

光トランシーバ市場

主要企業 財務・技術・リスク分析

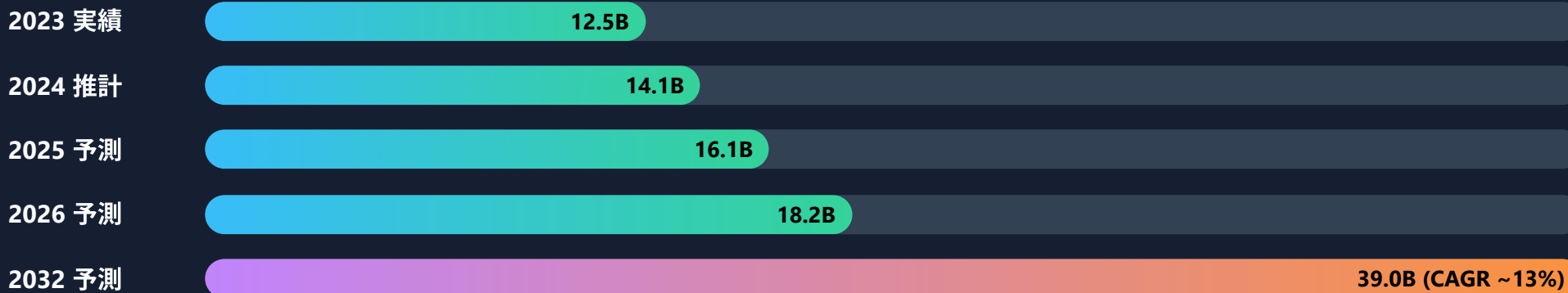
AI需要とクラウドインフラが牽引する1.6T/CPO時代と
サプライチェーンにおける日系・欧州企業の真の価値

対象企業: Broadcom, NVIDIA, Cisco, Ciena, 欧州(Nokia等), Innolight, Eoptolink, Lumentum, Coherent等
注目日系企業: 住友電工, 古河電工, フジクラ, エンプラス, 山一電機, NTTイノベーティブデバイス

1. 光トランシーバ市場 成長予測

AIデータセンタ（GPUクラスタ）の巨大化により、ネットワーク帯域の要求が爆発的に増加。400Gから800G、そして1.6Tへの移行が過去にないスピードで進んでいます。

市場規模予測 (USD Billion)



データセンタ系 (短距離)

- 主用途: AIファブリック、DCI
- 技術: IM-DD, VCSEL, SiPh
- トレンド: 800G→1.6Tへの急速な移行。消費電力削減のためのLPOやCPOへの関心。

基幹系 (長距離)

- 主用途: 通信キャリア、バックボーン
- 技術: コヒーレント, 高出力EML
- トレンド: 400G ZR/ZR+の普及と、次世代800Gコヒーレントの実装。

2. Broadcom (3/3): 供給リスクと対策

BROADCOM

供給リスク・ボトルネック

主要リスク要因

- **先端ファブ依存 (TSMC):** 最新DSPは3nmプロセス等を使用するため、TSMCのキャパシティ逼迫が直撃する。
- **消費電力の壁:** DSPが高性能化するほど発熱が増大。プラグブルモジュールの熱設計限界（OSFPで約30W）が迫る。
- **CPOエコシステムの未成熟:** CPOは技術的に可能でも、保守性や実装歩留まりの面でハイパースケーラーの抵抗がある。

(昇) 昇 昇 昇 昇



発生確率 (高)

3. NVIDIA (1/3): 財務・システム需要

NVIDIA

財務・出荷実績

Mellanox買収によりネットワーク部門を内製化。GPUクラスタを構築するためのInfiniBandおよびEthernetスイッチと光モジュールをシステムとして販売。

ネットワーク部門 売上推移 (推計)

2023

~\$6.8B

2024

~\$10.0B+

※データセンタ部門内のネットワーキング収益

ビジネスモデルの特徴

- **バンドル販売:** GPUと、それを繋ぐスイッチ、トランシーバを「SuperPOD」としてセット販売。
- **巨大な自社消費:** 外部にトランシーバを売るだけでなく、自社エコシステム構築のために世界最大の光トランシーバ消費者の1つとなっている。

