

「光ラベルスイッチルータ及び関連機器の紹介」

～ソフトウェア & アプリケーションについて～

インテック・ウェブ・アンド・ゲノム・インフォマティクス
(株)

Agenda

- ★ システム概要
- ★ システム構成(ハードウェア・ソフトウェア)
- ★ ネットワーク構成
- ★ LSP制御(作成・削除)処理の流れ
- ★ システムの特徴
- ★ アプリケーション

システム概要

- ★ 安井教授が考案されたWAPS (Wavelength Assignment Photonic Switch System)について、WAPS網上の通信パス制御及び、資源管理にMPLSを適用したシステム。
- ★ コントロールプレーン上でMPLSのラベル配布プロトコルLDPを動作させ、データプレーン(WAPS網)上の通信パス(LSP)の制御(確立・開放)を行う。

ハードウェア構成

- ★ LSR(CLER, PCTL, LSR-C)
- ★ PSF
- ★ TCB-E(+ONT)
- ★ EPON(OLT)
- ★ MUX/DEMUX兼光アンプ

ハードウェア構成(LSR:CLER)

★ CLER

- MPLSエッジルータ(LER)
- LSP作成/削除要求の起点
- MPLS forwarding機能を有する
- データプレーン通信用にTCB-Eを実装

ハードウェア構成(LSR:PCTL)

★ PCTL

- ★ MPLSコアルータ
- ★ 同一カプラ配下のCLER群が利用するカプラ単位の資源(上り波長・下り波長)を管理
- ★ MPLS(LDP) プロキシとして機能する
- ★ データプレーンは持たないため、MPLS forwarding機能を持たない

ハードウェア構成(LSR:LSRC)

★ LSR-C

- ★ MPLSコアルータ
- ★ PSF(複数台)の資源(ポート)管理
- ★ 端末間の距離が長いときは、LSRCを複数用意し、中継系として利用する
- ★ データプレーン上のパス制御を行うが、自身ではデータプレーンを利用しないため、MPLS forwarding機能を持たない

ハードウェア構成(PSF)

- ★ 3x3の光スイッチファブリック
 - ★ 1台あたり同時に3つのスイッチング操作が可能。
- ★ 一度のスイッチング操作により、パス(表と裏)が作成される。
 - ★ 1台あたり最大3つのパス(双方向)又は、6つのパス(片方向)を実現できる。
- ★ WAPSでは表と裏に別の波長(波長対)を割り当てるため、PSF一台は2波長分の資源に相当する

ハードウェア構成(TCB-E)

- ★ 100BASE-TX x9port($\lambda 0 \sim \lambda 8$ に相当)
- ★ ONT(Optical Network Terminal)
 - $\lambda 0$ に関する(光-電変換)
- ★ MUX/DEMUX
 - $\lambda 0 \sim \lambda 8$ の合波・分波器

ハードウェア構成(EPON)

- ★ TCB-EのONTを収容する機器
- ★ EthernetにおけるHUBに近い装置
- ★ 1モジュールあたり32台のONTを収容可能
 - 現在はモジュール2基で、各2台ずつONTを収容

ソフトウェア構成

	CLER	PCTL	LSR-C
MPLS_stack(FEC管理・MPLSフォワーディング機能)	○	—	—
wapsd(資源管理)	○	○	○
mldpd(LDP実装)	○	○	○
psd(PSF制御)	—	—	○
wapsapi(アプリで使うLSP制御ライブラリ)	○	—	—
zebra/ripd (L3経路制御デーモン)	—	○	○

ソフトウェア構成(MPLS_stack)

- ✦ 波長とデバイスの対応表
- ✦ FECとLSP(波長)の対応
- ✦ IPパケットのフォワーディング機能
 - ✦ IPスタック内でパケットの横取り

ソフトウェア構成(MPLS_stack)

★ MPLS_stack[CLER]

- カーネル内MPLSスタック
- LSPに対応するFEC—波長対応表の保持
- FECに対応するパケットを指定波長で送信
- MPLSスタックに対する各種操作はioctl()経由で行う

ソフトウェア構成(wapsd)

★ wapsd[CLER,PCTL,LSRC]

● 資源管理

- 1つのカプラ上の波長(IN/OUT) [PCTL]
- 複数台のPSFのポート(IN/OUT) [LSRC]

● 各種制御

- アプリケーションからのLSP作成・削除要求処理 [CLER]
- TCB-EのI/F UP|DOWN, LD ON|OFF[CLER]
- MPLS_stackのforwarding table操作[CLER]
- psdへのPSF制御要求[LSRC]

ソフトウェア構成(mldpd)

- ★ mldpd[CLER,PCTL,LSRC]

- LDPプロトコルの実装

- “RFC 3036 LDP Specification”

- “RFC 3215 LDP State Machine”

- WAPSの特徴に合わせて、一部プロトコルを
改変

- LDPピアの確立や、LSP作成・削除時のメッ
セージ交換を行う

ソフトウェア構成(psd)

★ psd[LSRC]

- 複数のPSFを統合し、複数波長対応の仮想的な光スイッチ(以下PS)を実現するデーモン
- PSを制御するプログラムはlibps(psдとの通信用ライブラリ)を利用して、psdと通信する

ソフトウェア構成(wapsapi)

★ wapsapi[CLER]

- アプリケーションからLSP作成・削除を行うためのAPI(ライブラリとして実装)
- 付属ツールとしてwapsapiを利用するLSP作成・削除ツールを含む
 - LSP作成: reqlsp
 - LSP削除(Ingress LSR用): rellsp
 - LSP削除(Egress LSR用): wdwlsp

ソフトウェア構成(zebra)

