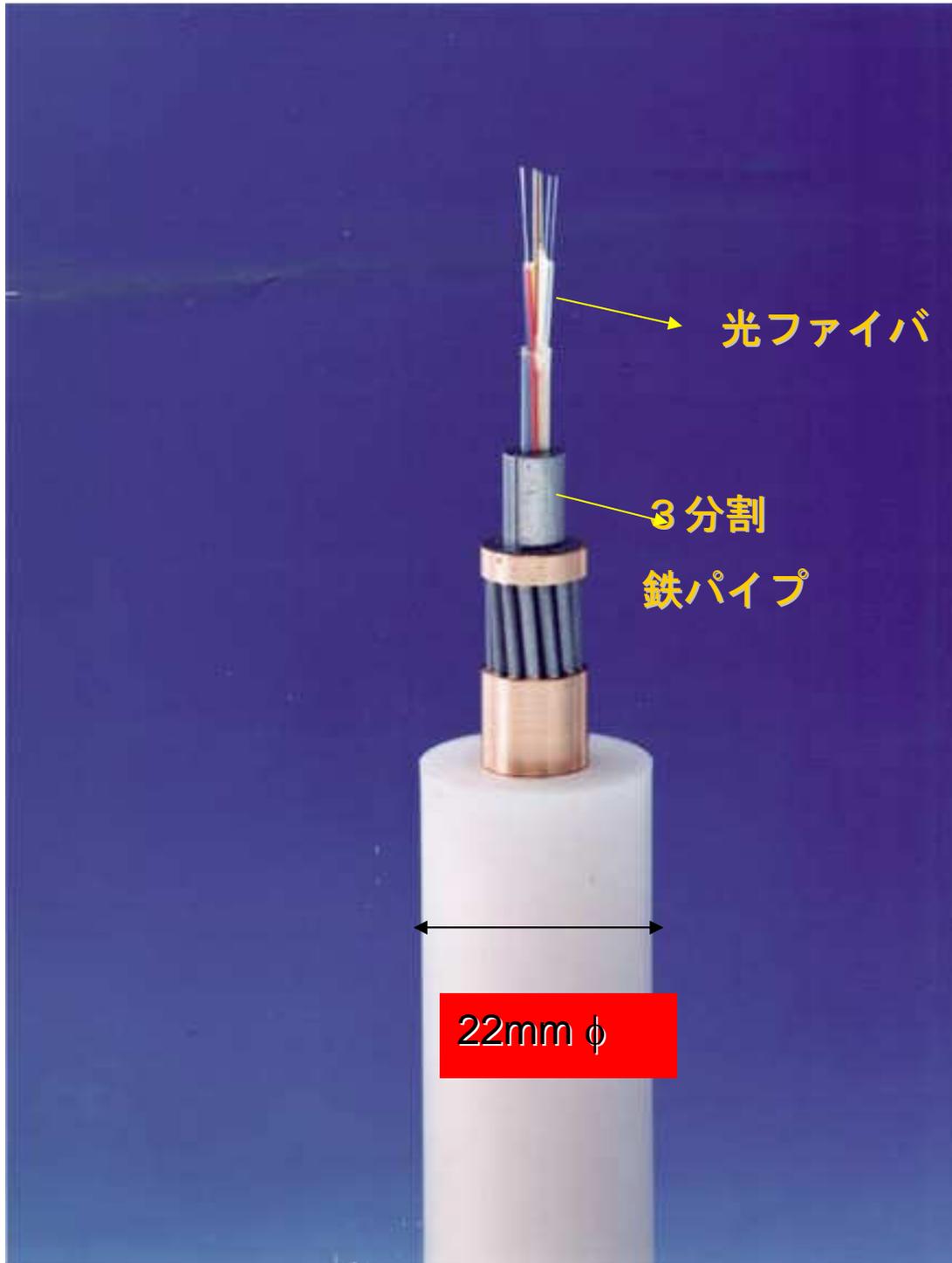
■ 光ファイバ内の光線

NEC

1968



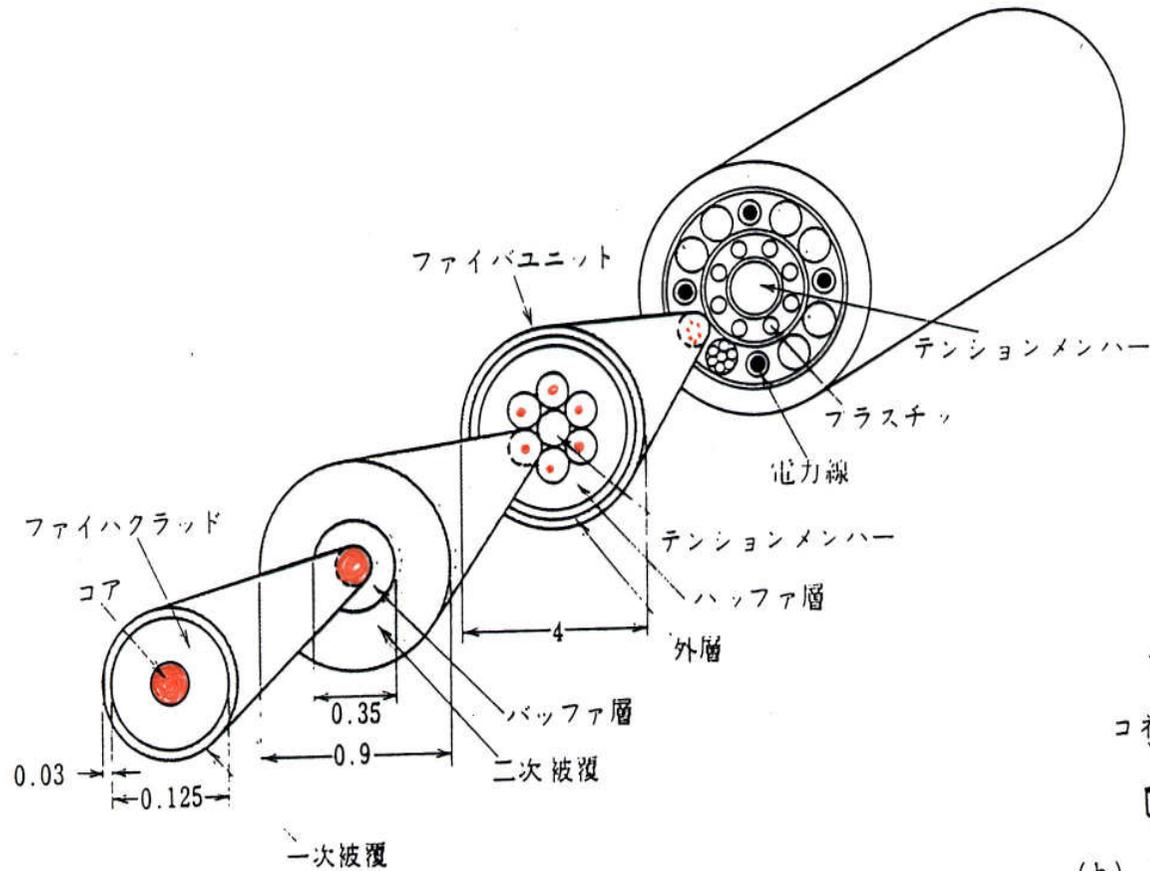
光ファイバを伝わるレーザー光



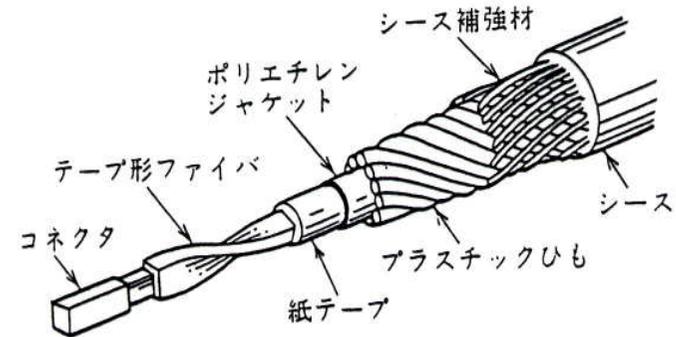
■ 海底光ケーブル

KDDIの提供

■ 光ファイバケーブル



(a) 48芯光ファイバケーブル (電電公社(当時)による¹²⁹⁾)



(b) 144芯テープ形光ファイバケーブル (Miller氏による¹⁹⁾)

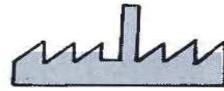
図 10・27 光ケーブルの構造例

光ファイバケーブル

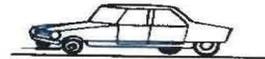
Y.Suematsu

6. 光通信の発展と社会的影響

電力会社, 工場
雷多発地域
鉄道通信
コンピュータ



加入者系
(電話, テレビ)