3. NVIDIA (3/3): サプライチェーン集中リスク

NVIDIA

供給リスク・ボトルネック

特定サプライヤーへの依存

- **トランシーバの外部依存:** モジュールの製造自体はInnolight等に大きく依存しており、地政学リスクを直接受ける。
- **熱管理の複雑化:** Blackwell世代以降の液冷標準化。光モジュールも液冷環境下での動作制約を受ける。
- **SiPh製造能力:** 将来の光I/O統合に向けて、SiPhファウンドリの製造キャパシティ確保が急務。

地政学リスク (Geopolitical Risk)

モジュール組み立ての多くが中国系企業で行われている。米国政府の規制強化時、サプライチェーンの再構築（東南アジア・メキシコシフト）がボトルネックとなる。

4. Cisco (1/3): Acacia買収と光学内製化

CISCO

財務・出荷実績

Acacia Communicationsの買収により、世界トップクラスのコヒーレント光DSPおよびシリコンフォトニクス技術を手中に収めた。

事業構造の変化

- **ルータから光コンポーネントへ:** Acaciaブランドを通じた光モジュール/DSPの外販が強力な収益源に。
- **Routed Optical Networking:** IPルータに直接DWDMコヒーレントモジュールを挿すアーキテクチャを推進。

シスコの強み

「Cisco Silicon One」(ASIC) と「Acacia」(光DSP/モジュール) の垂直統合。ルータのポートに直接長距離用プラグブルを挿すことで、通信キャリアの設備投資と消費電力を劇的に削減。

4. Cisco (2/3): コヒーレント技術ロードマップ

CISCO

技術・ロードマップ

現状 (400G ZR/ZR+)

AcaciaのDSPを活用した400G ZR/ZR+モジュールがDCI（データセンタ間接続）で大成功。

短期 (800G プラガブル)

CIM 8: 1.2Tに対応するコヒーレントDSP（Jannu）を搭載したモジュールで大容量伝送を実現。

次世代 (1.6T & SiPh)

変調器、受光器をシリコンチップ上に集積し小型化・低消費電力化。データセンタ内の短距離用途への展開。

4. Cisco (3/3): システム vs 部品のジレンマ

CISCO

供給リスク・ボトルネック

戦略的リスク

- **カニバリゼーション:** プラガブル光モジュールの性能向上は、自社のレガシー伝送装置ビジネスの売上を侵食する。
- **競合への供給:** AcaciaのモジュールはCiscoの競合（Arista等）のスイッチでも使用される。
- **AI短距離モジュールでの立ち遅れ:** 長距離コヒーレントでは無双だが、AIクラスタ内の短距離では中国専門メーカーにシェアを譲っている。

5. Ciena (1/3): 光伝送装置の巨人

CIENA

財務・出荷実績

通信キャリアやDCI向けの光伝送システムで世界トップシェアを争う。内製のコヒーレントDSP「WaveLogic」がコア競争力。

総売上推移 (推計)

2023

~\$4.3B

2024

~\$4.0B (在庫調整)

市場でのポジション

- **長距離・海底ケーブル:** 過酷な環境・長距離伝送において、CienaのDSP技術は他を寄せ付けない性能を誇る。
- **クラウド事業者への食い込み:** ハイパースケーラーのDCI市場において高シェア。

5. Ciena (2/3): WaveLogicの進化

CIENA

技術・ロードマップ

パフォーマンス最適化（組み込み型）と、フットプリント最適化（プラグブル型）のデュアル戦略。

第5世代 (WaveLogic 5)

WL5e: 1波長800Gの伝送を実現。長距離・海底のデファクトスタンダード。

WL5n: 400G ZR等のプラグブルモジュール向けDSP。

第6世代 (WaveLogic 6)

WL6e (3nm採用): 業界初の1波長1.6TコヒーレントDSP。シャノン限界に迫る伝送効率。

WL6n: 800Gコヒーレントプラグブル向け。

5. Ciena (3/3): 通信インフラ特有のリスク

CIENA

供給リスク・ボトルネック

主要リスク要因

- **Telco Capex依存:** 通信事業者（キャリア）の設備投資計画に売上が大きく左右される。
- **プラグブル化による単価下落:** Ciscoが推し進めるルータ直挿しの普及は、高価な伝送専用装置市場を縮小させるリスク。
- 先端DSP（3nm等）開発費の高騰。