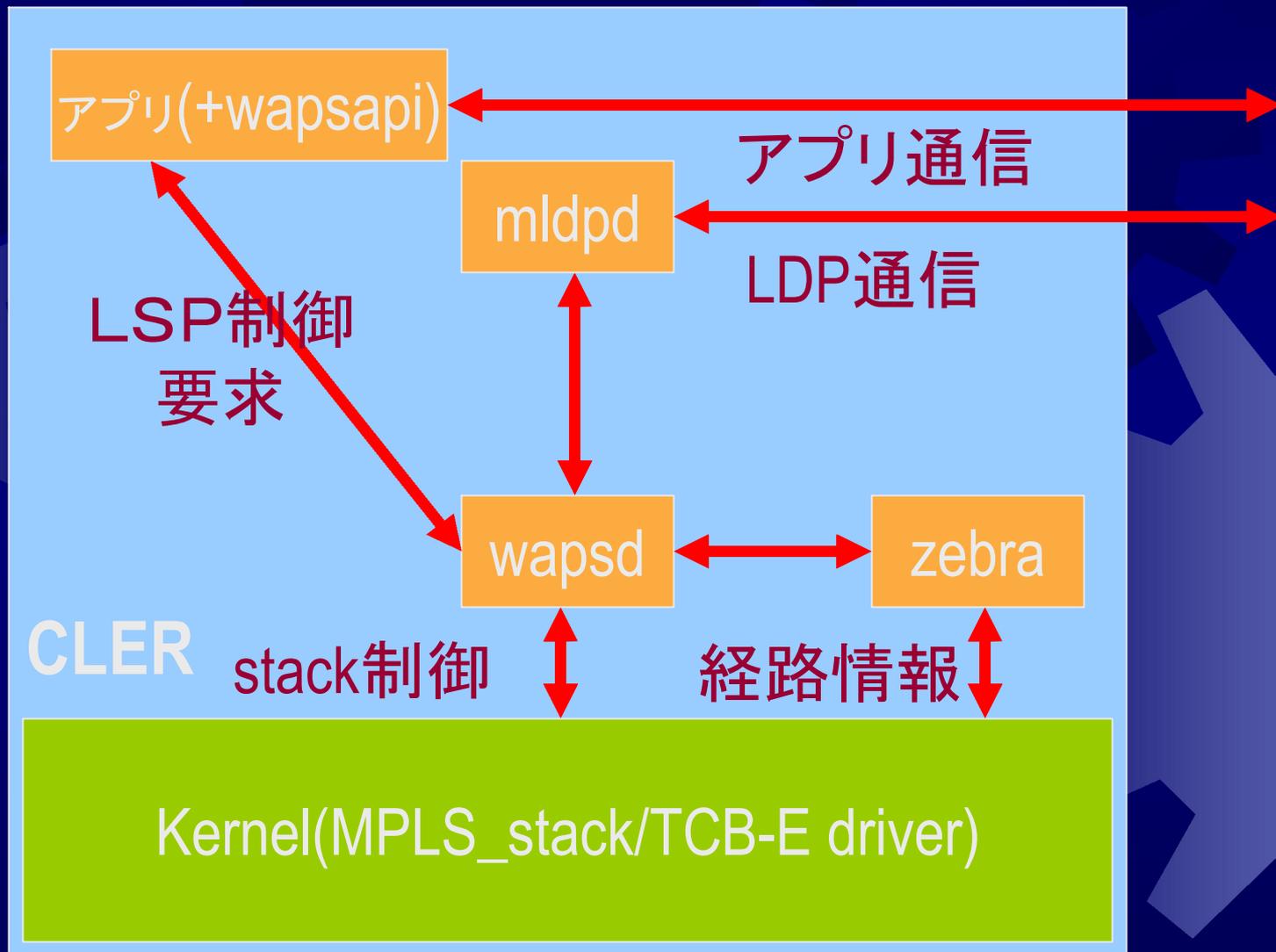
★ zebra[CLER,PCTL,LSRC]

- L3ルーティングマネージャ
- 各種ダイナミックルーティングプロトコル用デーモン(ripdなど)と通信し、カーネル内のL3経路情報に反映させる

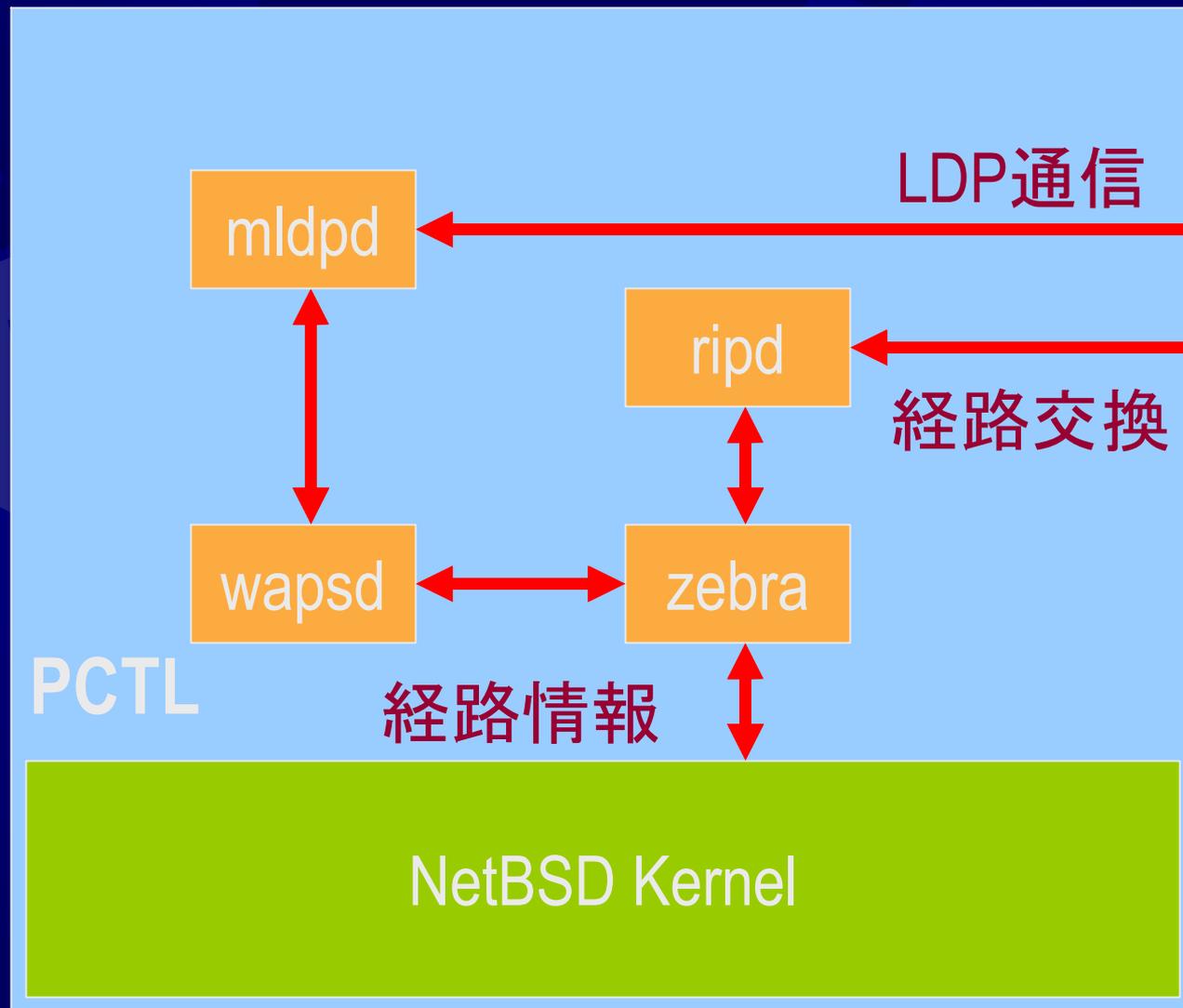
★ ripd[PCTL,LSRC]