地域内有線通信
大きなビル内通信

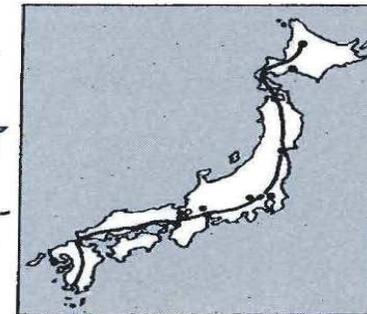
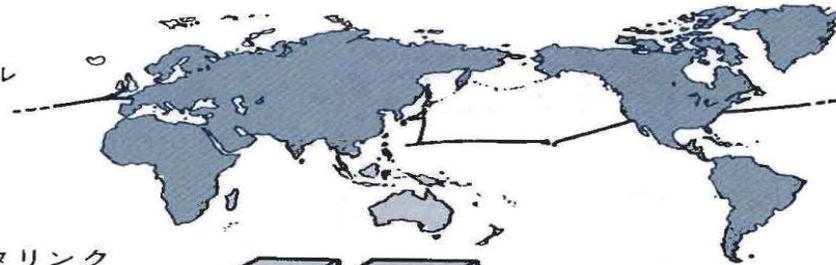


飛行機, 飛行船, 列車,
船舶, 自動車

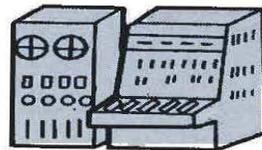


基幹通信網, 中継網

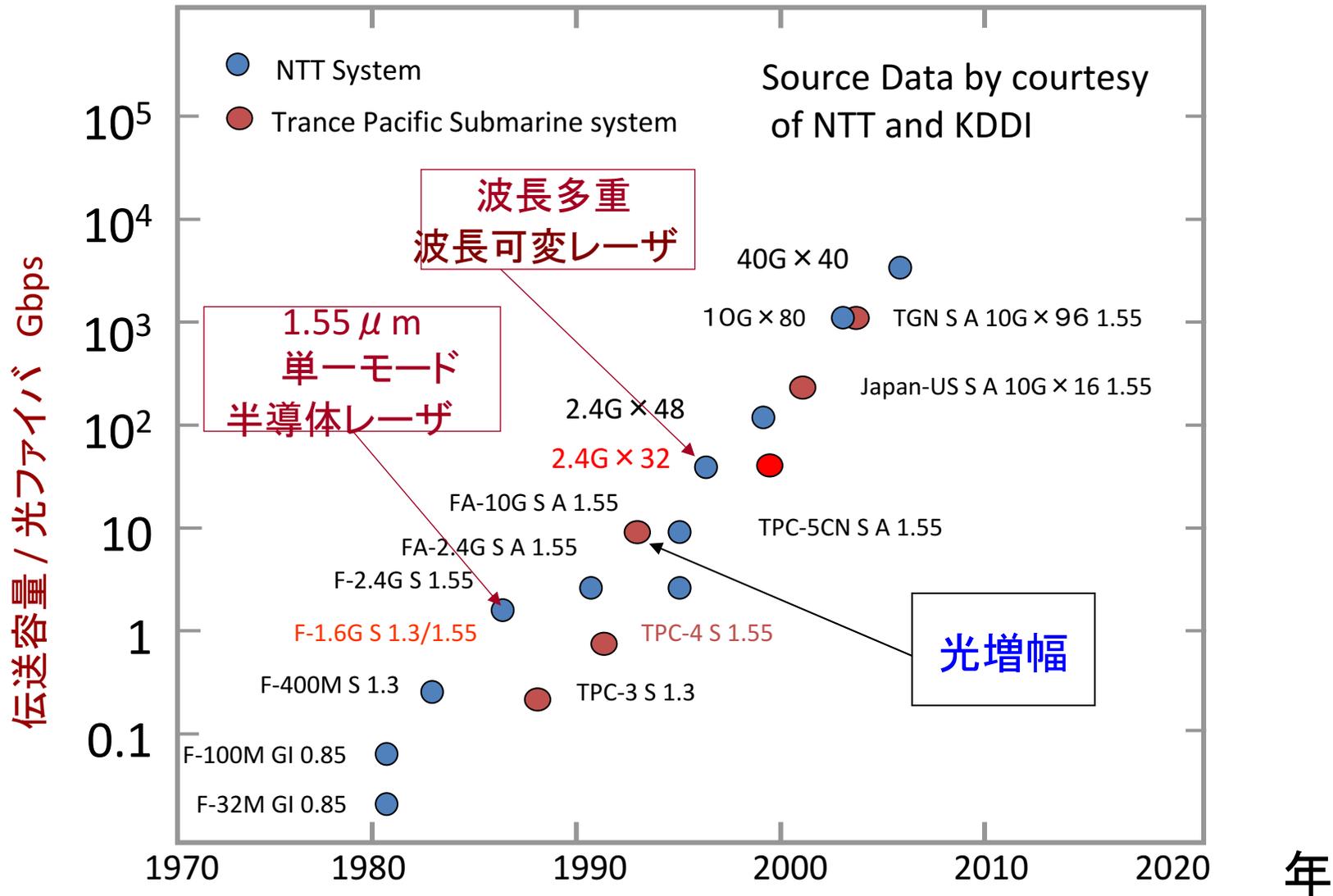
海底ケーブル



データ通信
コンピュータリンク



■ 商用光幹線のファイバ当たりの伝送容量の進歩



■ 光通信技術の社会的影響

★情報通信社会基盤 光通信がインターネットの発展を支えている
安全性、倫理

★教育、政府、銀行、交通、製造、娯楽、新産業

