

Deeply Programmable Network データプレーンプログラム可能性による SDN, NFVの発展

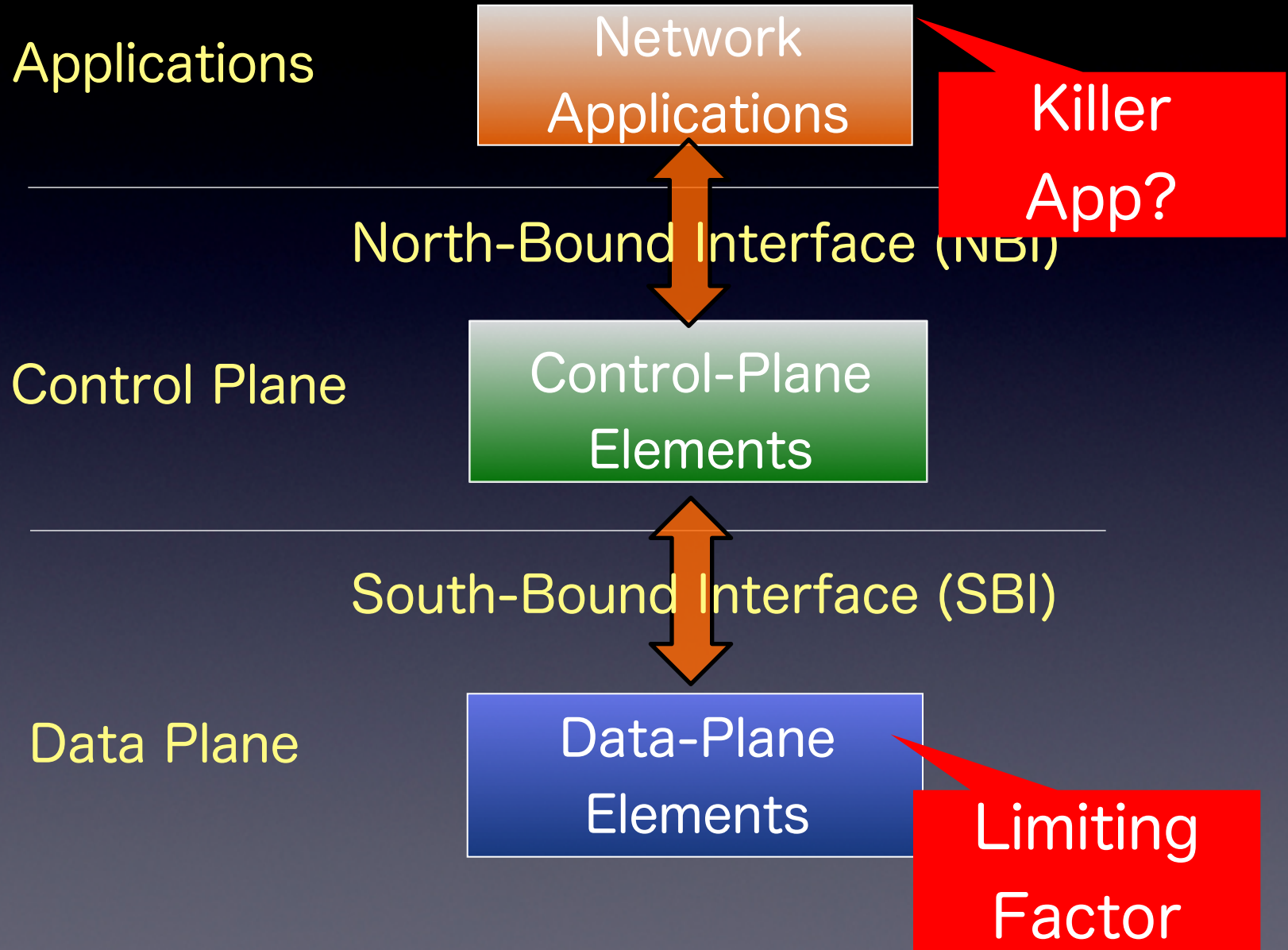
中尾彰宏 (東京大学)

Aki Nakao (Utokyo)

IIJ Lab Seminar

2013/11/29

SDN Architecture



Deeply Programmable Network

- Application Programmability

- Control-Plane Programmability

- Interfaces

- Functions

- Route Control
- Access Control
- Network Management

- Data-Plane Programmability

- Interfaces

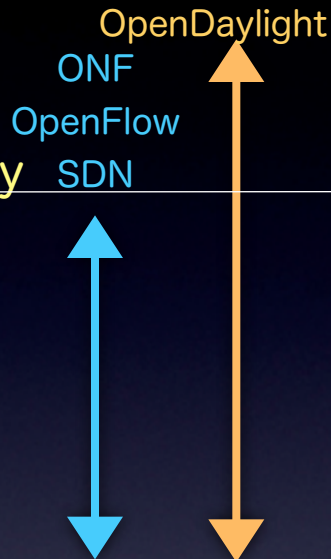
- Functions

- Packet Data Processing

- Network Appliances (DPI, BRAS, EPC)
- In-Network processing (Cache, Transcode)
- Wide-Area generic processing

- Handling New Protocols (POF)

- IPvN (N>6), New Layer2, CCN



NFV



Deeply Programmable Network (DPN)