- RIPプロトコル用デーモン
- 隣接するルータ間でL3経路情報の交換を行う

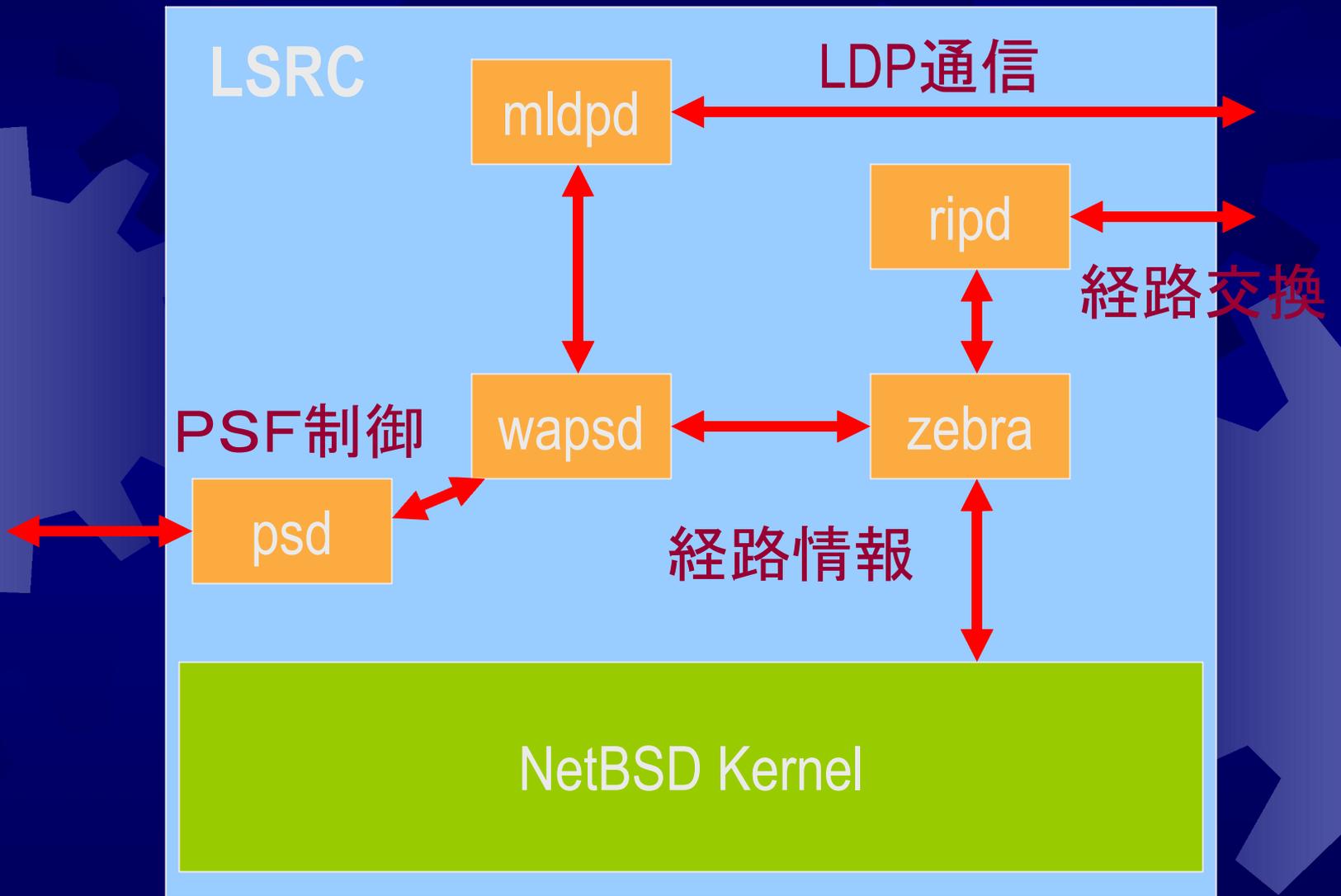
ソフトウェア構成(CLER)



ソフトウェア構成(PCTL)



ソフトウェア構成(LSRC)