★情報検索、知識共有
インターネット検索 ;37分/日: 新聞閲覧;31分 /日

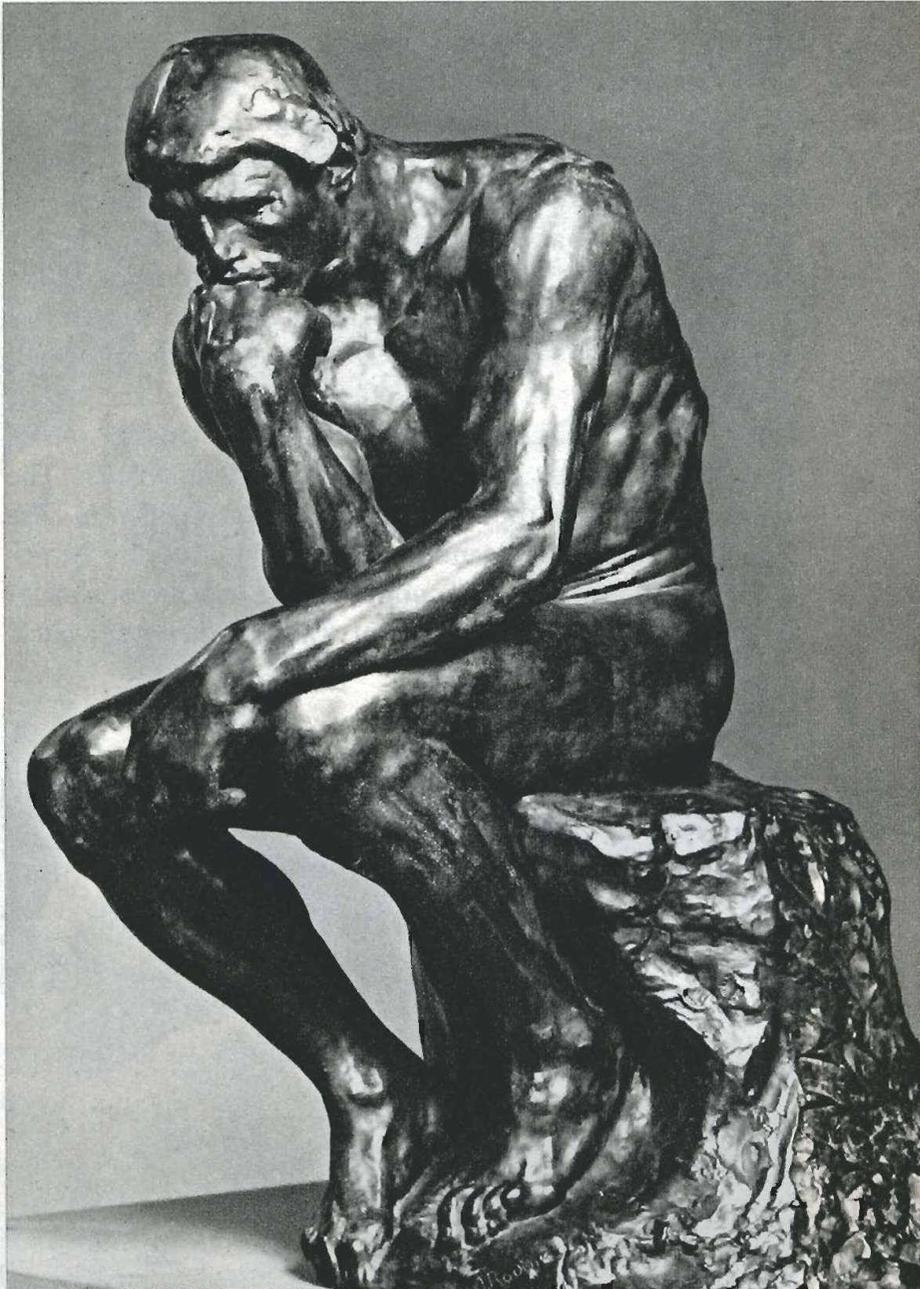
★社会的秩序を変革
環境



■ 光通信技術は発展途上

- 光変調方式 光に情報を載せるやり方
- 高速電子回路 情報を電気で並べる
- 光増幅 弱った光を強くする
- 光ルーター 光りの行く先を決める
- 光集積回路 高性能光回路

ご静聴有り難うございました



780. AUGUSTE RODIN. *The Thinker*. 1879–89. Bronze, height 27 1/2". The Metropolitan Museum of Art, New York (Gift of Thomas F. Ryan, 1910)

