

最先端の光通信は何でできている？

— CPOを支える要素技術 —

kubosan

自己紹介

1

クボ酸
VRCID:kubosan

専門:光通信工学
その他応用物理一般(学ばざるを得ない)

毎月13日「ゼロから始めるスワヒリ語」主催



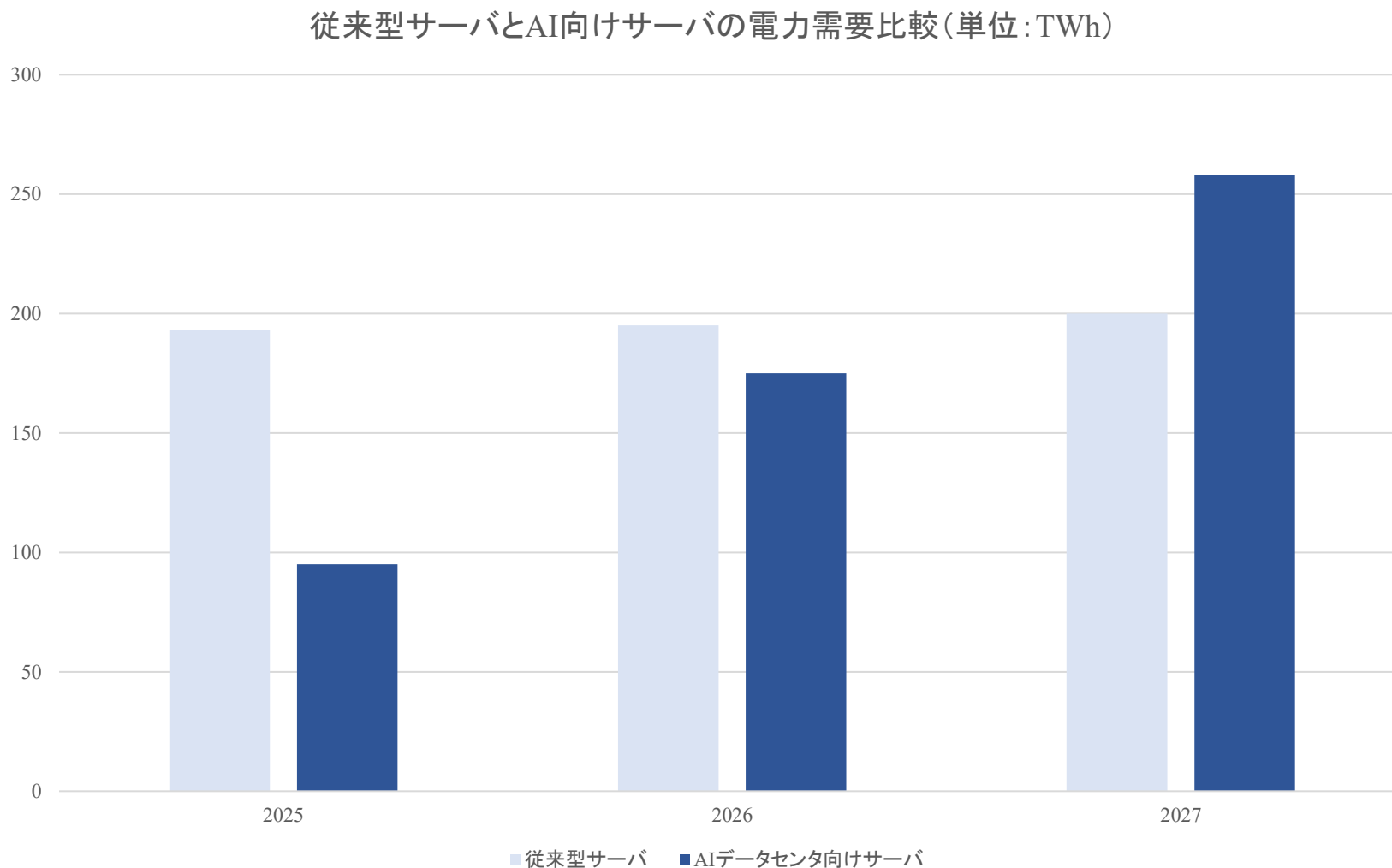
Q. 今一番アツい光通信が行われてるのはどこ？

Q.今一番アツい光通信が行われてるのはどこ？

A.AI向けデータセンタ

最先端の光通信：AIデータセンタの現状は？

4