DPN

Applications

Network Applications

Interfaces

e.g, Northbound API

Control Plane

Control-Plane Elements

e.g, OpenFlow Controller

Interfaces

e.g, Southbound API

Data Plane

Data-Plane Elements

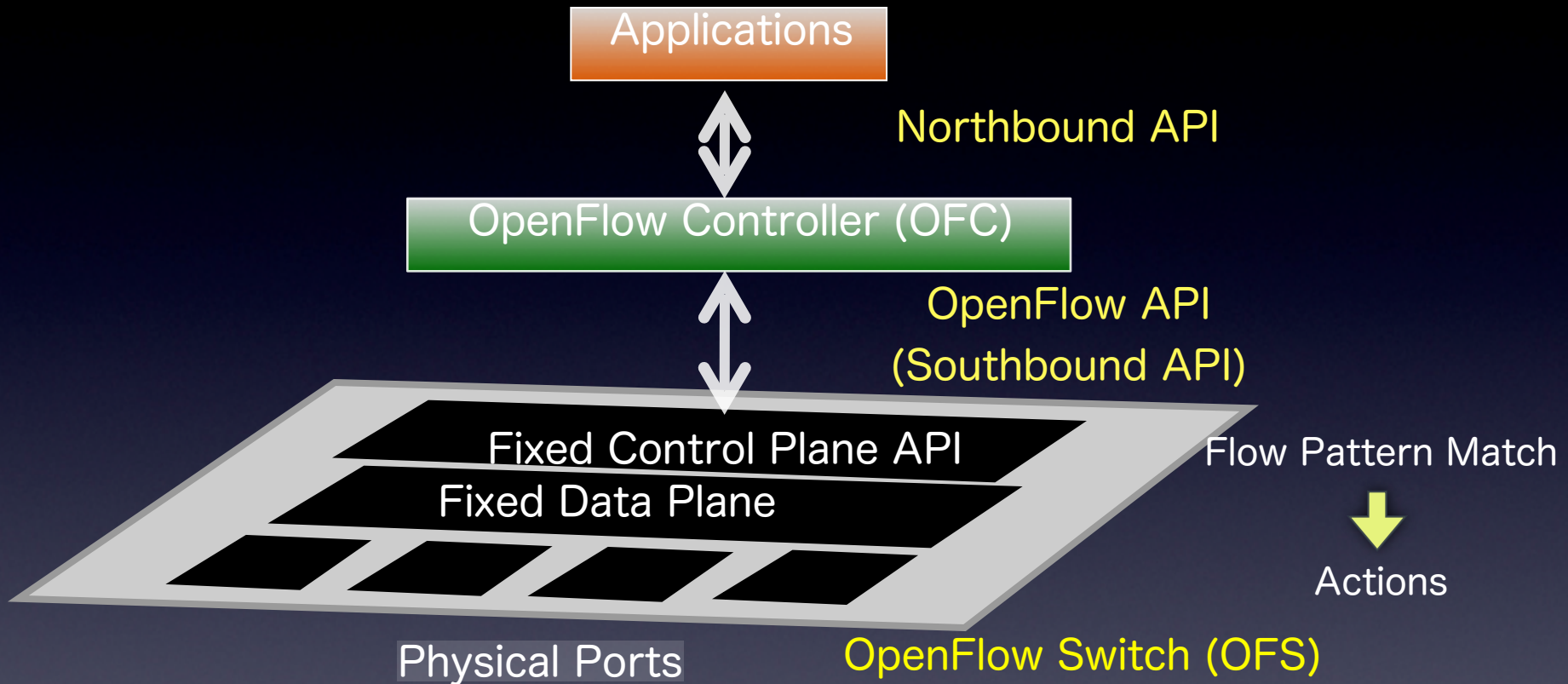
e.g, OpenFlow Switches

Limiting Factor

Data-Plane Programmabilityへの注目

- 標準化組織（SDO）での動き
 - ETSI-NFV によるNetwork Appliance H/WのS/W実装
 - ONF の動向 (L4-L7用のAPI / Chip開発)
 - Data-Plane Chip/Software VendorsのONFへの参加
- 企業の動き
 - Data Plane Development Kit (DPDK)
 - Many Core Network Processors
 - NetFPGA/ FPGA
 - OpenFlow+ExternalBoxの開発
- アカデミアでの研究開発
 - GENI (Deeply Programmable Network)
 - CCN/NDN/ICN/Mobility First (従来IPとは異なるプロトコル)
 - NICT委託研究 (Vnode/FLARE)