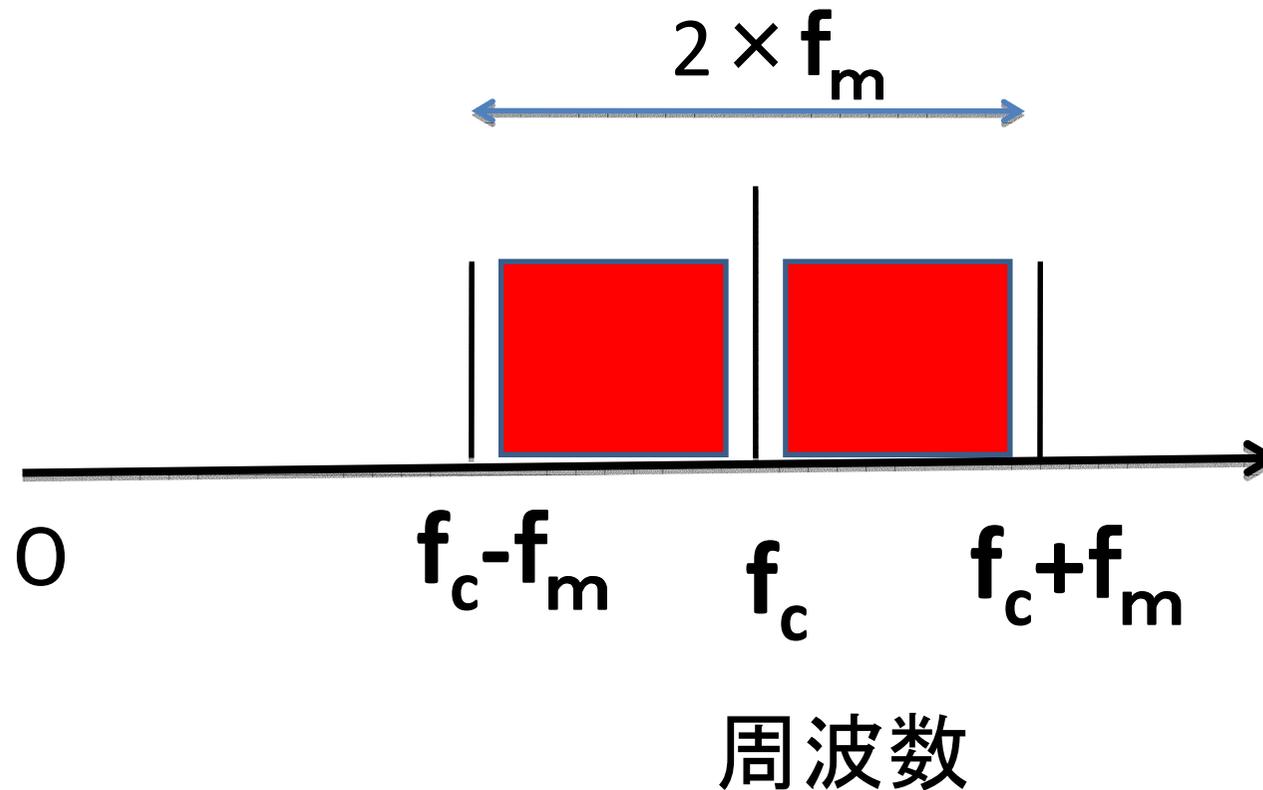
■ 自分で考える

History of Art
H.W. Janson
Prentice-Hall Inc