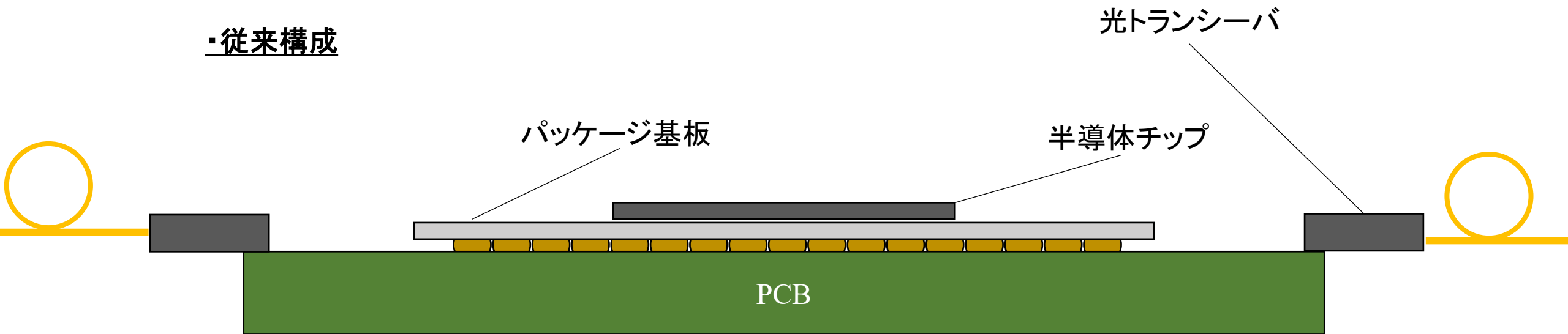
出典: Gartner, *Forecast Analysis: Data Center Systems, Worldwide*, 2026.

AI向けサーバの電力需要が爆発している

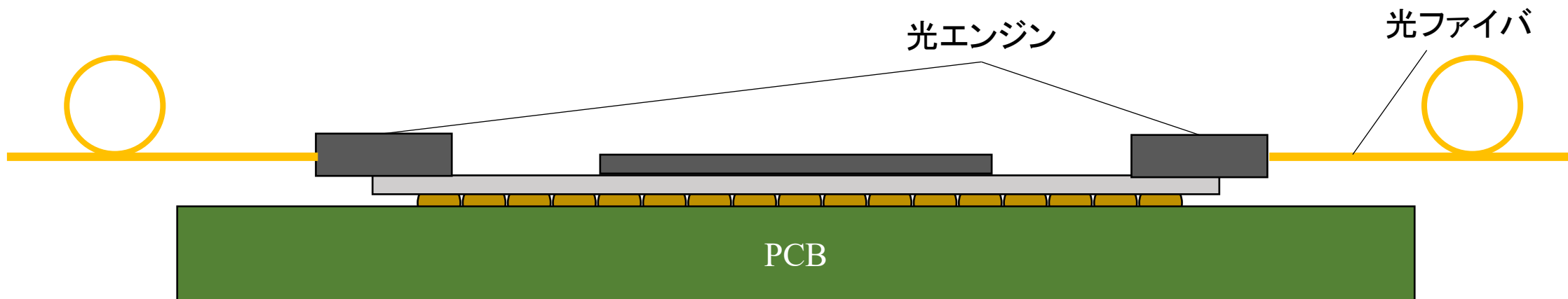
CPOとは？

5

・従来構成



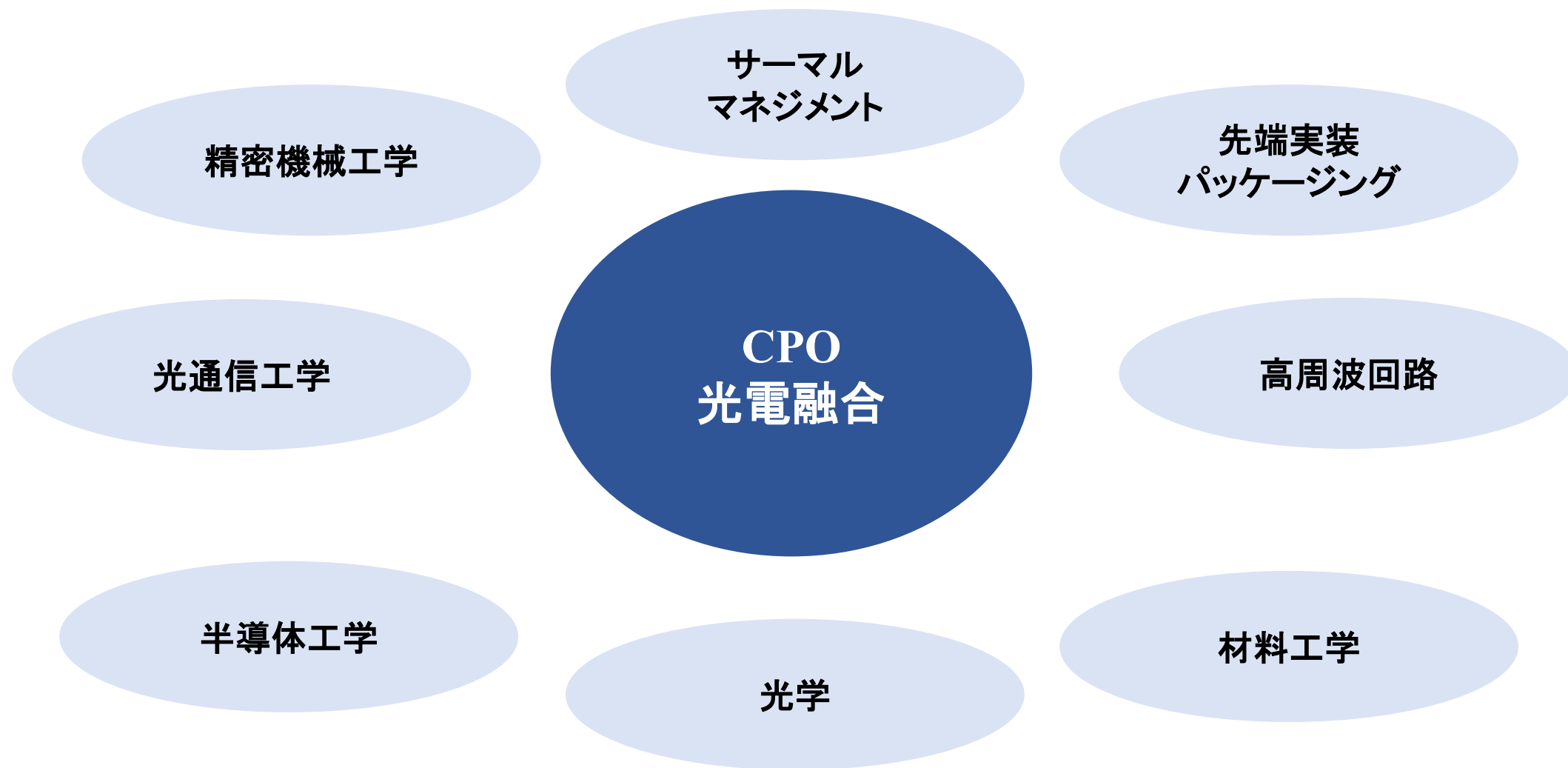
・Co-Packaged Optics(CPO)