ネットワーク接続構成

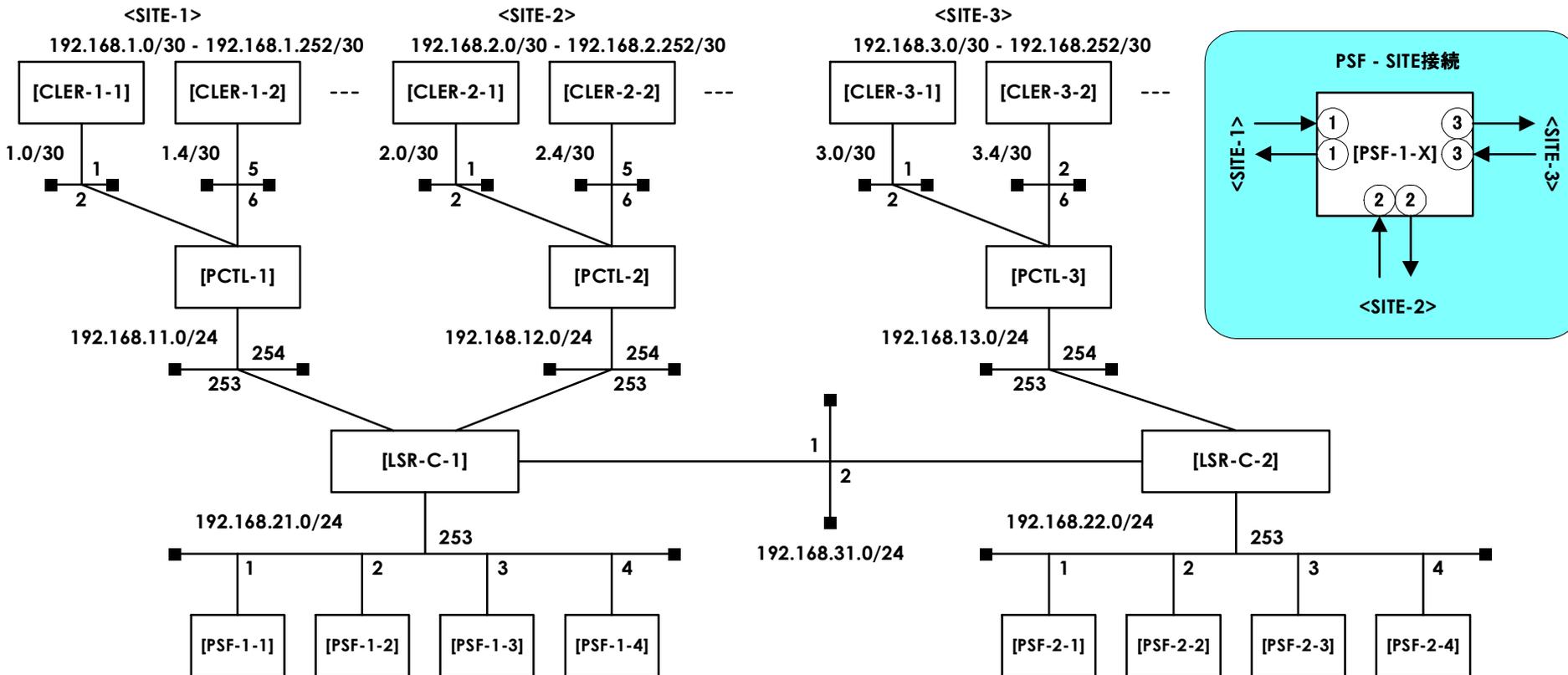
☀ control plane

- ☀ Layer1,2(物理接続)
- ☀ Layer3(IPネットワーク構成)

☀ data plane

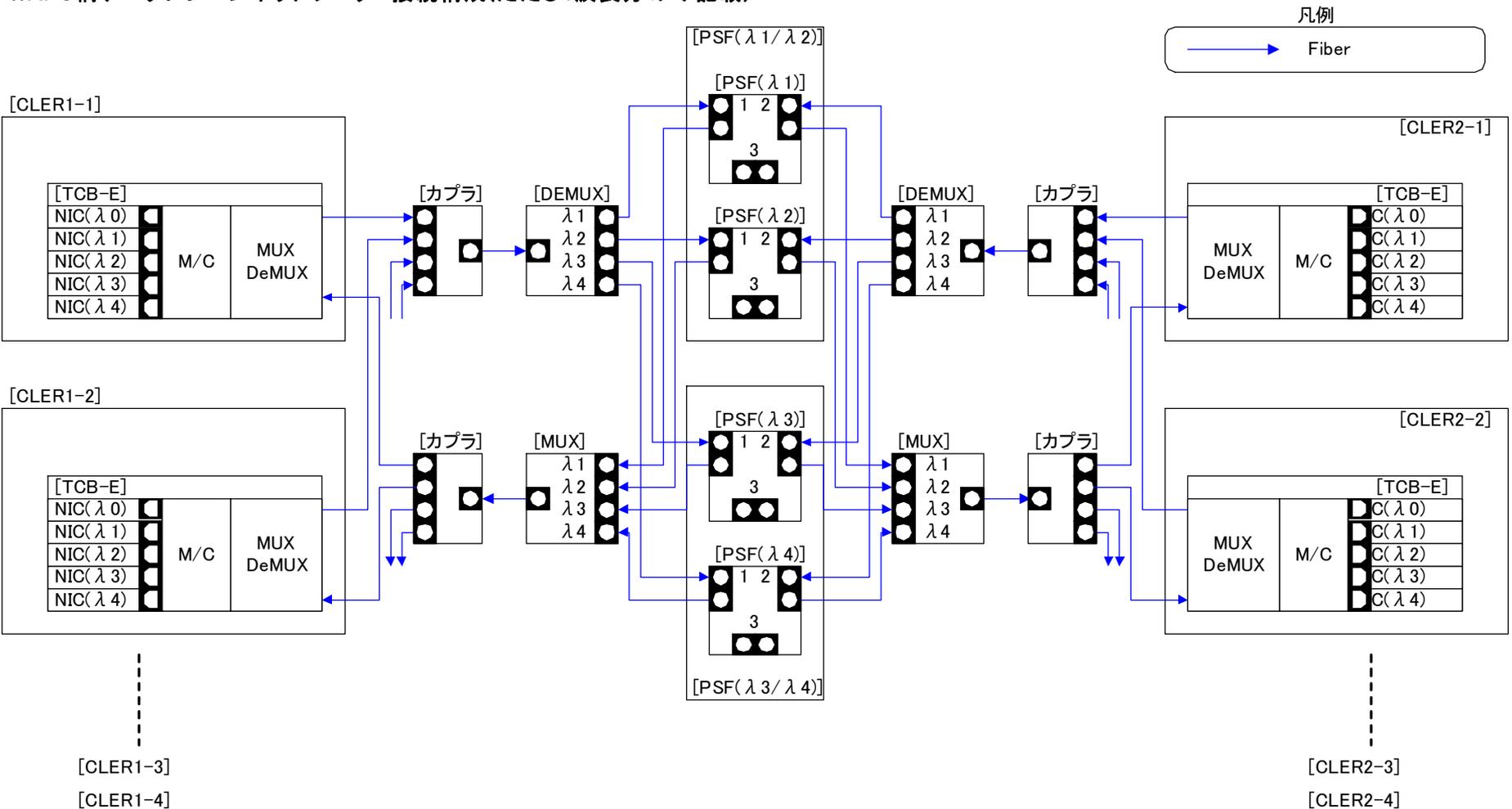
- ☀ Layer1,2(物理接続)
- ☀ Layer3(IPネットワーク構成)