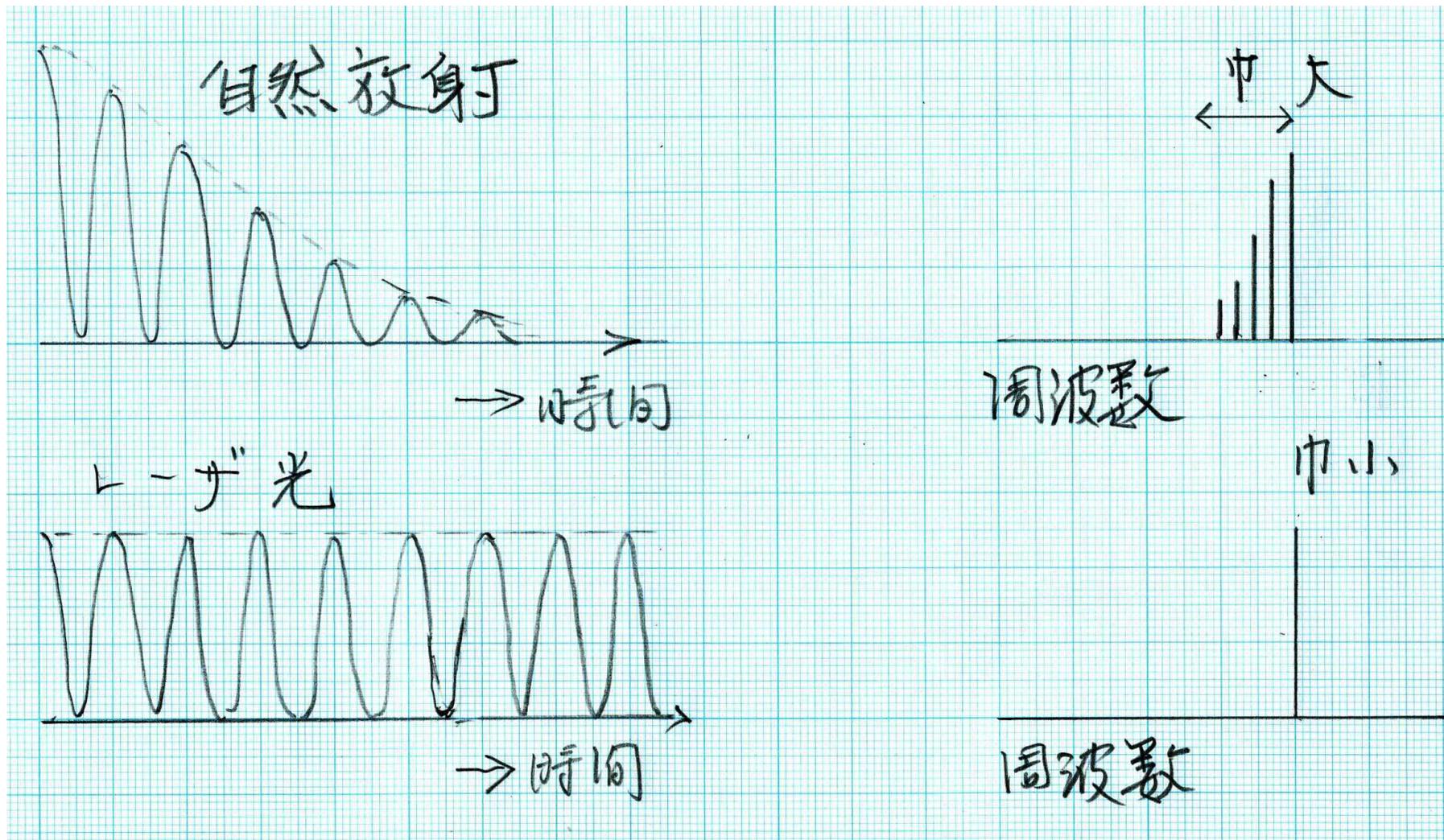
基礎学力
気力
好奇心
創造性 柔軟性

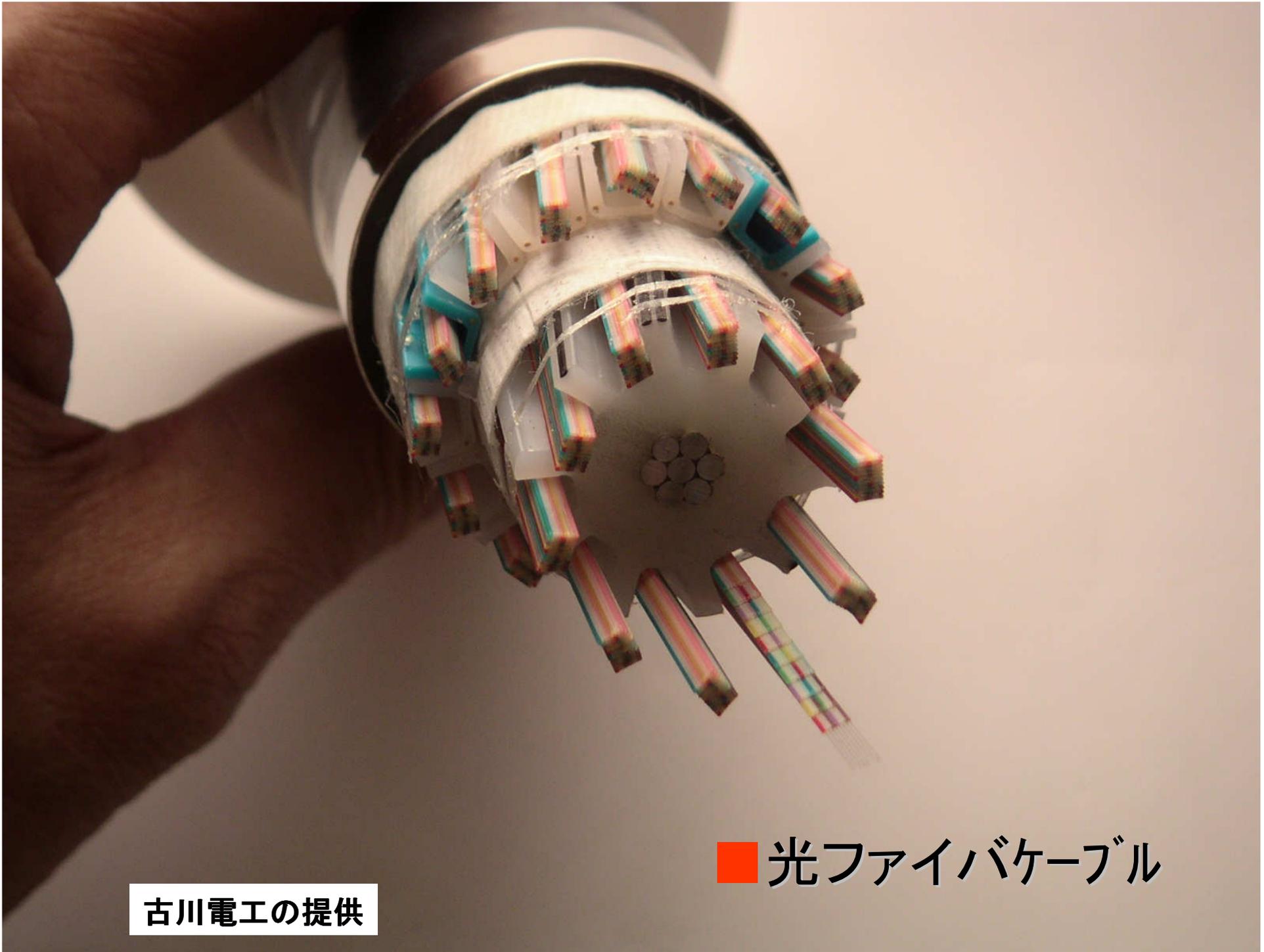
■ 情報量と周波数幅

変調周波数 f_m まで変調された光の周波数幅



■ レーザ光と自然放出光のスペクトル幅





古川電工の提供

■ 光ファイバケーブル