光変換点をチップの近くへ移し、電気配線を短くする

実現のために必要な分野は？

6



どうやってデータを乗せるか？

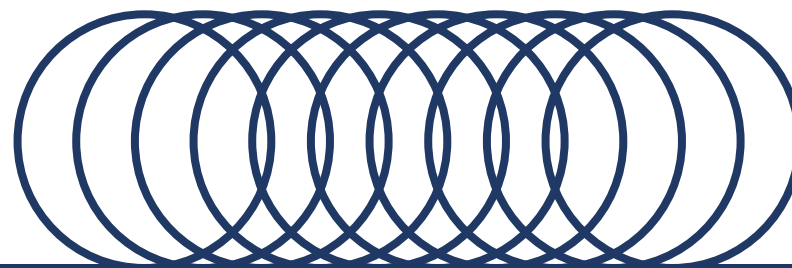
- ・直接変調/外部変調
- ・変調器
- ・NRZ, PAM4,...

どうやってデータを読むか？

- ・信号判定/復調
- ・DSP
- ・FEC

電気信号

送信器



光ファイバ

受光器

どうやって光を作るか？

- ・DFB
- ・DBR
- ・VCSEL

いかに遠くへ正確に伝えるか？

- ・損失、分散
- ・偏波、モード
- ・非線形光学効果
- ・ファイバ設計

どうやって一度にたくさん伝えるか？

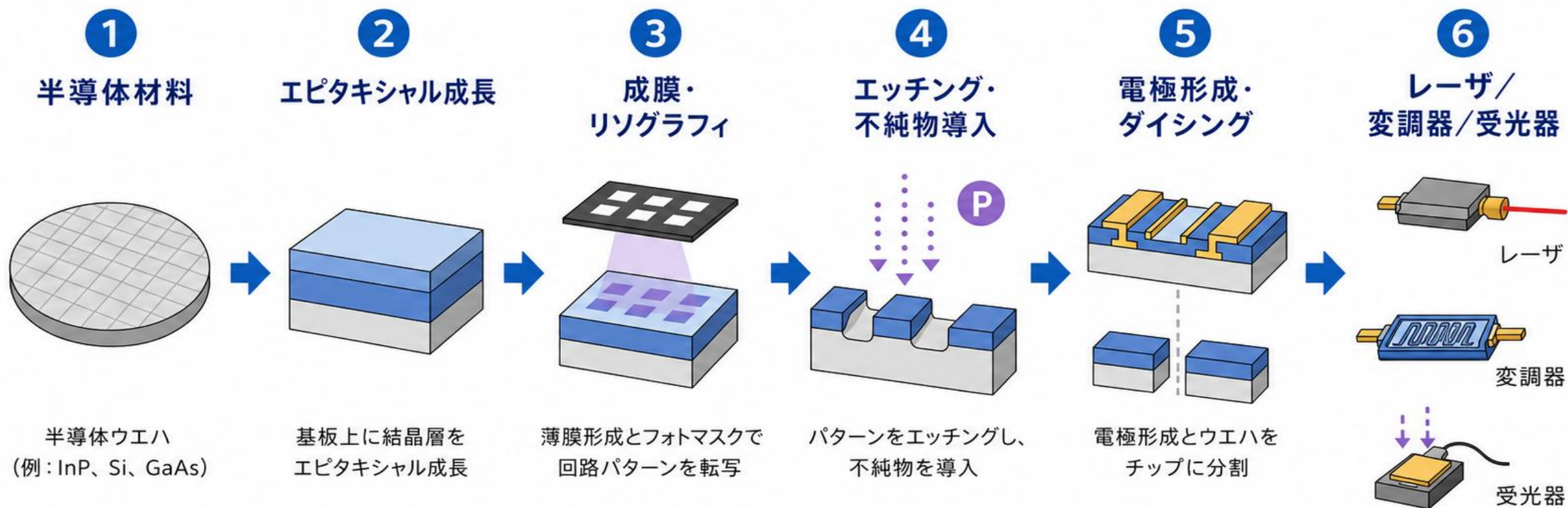
- ・波長分割多重(WDM)
- ・空間分割多重(SDM)