ネットワーク構成構成(control plane)

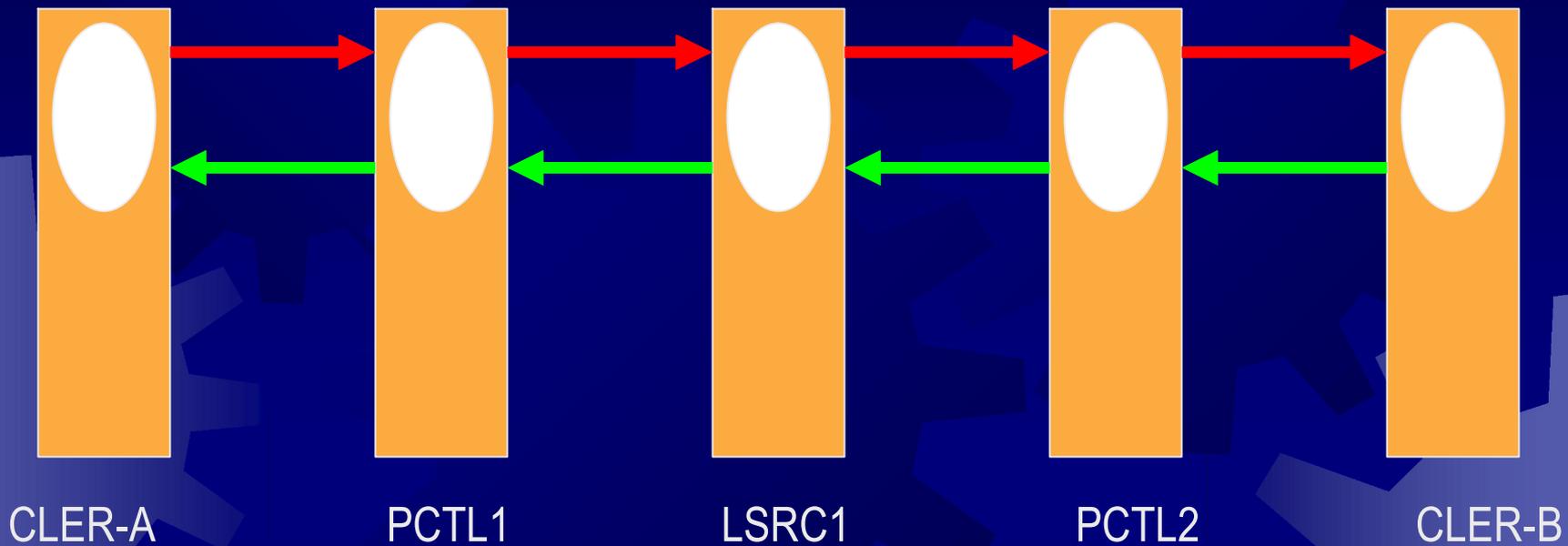


ネットワーク接続構成(data plane)

WAPS網データプレーンネットワーク 接続構成(ただし4波長分のみ記載)



メッセージの流れ (LSP作成時 1/2)



-  : mldpd
-  : LSP control block
-  : Label Request Message
-  : Label Mapping Message

メッセージの流れ (LSP作成時2/2)