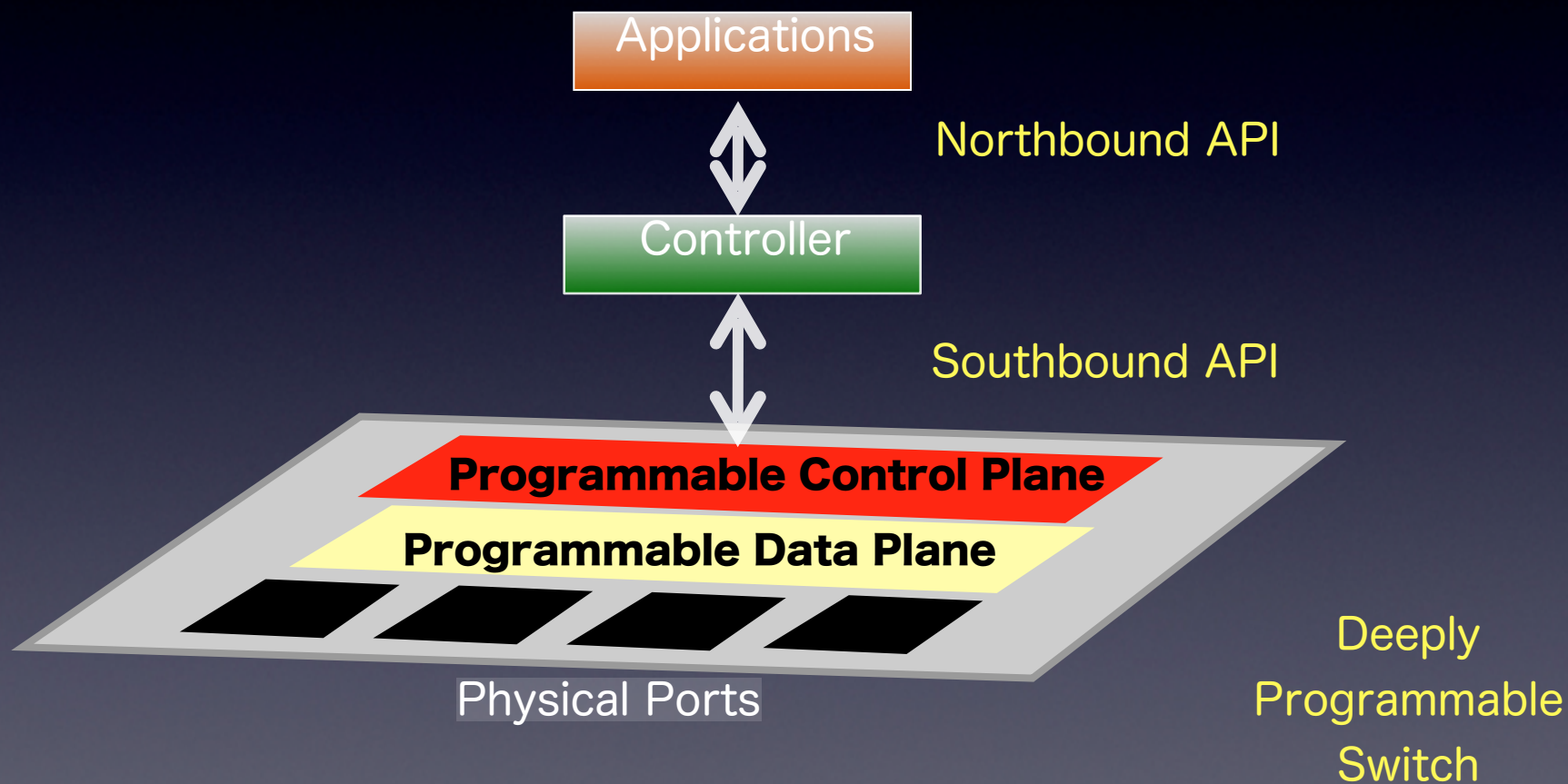
OpenFlow スイッチ



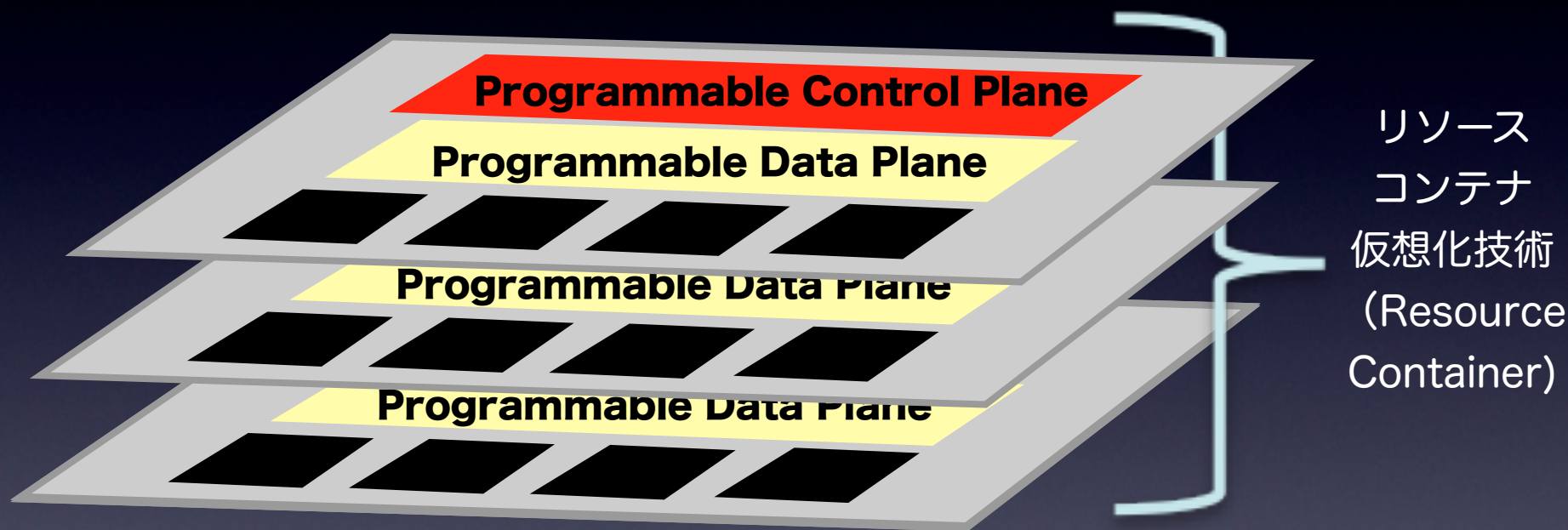
現在の課題 (unresolved challenges) :

- Flexible Pattern Matching (L4-L7) and Actions (Packet Processing)
- Protocol Oblivious Forwarding (POF)