どうやって光を受け取るか？

- ・フォトダイオード(PD)
- ・受信感度
- ・雑音

光信号の生成・変調・伝送・多重化・受信を設計する技術

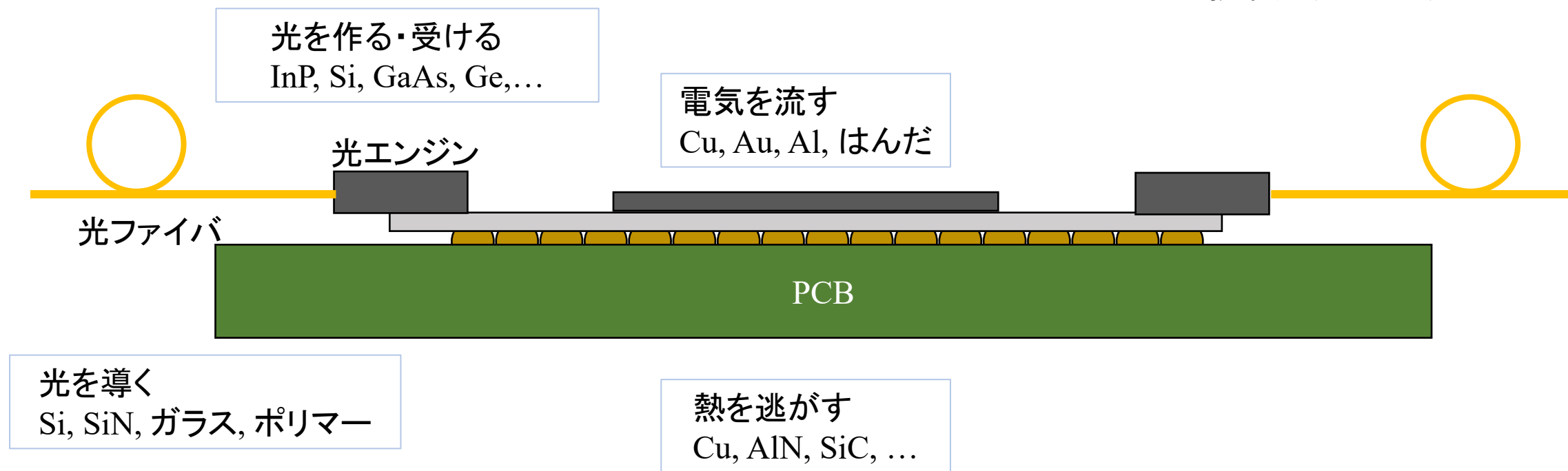
ウエハから光デバイスまでの流れ



材料と微細加工から光デバイスを作る技術

- ・物性物理
- ・高分子科学
- ・結晶学

他に接着剤、ケース、...