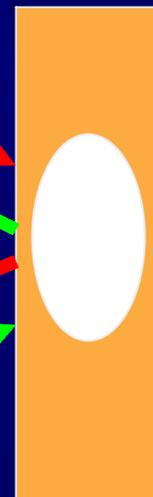
CLER-A



CLER-B



PCTL1



LSRC1



:mldpd



: LSP control block

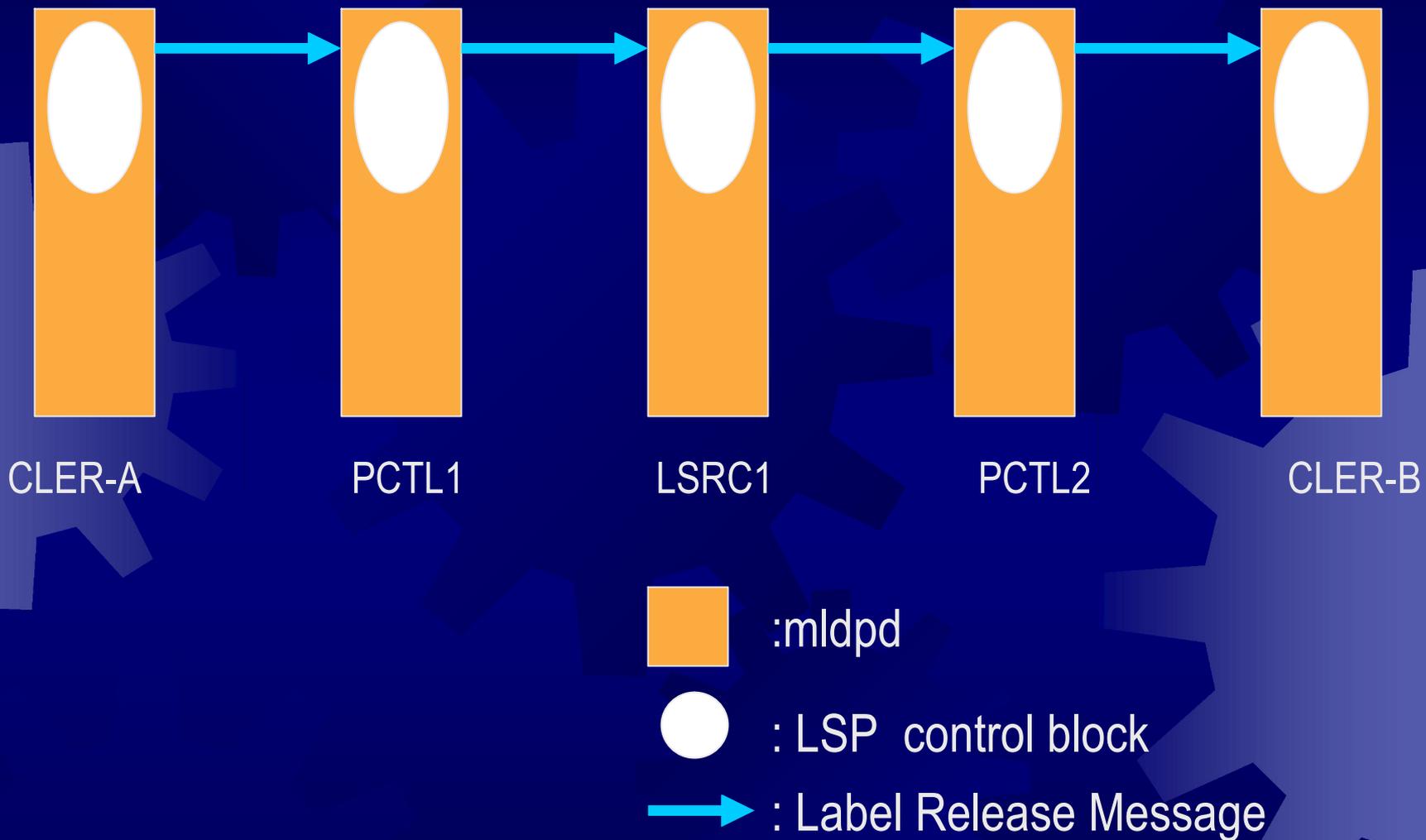


: Label Request Message



: Label Mapping Message

メッセージの流れ (LSP削除時 1/2)



メッセージの流れ (LSP削除時2/2)