フルにプログラム可能なノード

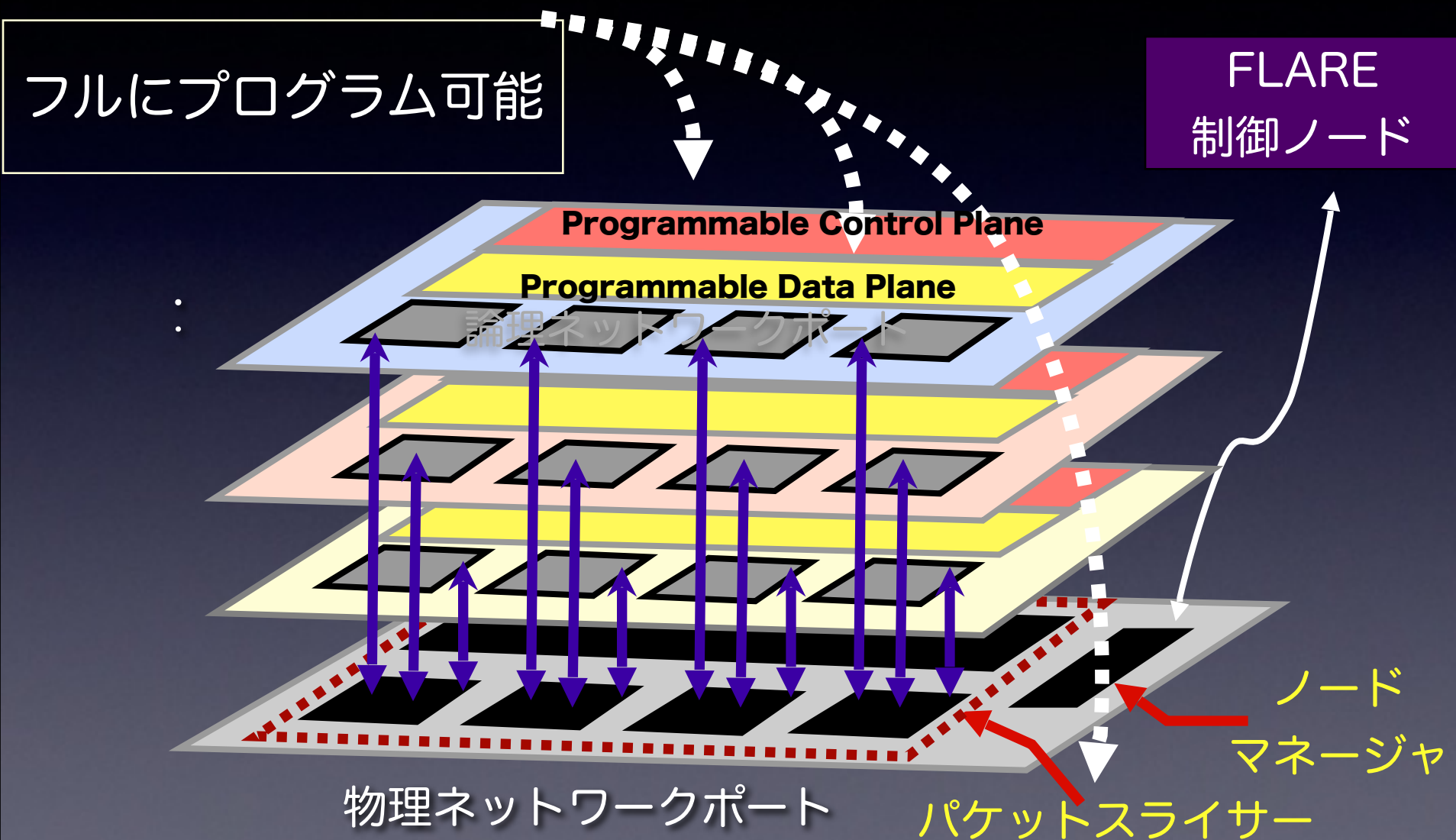


複数のロジックをフルにプログラム可能なノード



単一ノード上で複数のコントロールプレーンAPIと
データプレーン機能をプログラム可能

FLARE ノードアーキテクチャ



解決すべき課題 (Challenges)

- プログラム性 (Programmability)
- パフォーマンス (Performance)
- 複数ロジック (Multiple Concurrent Logics)

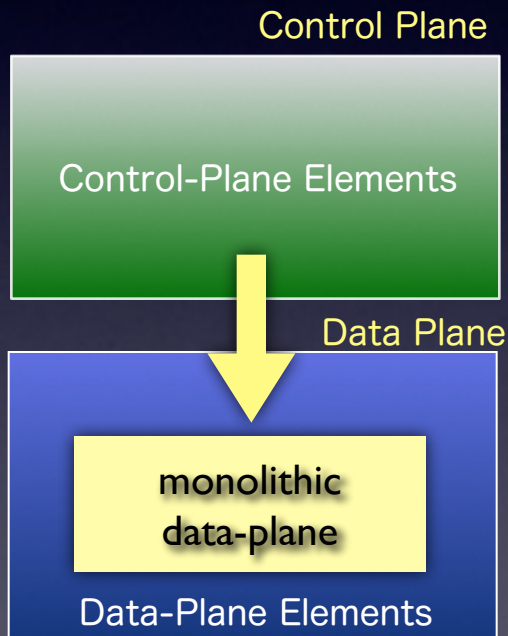
FLAREにおける解決法

- Linux (+OSS) + トイブロックネットワークング
(Linux(OSS)+Toy-Block Data Plane Construction)
- メニーコアネットワークプロセッサ + 汎用プロセッサ (Many-Core Network Processor + General Purpose Processor)
- 仮想化・リソースコンテナ (Virtualization/Resource Container)