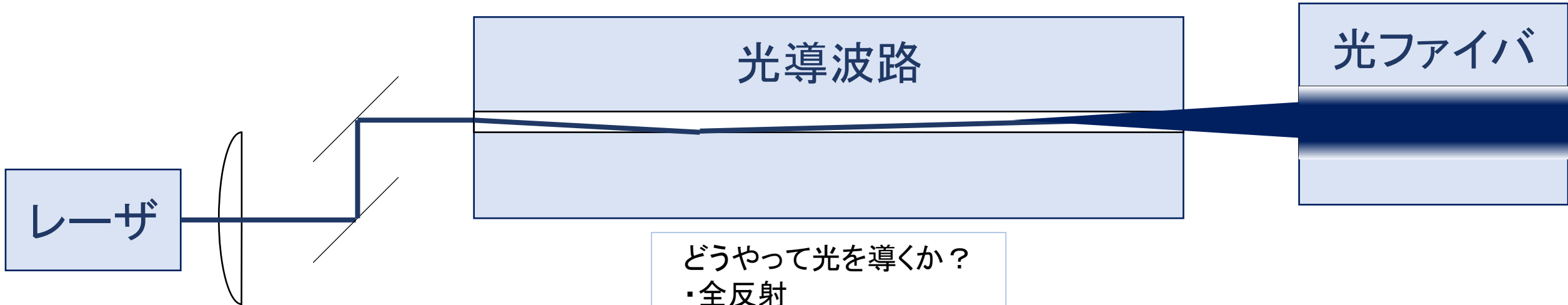


光・電気・熱・機械特性を設計し、デバイスと実装を支える技術

幾何光学から導波路光学まで

- ・電磁気学
- ・光学シミュレーション

- どうやって光をつなぐか？
- ・光結合
 - ・スポットサイズコンバータ
 - ・グレーティングカップラ



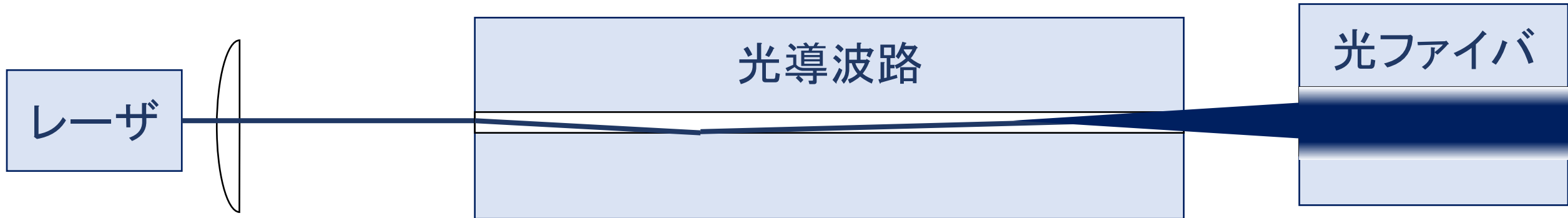
- どうやって光を曲げるか？
- ・反射、屈折
 - ・ミラー、プリズム、レンズ