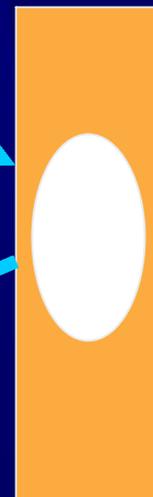
CLER-A



CLER-B



PCTL1



LSRC1



:mldpd

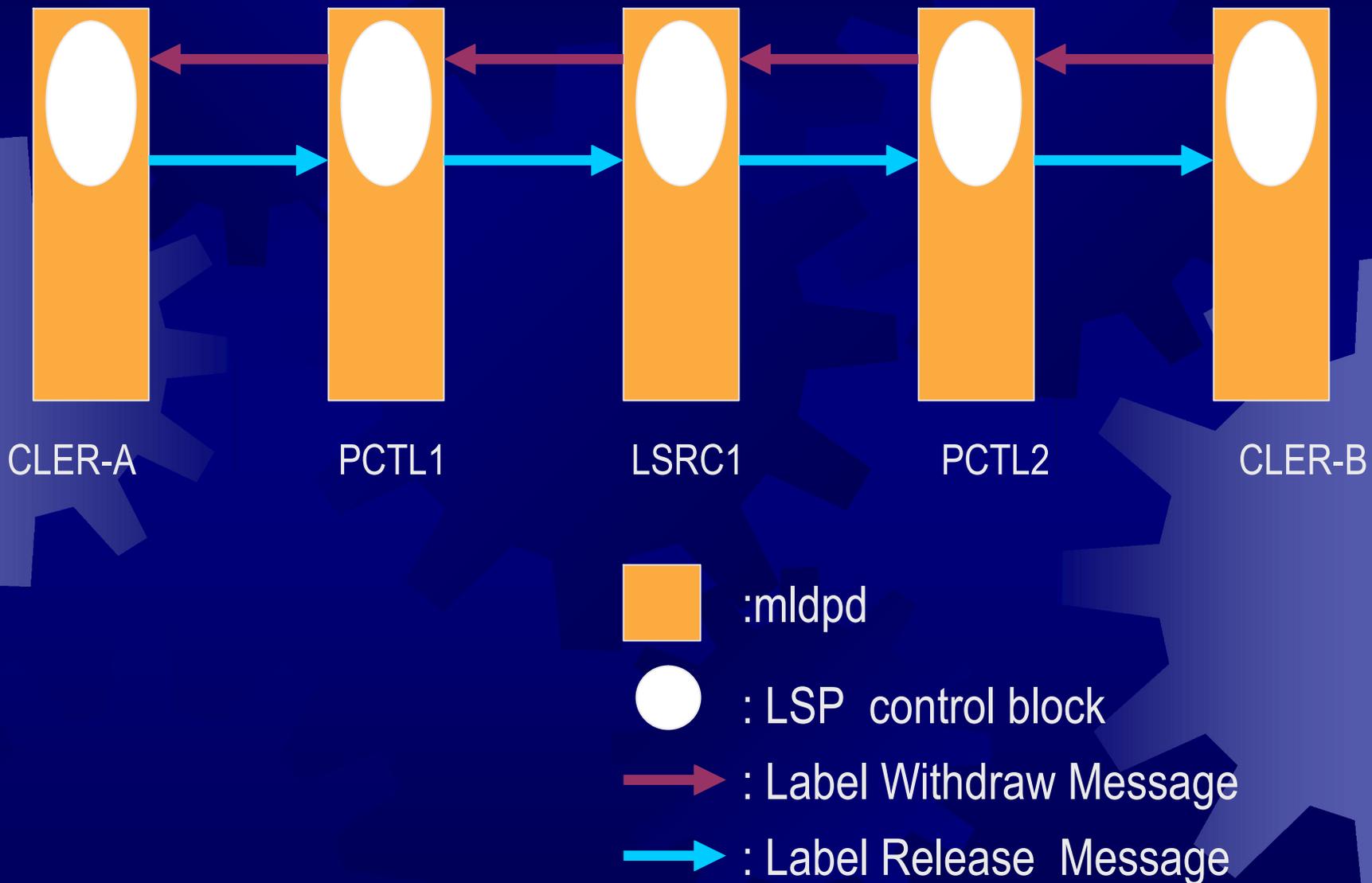


: LSP control block

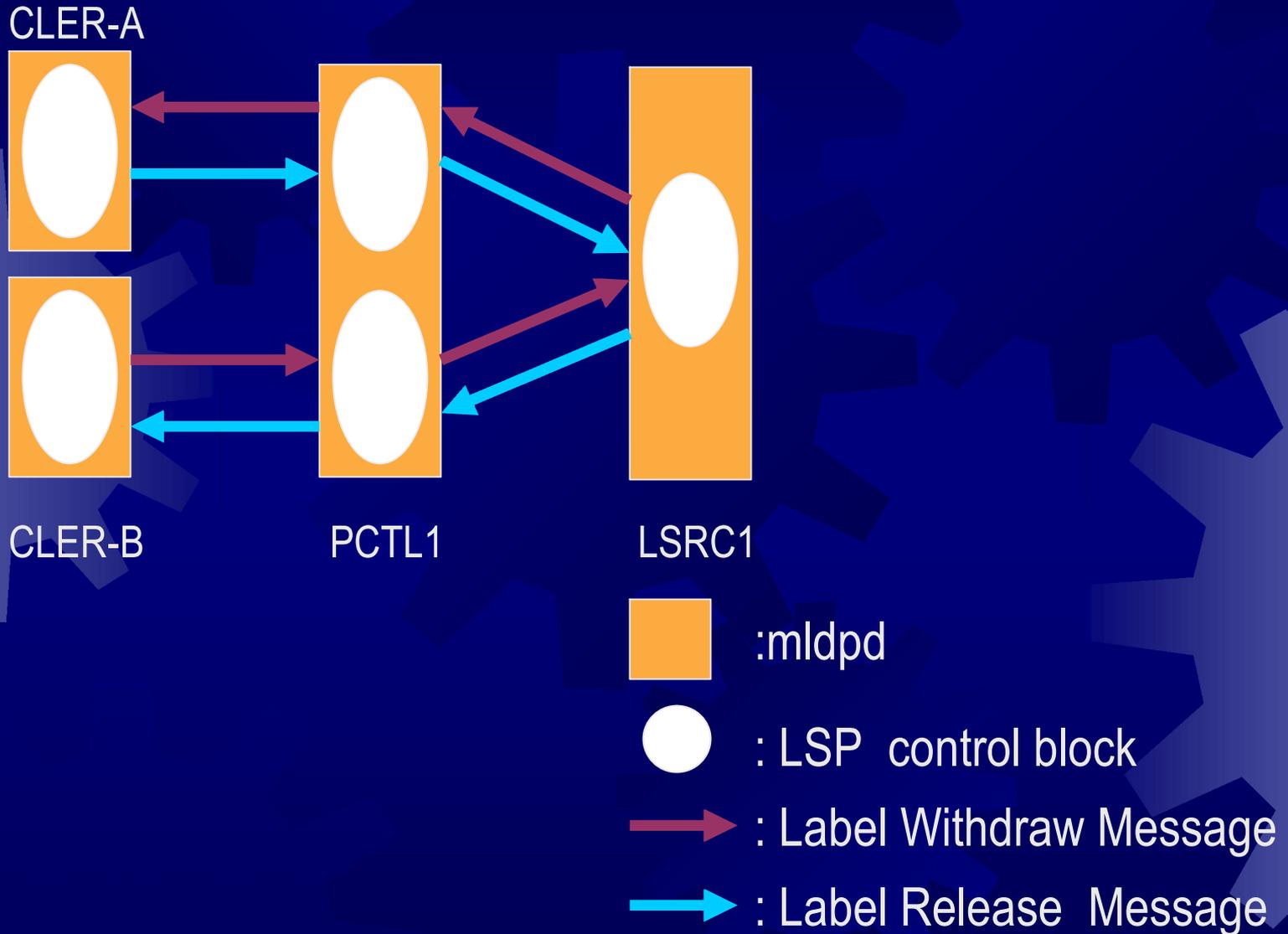


: Label Release Message

メッセージの流れ(逆方向LSP削除時1/2)



メッセージの流れ(逆方向LSP削除時2/2)



システムの特徴

- ★ FECのパラメータ指定による粒度の細かいトラフィック制御が実現可能。
- ★ アプリケーションによるLSP制御。
- ★ 複数のLSPを同時に制御できる。
- ★ 1対多通信に対応したマルチキャストLSPを作成できる。

システムの特徴(FECの拡張)

- ★ FECのパラメータとして
 - 送信元IPアドレス、宛先IPアドレス
 - LSPの方向(片方向、双方向)
 - プロトコル番号(TCP/UDPなど)
 - 送信元ポート番号、宛先ポート番号を含む。
- ★ プロトコルやTCP/UDPポート番号を指定することで、粒度の細かいトラフィック制御が可能。
- ★ プロトコルやTCP/UDPポート番号が無指定の場合、粒度の荒いトラフィック制御も可能。
- ★ 包含関係にあるFECも存在可能。IPパケット送出時には、適合度の高いFECに対応したLSPが選択される。
- ★ WAPSではパスは対制御されるが、それぞれ独立した片方向のLSPとして利用可能。