データプレーンAPIとトイブロックネットワークング

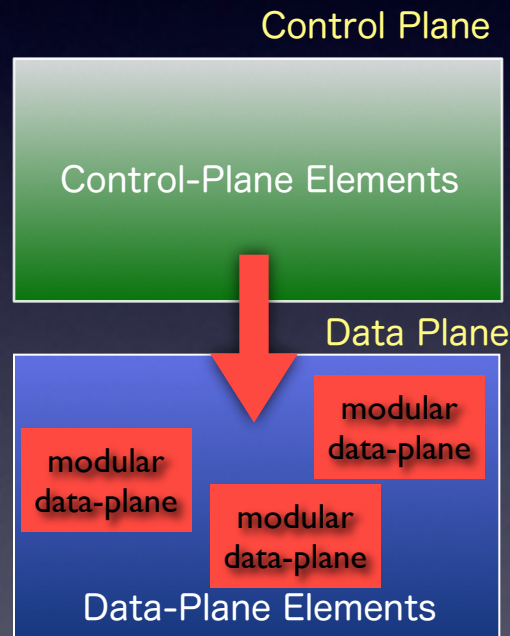
Data-Plane API and Toy Block Networking

SDN-style API



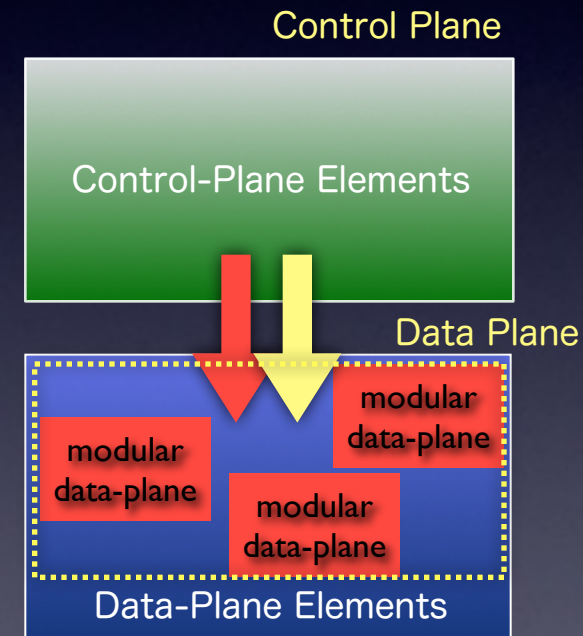
e.g.,
openflow-style

Hot Config Plug-in/out



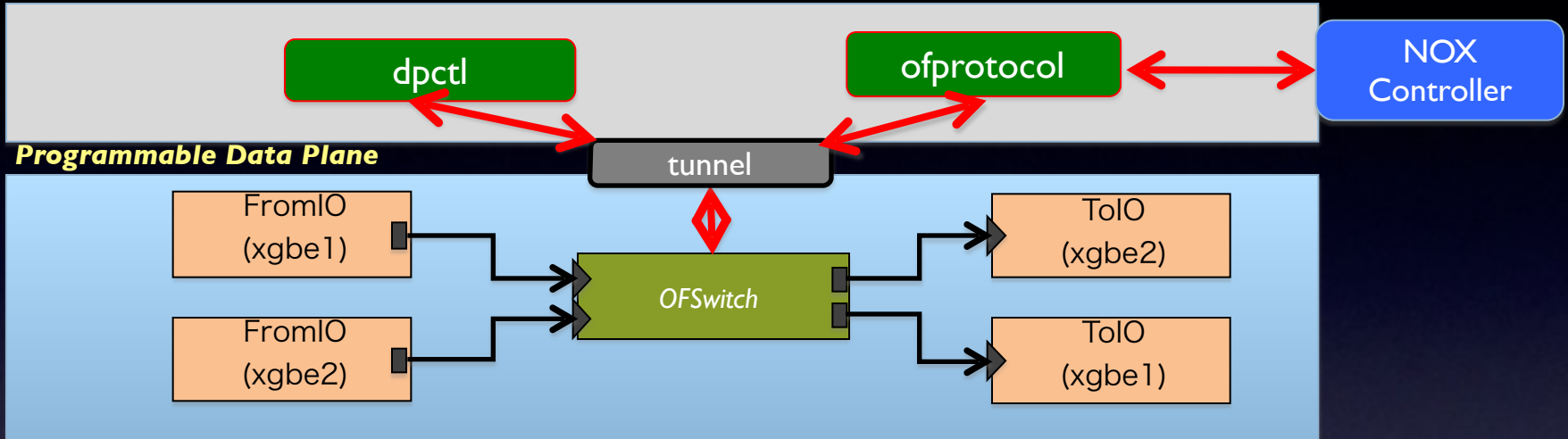
e.g.,
click-style

Both API + Hot Config



FLARE におけるプログラミングモデル

Programmable Control Plane



トイブロックネットワーキング(Toy Block Networking)

マルチスレッド・モジュール構成のData Plane

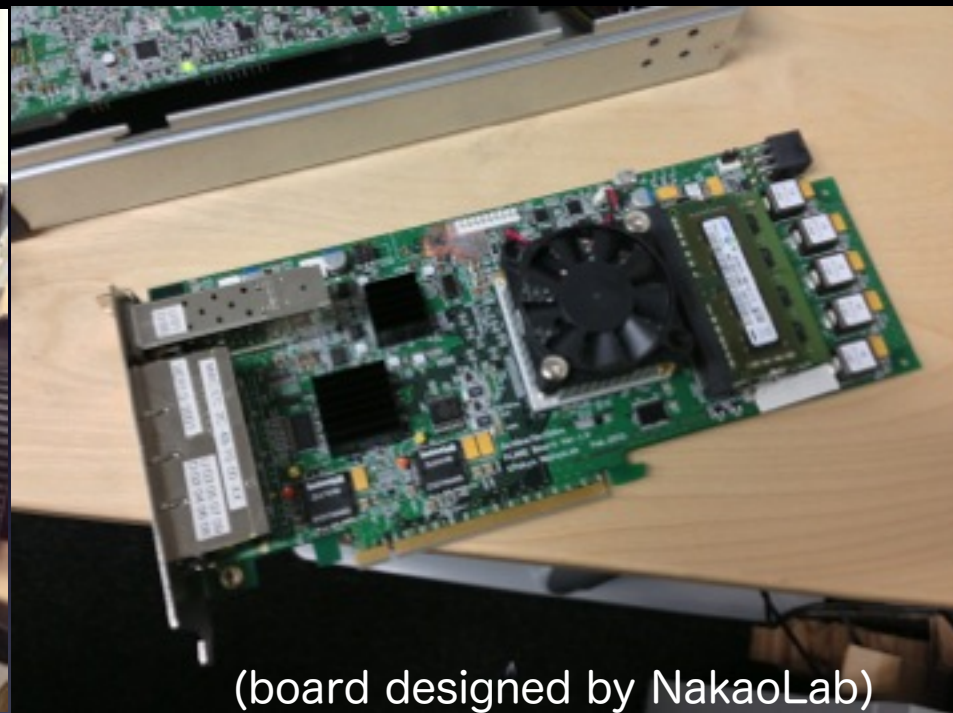
e.g., Click Software Modular Router (multi-threaded)

Protocol Oblivious Forwarding (POF) も可能

FLARE ノードの実装

x86
Processor

Many Core
Processor



(board designed by NakaoLab)