- どうやって光を導くか？
- ・全反射
 - ・導波路
 - ・伝搬モード

光の進み方と結合を設計する技術

どうやって位置を合わせるか？

- ・6軸調整
- ・アクティブアライメント
- ・パッシブアライメント
- ・基準面、位置決め構造



どうやってずれを抑えるか？

- ・公差設計
- ・高精度加工
- ・治具
- ・位置決めピン

どうやって固定するか？

- ・接着
- ・溶接
- ・はんだ

光軸を合わせ、固定し、長期間保つ技術

次世代CPOの構成イメージ

どうやって光を出し入れするか？

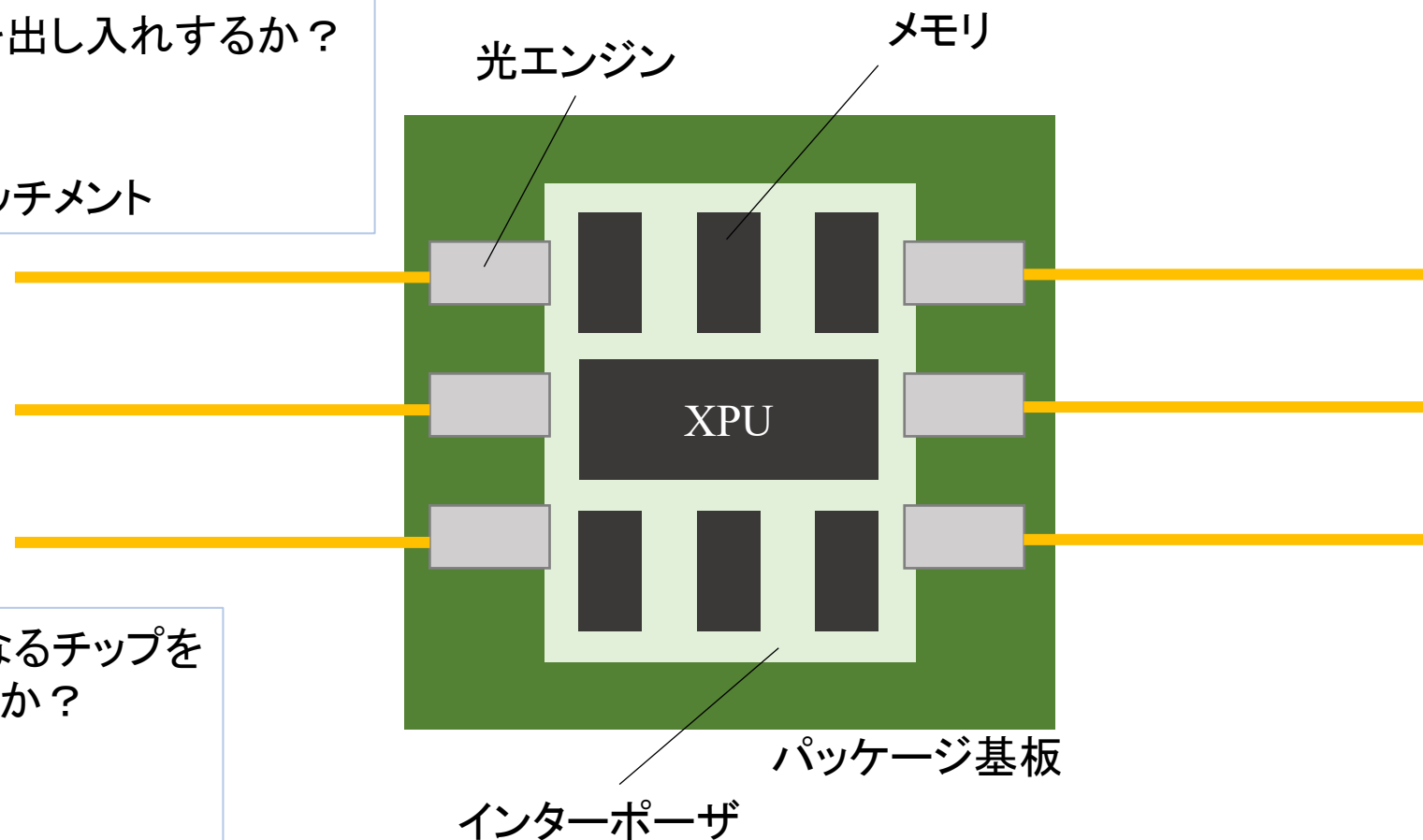
- ・光コネクタ
- ・光I/O
- ・ファイバアタッチメント

どうやって異なるチップを組み合わせるか？

- ・チップレット
- ・異種集積

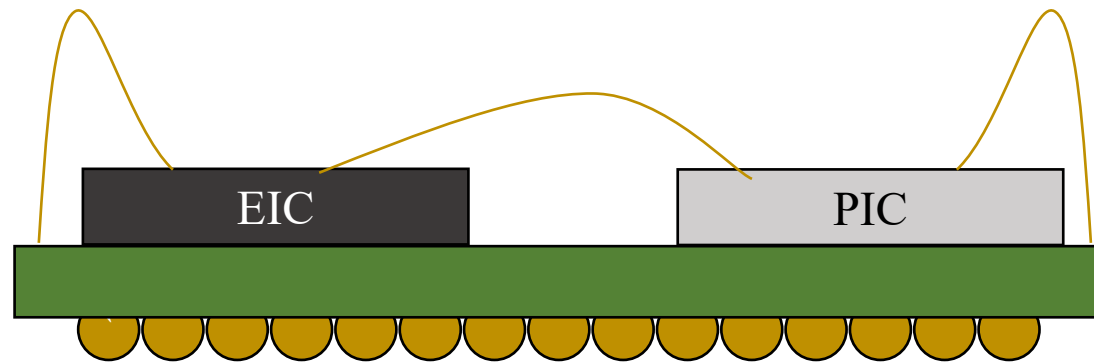
どうやって量産を成立させるか？

- ・組立工程
- ・歩留まり
- ・検査
- ・リワーク
- ・コスト

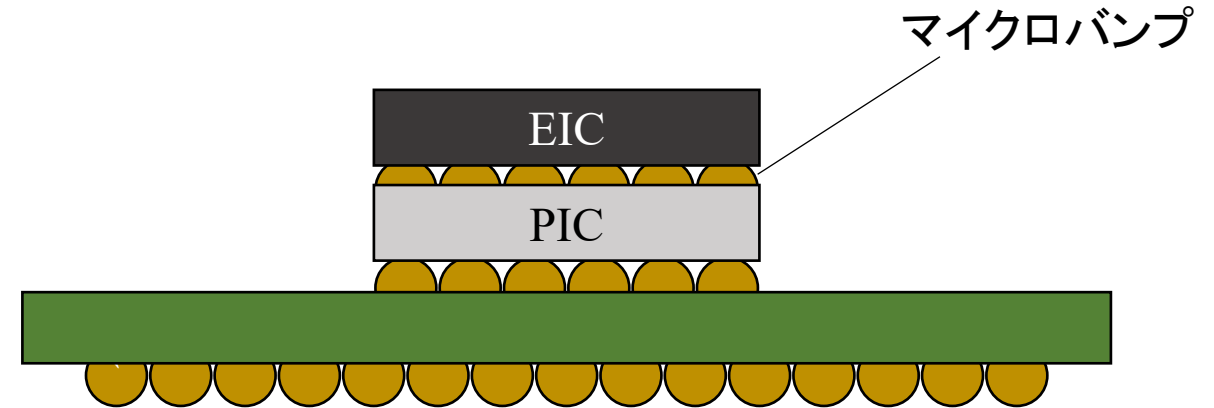


部品を高密度につなぎ、一つの製品として成立させる技術

2D実装(ワイヤボンディングの例)