システムの特徴 (アプリケーションによるLSP制御)

- ★ WAPS網では使用可能なリソースが限られる。網の機能としてL3経路情報を元に自動的にLSPが作成される方式では、リソースが浪費されるため不適。
 - ⇒アプリケーションからのLSP作成・削除要求を起点としてLSPの制御が行われる構成とした。
- ★ アプリケーションは必要に応じてLSPの作成・削除を行うので、使用しないLSPによるリソース浪費が起きにくい。

システムの特徴(同時に複数のLSPを制御)

- ★ LSP作成処理ではend-to-endで制御メッセージの交換及び、光スイッチの制御が行われる。
 - 1本のLSP作成処理には数10[ms]程度の時間を要する。
- ★ 複数の同方向LSPを同時に制御することにより、LSP制御処理時間を短縮。

システムの特徴(1対多通信用LSP)

- ★ WAPSのH/W構成上、データプレーンへ送出されたパケットは宛先カプラ下の全CLERに到達する。
- ★ この特徴を活かし、1対多通信に対応したLSPを作成できる。
- ★ 多地点会議システム等の1対多通信を行うアプリケーションでは、1対1の対向のLSPしか使用できない場合に比べ、リソースを効率的に利用できる。

アプリケーション

★ 新規作成する場合

- ★ 通信処理の前後に、プログラム内から WAPSAPI(ライブラリ)を介してLSP制御(作成・削除)を行う。柔軟にパスの制御が行える。

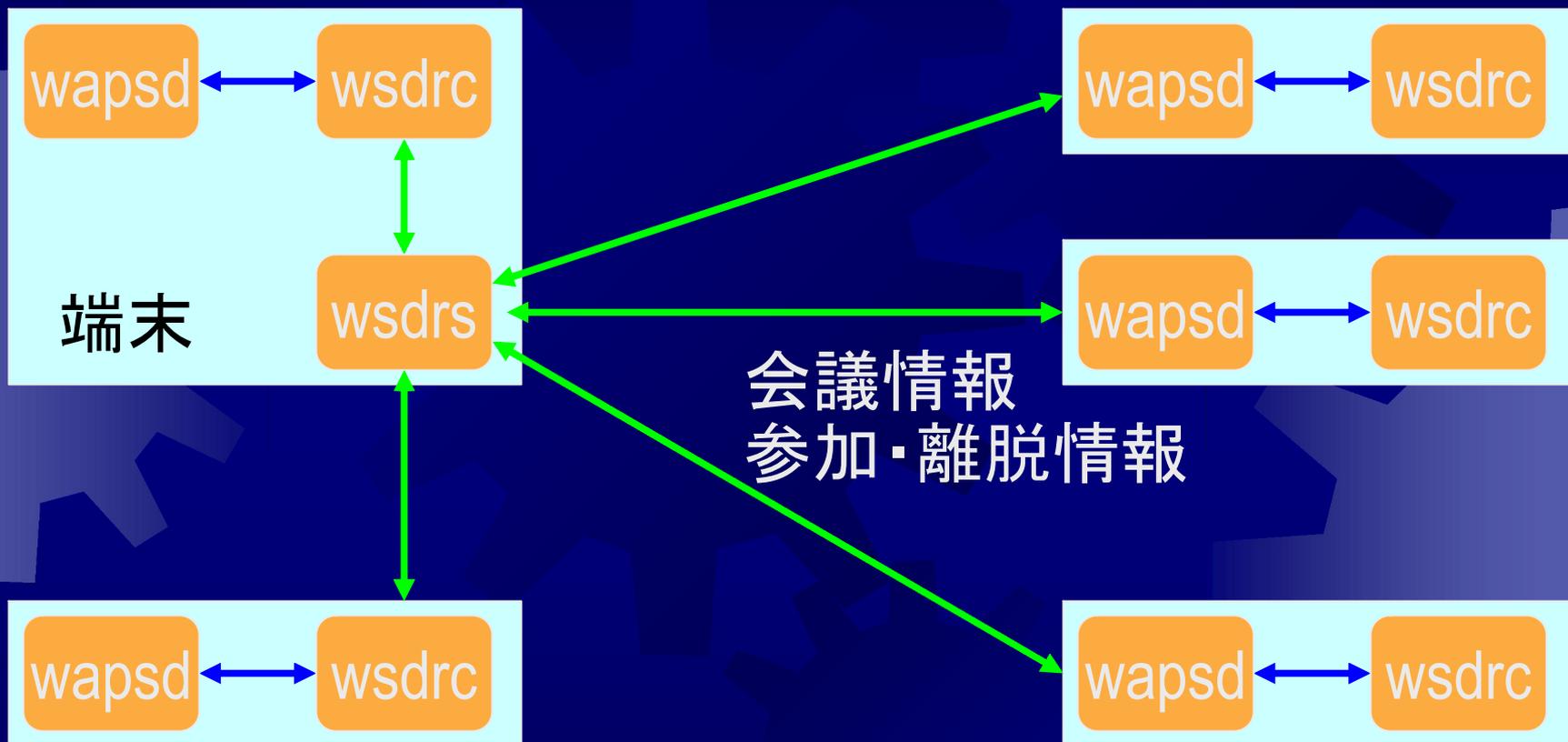
★ 既存ソフトウェアを利用する場合

- ★ LSP作成・削除を行うコマンドと組み合わせて使用することで、既存ソフトウェアでもLSPを利用することが可能となる。プログラムの改変は不要。

アプリケーション(多地点通信システム)

- ★ 会議情報管理ソフト(wsdrs)
 - 会議情報や、会議への参加状況を管理するソフトウェア。
- ★ 会議参加ソフト(wsdrc)
 - 会議参加・離脱時にマルチキャスト用LSPの作成・削除を行うソフトウェア。
- ★ 映像・音声ストリーミングソフトウェア
 - 既存ソフトウェア(Mboneのvic/rat)をWAPSマルチキャスト対応に改変したもの。

アプリケーション(多地点通信システム)



LSP作成・削除要求

アプリケーション(多地点通信システム)