階層的な計算資源管理

- ・汎用プロセッサ
- ・メニーコアネットワークプロセッサ
- ・更に違う特徴を持つ計算資源

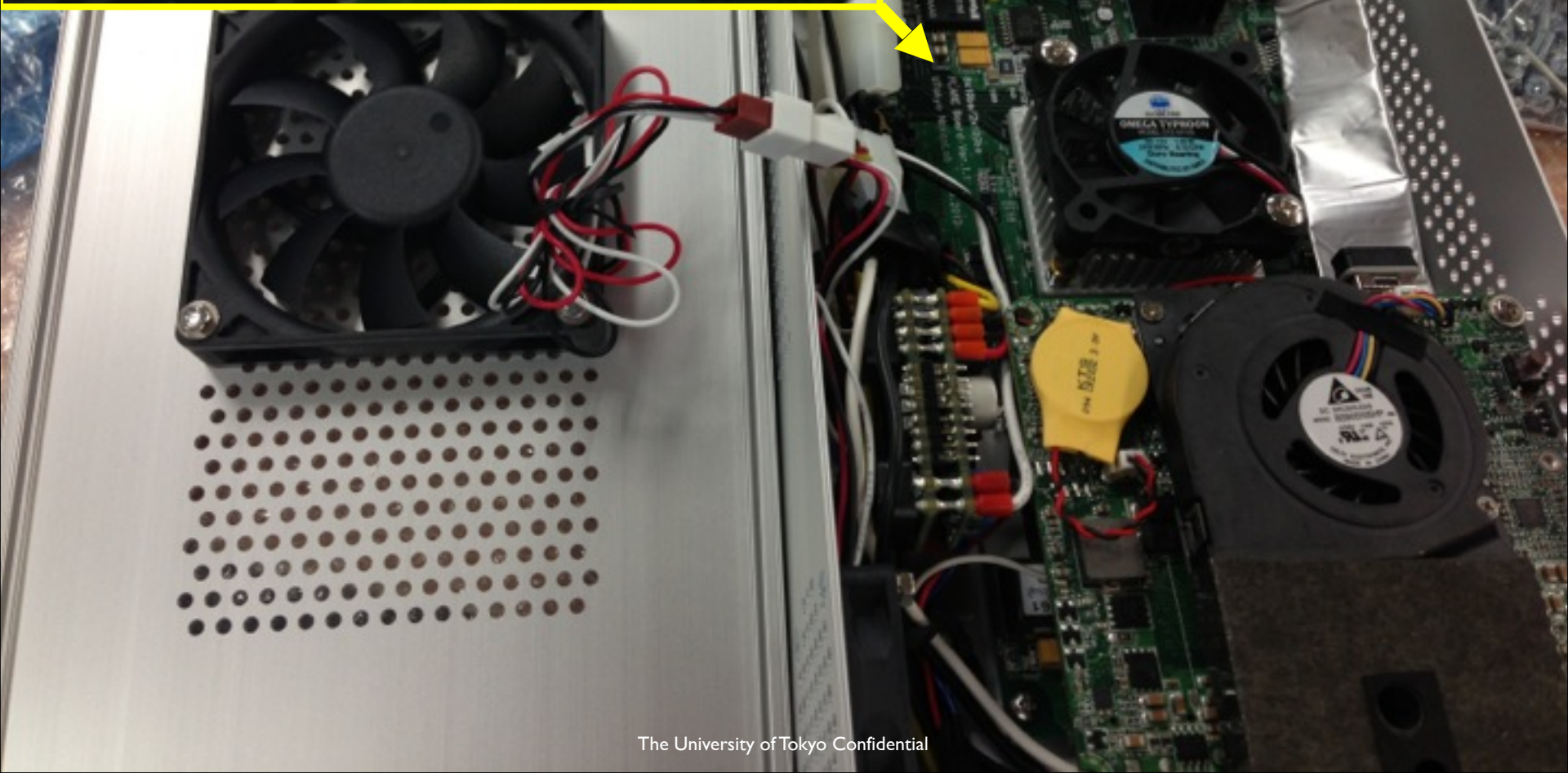
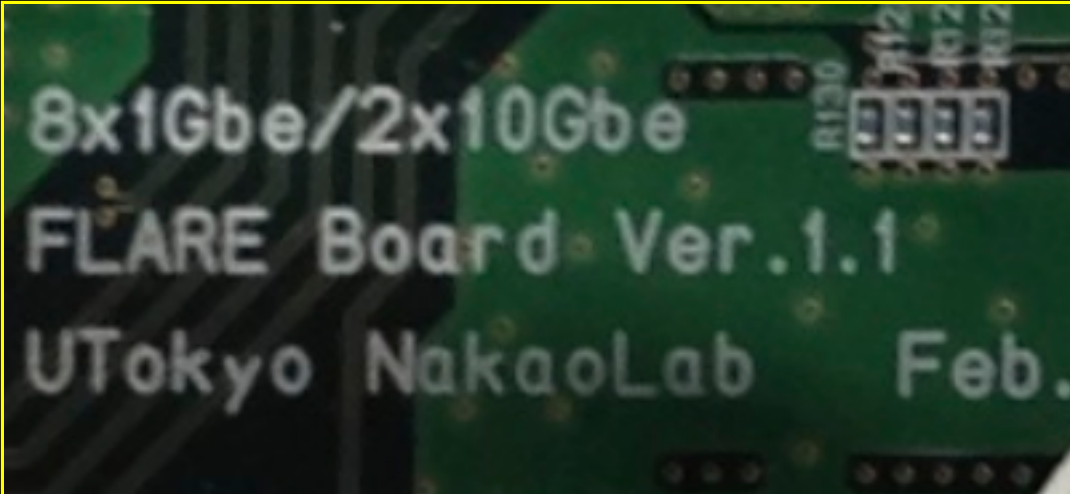
Roadmap of FLARE nodes



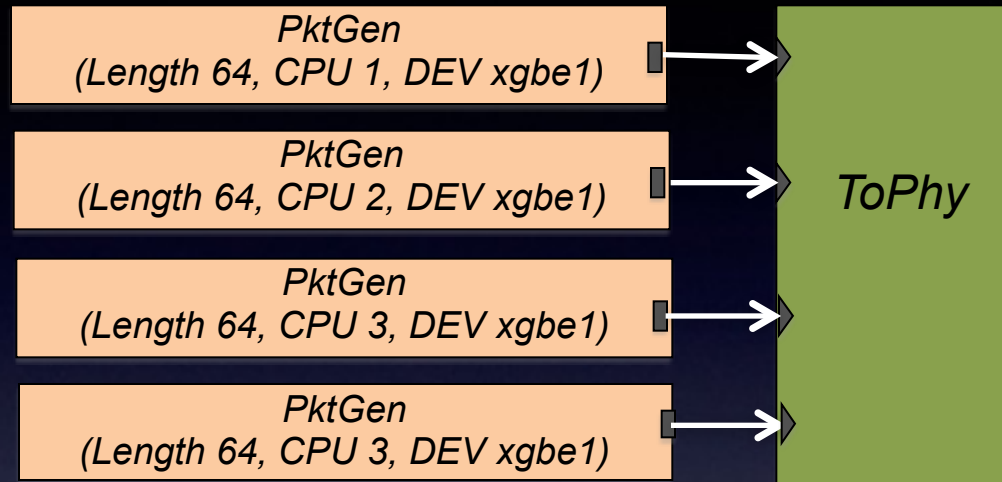
FLARE Mini

- 学生が自宅でプログラム可能な小型プログラマブルノード
- データプレーンプログラムを高速で実行可能
- Low Power (120W)
- 転送容量 40G(現状) ~ 80G (予定)
- ネットワークインターフェース: 10Gx2 + 1Gx8
- プリインストールされたネットワーク機能モジュールを組み合わせることで複雑なネットワークサービスを構築可能
- 例: パケット生成/パケット再生@10Gbps, OpenFlow 1.0/1.3