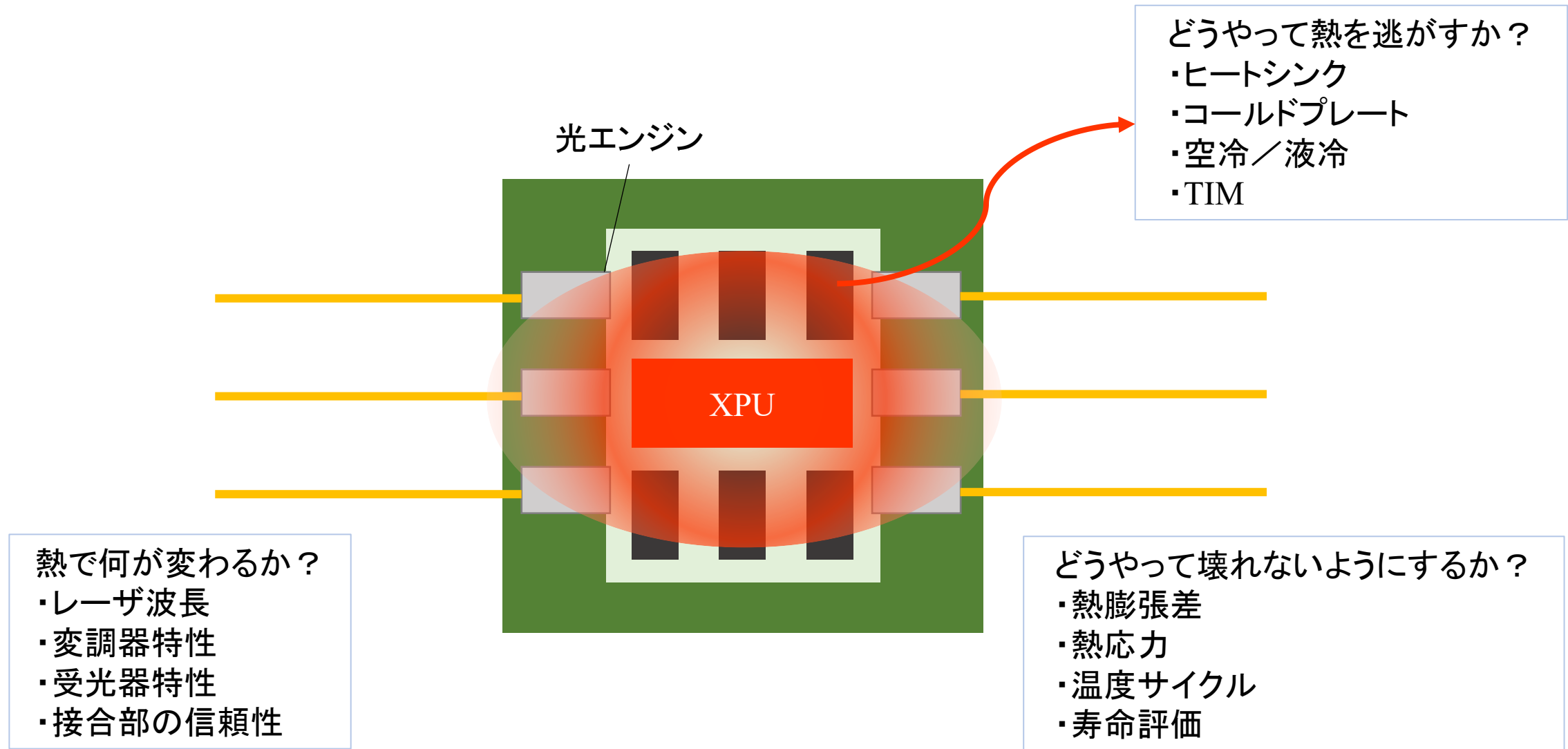
3D実装(フリップチップの例)