6. 欧州メーカー (1/2): 光伝送インフラの巨人

NOKIA

Nokia (フィンランド)

Alcatel-Lucentの買収を起源とする光ネットワーク部門。CienaやHuaweiと世界トップシェアを争う長距離・海底ケーブルインフラの支配者。

光ネットワーク関連部門の存在感

モバイル通信機器のイメージが強いが、強靱な光伝送インフラ（Optical Networks）事業を持ち、世界の基幹通信網を構築。欧州における地政学的なセキュリティ観点でも最重要ベンダー。

自社製DSP「PSE (Photonic Service Engine)」

- **内製コヒーレントDSP:** 最新世代の「PSE-6s」は、5nmプロセスを採用し、1波長あたり最大1.2Tbpsの伝送と消費電力の劇的な削減を実現。
- **オープン化への対応:** PSE DSPを搭載したコヒーレント・プラガブルモジュール（400G/800G）の外販・エコシステム提供にも注力。

6. 欧州メーカー (2/2): 欧州が支配する「実装と研究」基盤

ficonTEC / imec

ficonTEC (ドイツ): シリコンフォトニクス量産のデファクトスタンダード

光トランシーバやCPOを製造する際、髪の毛より細い光ファイバやレーザをナノメートル単位の精度でチップに自動接続（調芯・アライメント）し、テストする自動組み立て装置において世界市場をほぼ独占。Innolightなどの量産強者も、同社の装置なしでは製品を作れない。

imec (ベルギー): 世界最高峰の半導体・SiPh研究機関

シリコンフォトニクスのプロセス技術開発において、世界中のファウンドリやチップメーカーの基準となるプロトタイプング環境を提供。次世代の光トランシーバ技術や光電融合デバイスは、多くが欧州のこの研究エコシステムから産まれている。

7. Zhongji Innolight (1/3): 驚異的なモジュール量産力

財務・出荷実績

AIデータセンタ向け光トランシーバモジュール市場シェア世界No.1。NVIDIAやGoogle等の要求する凄まじいボリュームに応える量産強者。

トランシーバ売上推移 (推計)



強みの源泉

- **Time-to-Market:** 400G、800Gモジュールの開発・量産立ち上げスピードが圧倒的。
- **ハイパースケーラーとの蜜月:** 米国メガクラウドのロードマップに完全に同期。
- 部品は外部調達し、パッケージングとテストに特化するビジネスモデル。

7. Innolight (2/3): 1.6T量産化へのシフト

INNOLIGHT

技術・ロードマップ

現状 (400G/800G)

OSFP / QSFP-DD 800Gモジュールの大量出荷。
SiPhベースおよびEMLベースの両方をラインナップ。

短期 (1.6T OSFP)

1.6T (8x200G) モジュールの顧客認証を完了し、量産出荷を開始。LPO/LROの提案も積極化。

中長期 (CPO/次世代実装)

CPO用外部光源 (ELSFP) やSiPhチップレットパッケージング技術を蓄積。

7. Innolight (3/3): 最大の懸念は「地政学」

INNOLIGHT

供給リスク・ボトルネック

チャイナリスクとデカップリング

- **輸出入規制:** 米国製の先端DSPチップを輸入し、中国で組み立て、米国に輸出するモデルは規制強化が直撃する。
- **生産拠点の移管:** 東南アジアへの工場シフトを進めているが、歩留まり確保が課題。
- **コア部品の依存:** EMLレーザ等は欧米・日本からの調達に依存。

8. Eoptolink (1/3): 新興の量産チャレンジャー

EOPTOLINK

財務・出荷実績

Innolightを猛追する中国モジュールメーカー。北米市場でのシェア拡大が顕著。

トランシーバ売上推移 (推計)

2023

~\$0.9B

2024

~\$1.4B+

成長要因

- Innolightのセカンドソースとしての地位確立。
- 価格競争力と、顧客のカスタム要件に対する柔軟な対応力。

8. Eoptolink (2/3): LPOと最先端フォームファクタELOPTOLINK

技術・ロードマップ

注力技術領域

- **LPO:** DSPを省き、消費電力と遅延を削減する技術提案で業界をリード。
- **高密度パッケージング:** OSFP-XDなど、次世代の高密度・高熱放散フォームファクタのプロトタイピングに注力。
- シリコンフォトニクスベースの800G/1.6Tモジュールの拡充。