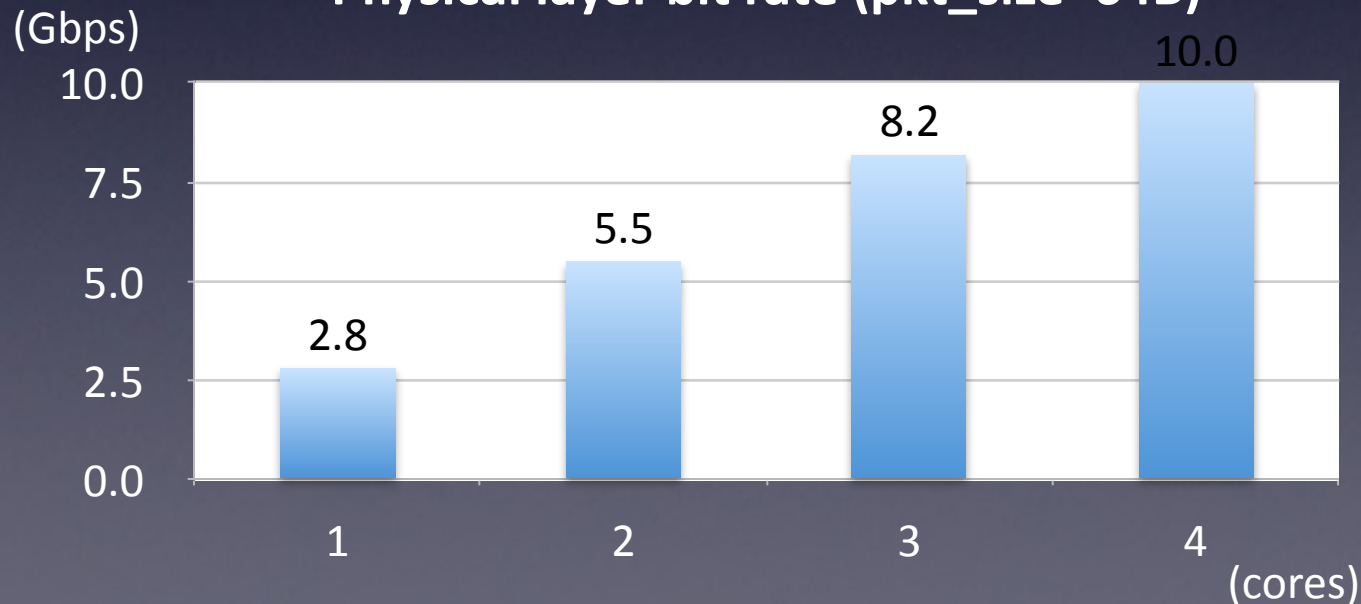




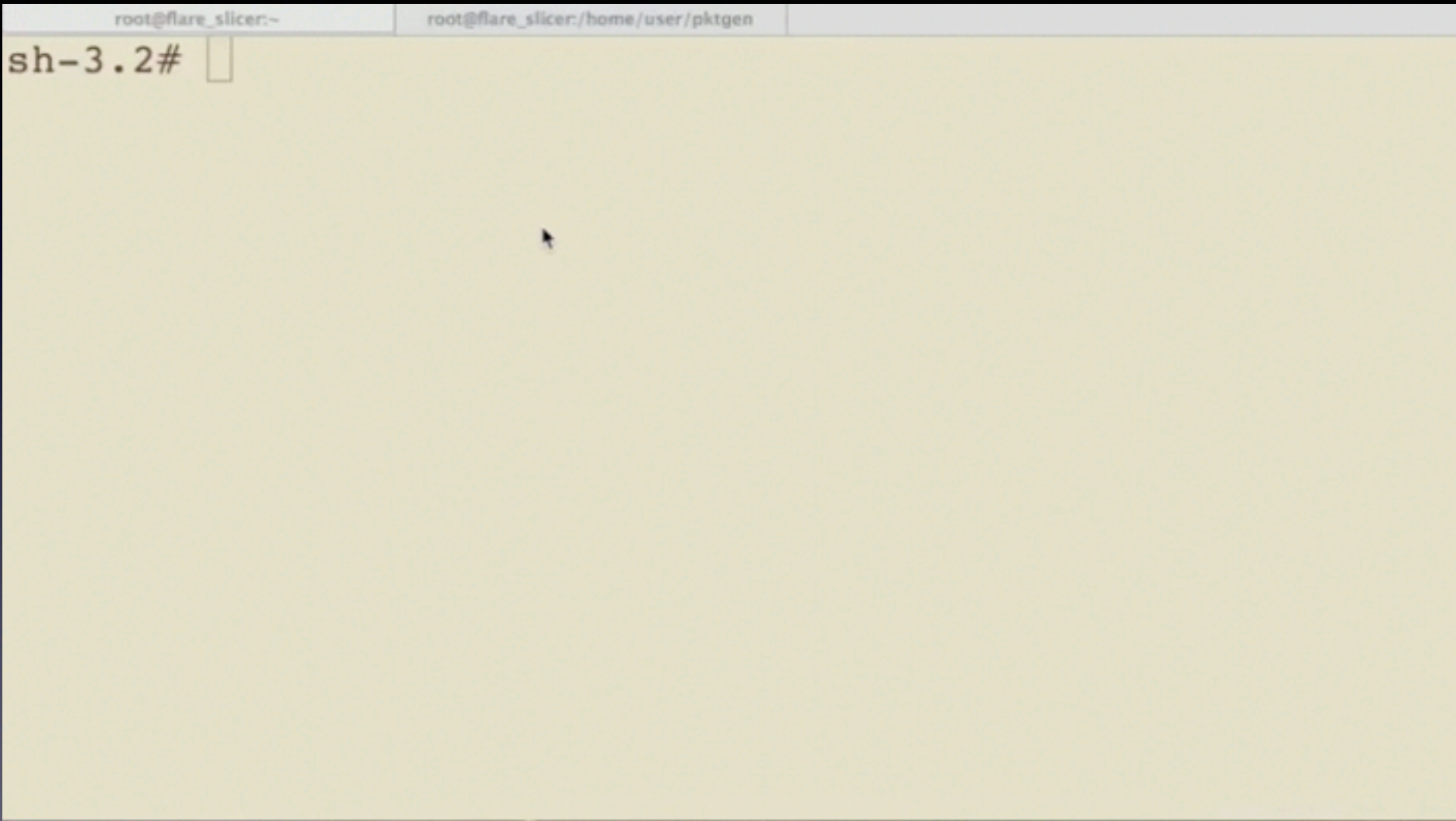
Packet Generator



Physical layer bit rate (pkt_size=64B)