どうやってチップ同士をつなぐか？

- ・フリップチップ
- ・マイクロバンプ
- ・インターポーザ
- ・2.5D／3D実装

部品を高密度につなぎ、一つの製品として成立させる技術

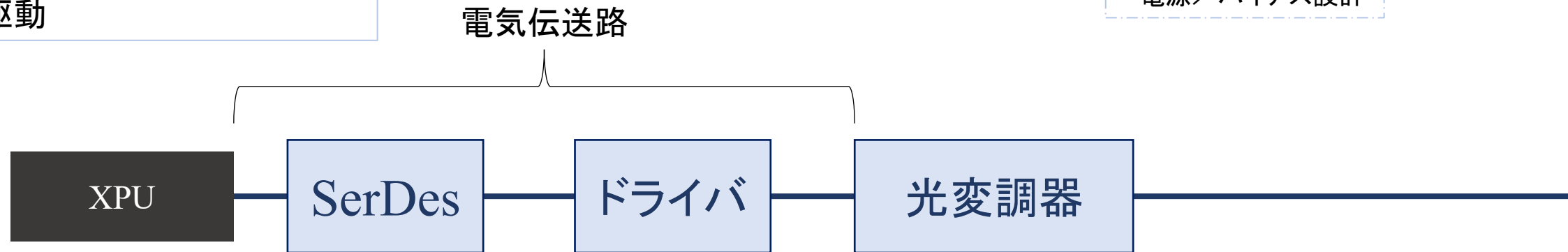


発生した熱を適切に拡散・排熱し、温度と信頼性を管理する技術

どうやって光デバイスを動かすか？

- ・ドライバ
- ・SerDes
- ・変調器駆動

- ・電気電子回路設計
- ・RLC回路
- ・トランジスタ回路
- ・増幅・駆動回路
- ・電源／バイアス設計



どうやって信号を崩さずに送るか？

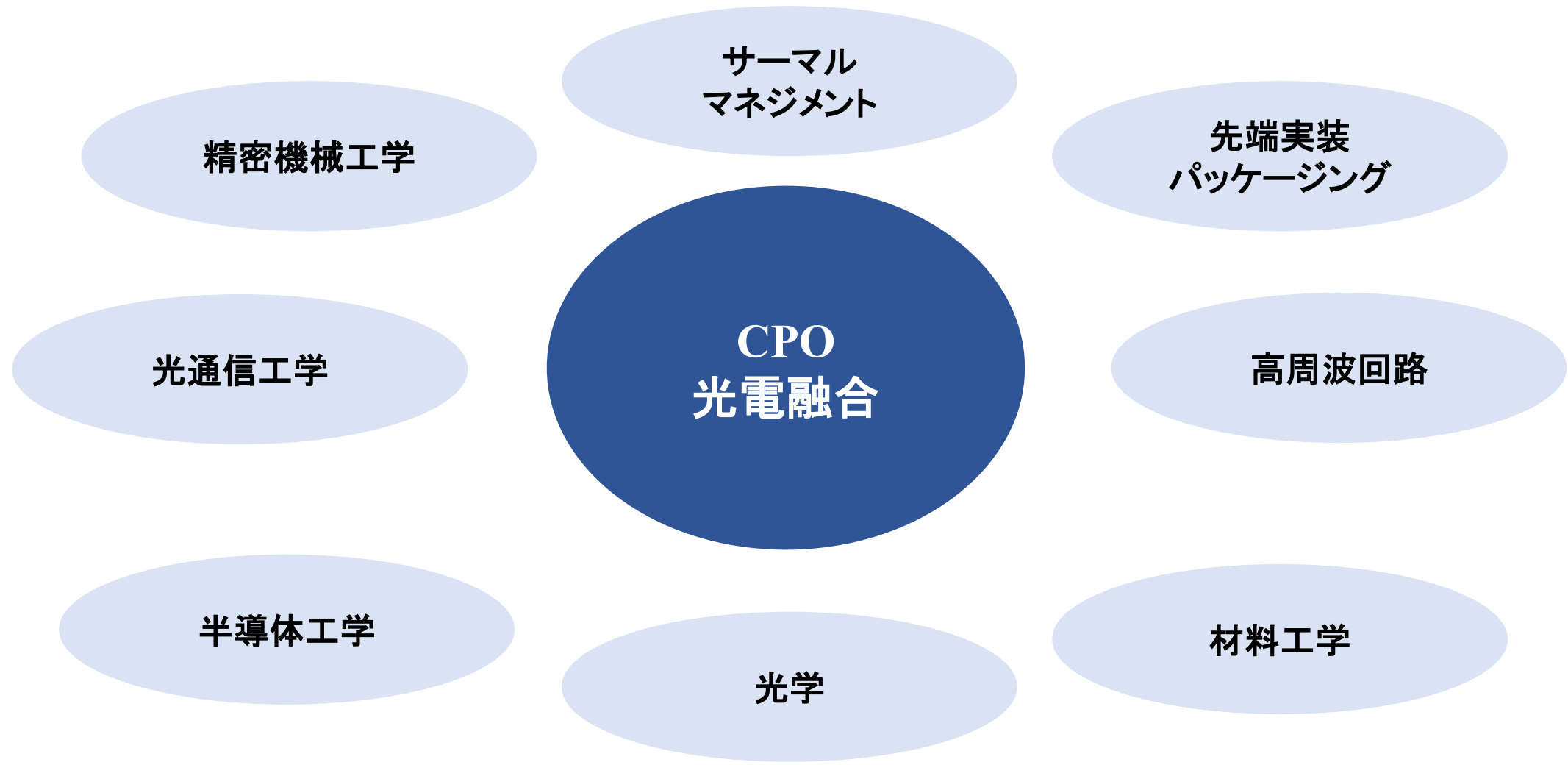
- ・伝送線路
- ・インピーダンス整合
- ・損失、反射

どうやって性能を確かめるか？

- ・アイパターン
- ・Sパラメータ
- ・BER

高速な電気信号を崩さずに伝え、光デバイスを駆動する技術

実現のために必要な分野は？



- 現在の最先端光通信を代表する分野の一つが、AIデータセンタ向けCPO
- 幅広い工学分野にまたがって成立している
- マジで勉強大変
- でも色々な専門から参加できる

参考文献(推薦図書?)



アンケートにご協力お願いします！

今後の集会をよりよいものにしていくため、アンケートにご協力お願いします！

URL: <https://forms.gle/CEXFThbEz4JH7oqC6>

(URLは公式Xのプロフィールにも貼っております！)

今回の合言葉:0808



通信工学集会とは？

開催日：隔週 第2, 4 土曜日 21:00～22:00 (LT 21:30～21:45)

主にLT、雑談、交流会を開こうと思ってるよ！！

通信工学についてあまり知らない人でも参加できる集会を目指してます

公式X @vrcce_official (https://x.com/vrcce_official)

タグ #VRCCE #VRC通信工学集会

発表者は随時募集中！

募集方法

- 技術・学術系イベントHubからLT申請 (<https://vrc-ta-hub.com/community/101/>)
- 公式X @vrcce_officialにDM (https://x.com/vrcce_official)

テーマは通信工学に関連するものならOK！（なるべく初心者にもわかりやすく発表してね）

発表時間目安：15～20分

Discordにて連絡が取れる方に限ります（XのDMでの対応も可，応相談）

今後の予定

第7回(8/22) 通信ってぶつからないの？ ～Wi-Fiや5Gを支えるOFDM～

第8回(9/12) 通信ってぶつからないの？ ～みんな同時に話せるCDMA～

※予定は変更になる可能性があります。詳細は公式XやHubにてご確認をお願いします。

最先端の光通信は何でできている？

— CPOを支える要素技術 —

kubosan