8. Eoptolink (3/3): 価格競争と品質維持

供給リスク・ボトルネック

(高) 発生確率



発生確率 (高)

リスク要因

- Innolightと同様のチャイナリスク。
- 急速なスケールアップに伴う品質保証の維持。
- LPO技術のエコシステムが確立しない場合のリスク。

9. Lumentum (1/3): 光源（レーザ）の世界的リーダー

財務・出荷実績

モジュールメーカーに心臓部である「レーザチップ」を供給する光コンポーネントの巨人。

総売上推移 (推計)



事業の特徴

- 通信用光部品と、3Dセンシング用レーザが二本柱。
- **EML:** 長距離・高速伝送に不可欠な高品質EMLチップの圧倒的な市場シェア。

9. Lumentum (2/3): EML進化と外部光源

LUMENTUM

技術・ロードマップ

現状 (100G/200G レーン)

800Gモジュール向けの高性能EMLチップの安定供給。

短期 (1.6T対応 EML)

200G/レーン以上の変調速度に耐える次世代EMLチップの歩留まり向上。

中長期 (CPO向け光源)

外部からレーザ光を供給するELSFP等の高出力光源開発に注力。

9. Lumentum (3/3): 高度製造拠点の限界

LUMENTUM

供給リスク・ボトルネック

主要リスク要因

- **化合物半導体ウェハの製造難度:** InP等を用いたレーザチップの製造は非常に難しく、歩留まりの改善が課題。
- **キャパシティの制約:** 800G/1.6T需要急増に対し、EML供給が追いつかないリスク。

10. 欧米コンポーネント・接続の巨人 (1/2): 垂直統合

Coherent (旧II-VI + Finisar)

旧II-VIが光トランシーバの老舗Finisarを買収して誕生。モジュールからレーザ材料まで網羅する世界最大級の垂直統合型メーカー。

ビジネスモデルの強み

- **完全な垂直統合:** InP/GaAsウェハの製造（材料）から、VCSEL/EMLチップ、モジュール組み立てまで一貫生産。
- **サプライチェーン強靱化:** 地政学リスクや部品枯渇リスクが高まる中、自社内でコア部品を確保できる点はハイパースケーラーにとって大きな安心材料。
- **広範なポートフォリオ:** Datacom（AI向け）から Telecom（通信キャリア向けコヒーレント）まで全方位をカバー。

主要テクノロジーと課題

- **200G/レーン技術:** 1.6Tトランシーバに向けた自社製EMLおよびVCSELレーザチップの開発と内製化。
- **CPOエコシステム:** 次世代CPO向けの高出力な外部光源モジュール（ELS）の開発を主導。
- **リスク:** 多岐にわたる事業ポートフォリオを持つが故の経営資源の分散と、Innolight等 中国アセンブリ専門メーカーとの熾烈な価格・スピード競争。

10. 欧米コンポーネント・接続の巨人 (2/2): インターコネク ト

US Conec / Amphenol

1.6T/3.2T時代において、スイッチのフロントパネルにいかに多くの光ファイバを物理的に挿すかという「高密度接続」の限界を突破するキープレイヤー。

US Conec (米国 / 非上場)

高密度光コネクタのデファクトスタンダード: MTP/MPOコネクタのパイオニア。1.6T化等でファイバ本数が激増する中、さらに極小化された次世代コネクタ（VSFF: Very Small Form FactorのSNコネクタやMDCコネクタ）の規格を主導し、実装スペースの物理的限界を解決する。

Amphenol (米国)

インフラ接続の総合デパート: 世界最大級のインターコネクト企業。光トランシーバモジュール単体の製造だけでなく、ラック内の高速銅線ケーブル（DAC）、アクティブ光ケーブル（AOC）、そして基板用高速コネクタまで、ハイパースケーラーの物理配線インフラを網羅的に提供する。

11. 日系メーカーは無視できるか？

最重要サプライチェーン

結論：絶対に無視できない。彼らがいないと1.6Tは完成しない。

光トランシーバモジュール全体のシェアランキングには上位に顔を出しませんが、「コア部品・材料・装置」を見ると、**日系企業が世界を独占**しています。

光・化合物半導体 / DSP

モジュールの心臓部であるInP系レーザーや世界最高峰のDSPチップ。高度な材料工学と回路設計の結晶。

(住友電工、古河電工、NTT)

微細光学部品 (レンズ)

ナノメートル単位の精度でレーザー光をファイバに導くレンズや接続技術。

(エンプラス、フジクラ)

高周波テスト・実装

800G/1.6Tモジュールの電気信号の完全性を担保・検査する超高周波ソケット。

(山一電機)

11. 日系メーカー (1/3): 電線・デバイス3社

住友電工 / 古河電工 / フジクラ

住友電工 (Sumitomo Electric)

光デバイス・EMLの世界的高シェア: データセンタ向けトランシーバのコア部品（EMLチップ等）を供給。通信キャリア等の高信頼性が求められる領域でモジュール自体も製造。

古河電工 (Furukawa Electric)

コヒーレント通信とポンプレーザの王者: 長距離伝送において不可欠な、波長可変レーザ（ITLA）や光アンプ用ポンプレーザで世界トップクラス。

フジクラ (Fujikura)

光接続・シリコンフォトリソ実装: 特殊光ファイバや融着接続機でインフラ構築を支援。次世代CPOに向けたオプティカル・パッケージング技術に強み。

11. 日系メーカー (2/3): 縁の下の力持ち

エンプラス / 山一電機

エンプラス (Enplas)

プラスチック微細レンズの覇者

- **圧倒的シェア:** データセンタ用トランシーバ向け極小レンズアレイにおいて独占的なシェアを握る。
- **1.6Tでの壁:** レーン数が増え、SiPhが普及する中、複雑なビーム整形や低損失結合が求められ、エンプラスへの依存度がさらに高まっている。

山一電機 (Yamaichi)

超高周波テストソケット

- **技術的優位性:** 1レーンあたり200Gbpsの超高速電気信号を、劣化なしに伝送しテストするコンタクトピン技術。
- **市場支配:** モジュールメーカー（Innolight等）やハイパースケーラーのラボにおけるQSFP-DD / OSFP向けテストインフラとしてデファクトスタンダード。

11. 日系メーカー (3/3): 次世代光ネットワークの要

NTTイノベティブデバイス (IOWN)

NTTイノベティブデバイス (非上場)

旧NTTエレクトロニクス（NEL）等とNTT研究所のハードウェア部門を統合。ゲームチェンジャーとなる「IOWN構想」の物理レイヤを担う、日本における最重要プレイヤー。

コヒーレントDSPの世界的プレイヤー

- **実績:** 400G/800G長距離伝送用のデジタル信号処理回路（ExaSPEED）を自社開発。
- **立ち位置:** CiscoやCiena、Marvellと並ぶ、世界でも数少ない超高性能DSPのプロバイダー。海外システムベンダーへの外販でも強いプレゼンスを持つ。

光電融合 (Photonics-Electronics Convergence)

- **パラダイムシフト:** LSIと光素子をチップレベルで統合する「光電融合デバイス」の開発を主導。
- **ロードマップ:** CPOから、最終的にはプロセッサ内に光通信を直接埋め込むレベルへの進化を目指し、AIデータセンタの電力問題を根本から解決する。

12. サマリーと戦略的示唆

生態系の構造 (Ecosystem Structure)

光トランシーバ市場は単一のメーカーが支配しているわけではなく、高度に分業化された技術エコシステムで成り立っている。

- **ルールメイカー:** Broadcom, NVIDIA (DSP、スイッチASICで規格と需要を決定)
- **システム・コヒーレント覇者:** Cisco, Ciena, Nokia (長距離インフラの垂直統合)
- **アセンブリ/量産強者:** Innolight, Eoptolink, **Coherent** (ハイパースケーラーのスピードに応えるアジリティと垂直統合)
- **コアテクノロジー・接続:** Lumentum, **US Conec, Amphenol**, 住友電気, エンプラス, 山一電機 (物理的なモジュール製造・接続・検査のボトルネック)
- **次世代ゲームチェンジャー:** NTTイノベーターデバイス (光電融合による抜本的な電力削減)

今後の焦点

1.6Tプラグブルの熱とスペース限界（フロントパネルへの高密度配線）が最大の焦点。CPO（Co-packaged Optics）へ移行するタイミングで、極小コネクタ技術（US Conec等）や光インターフェース実装能力（フジクラ・住友電気等）の価値が劇的に高まる。