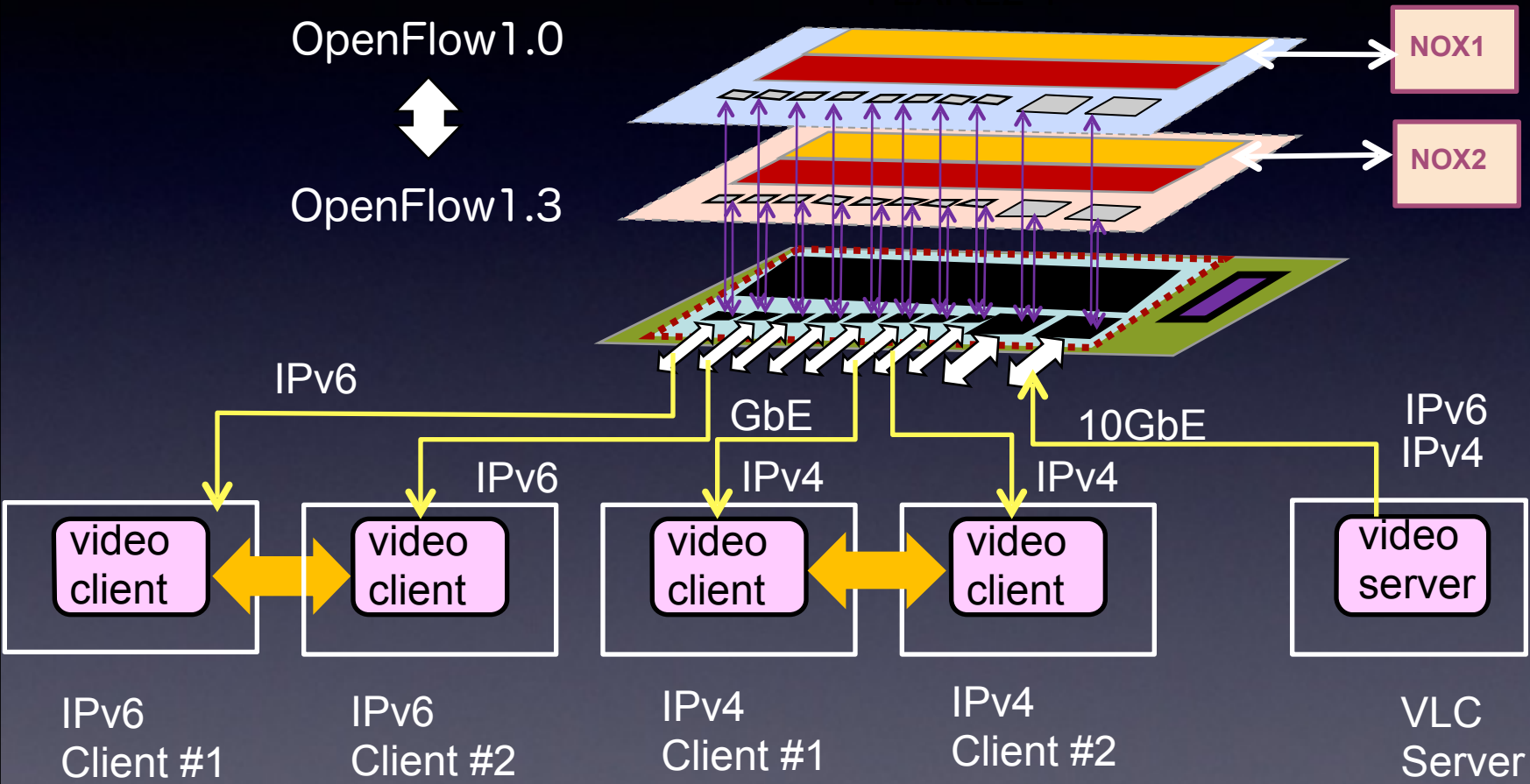
Power of Parallelism via Many-Core NPU



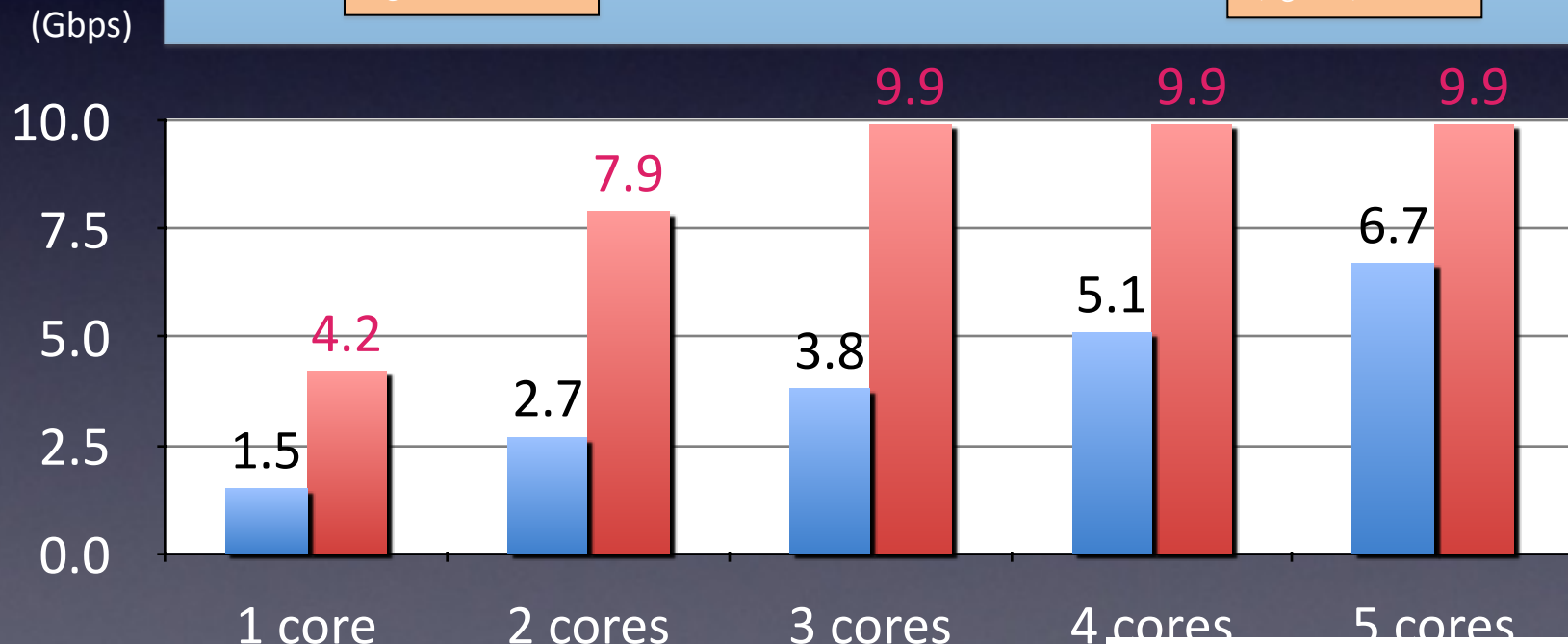
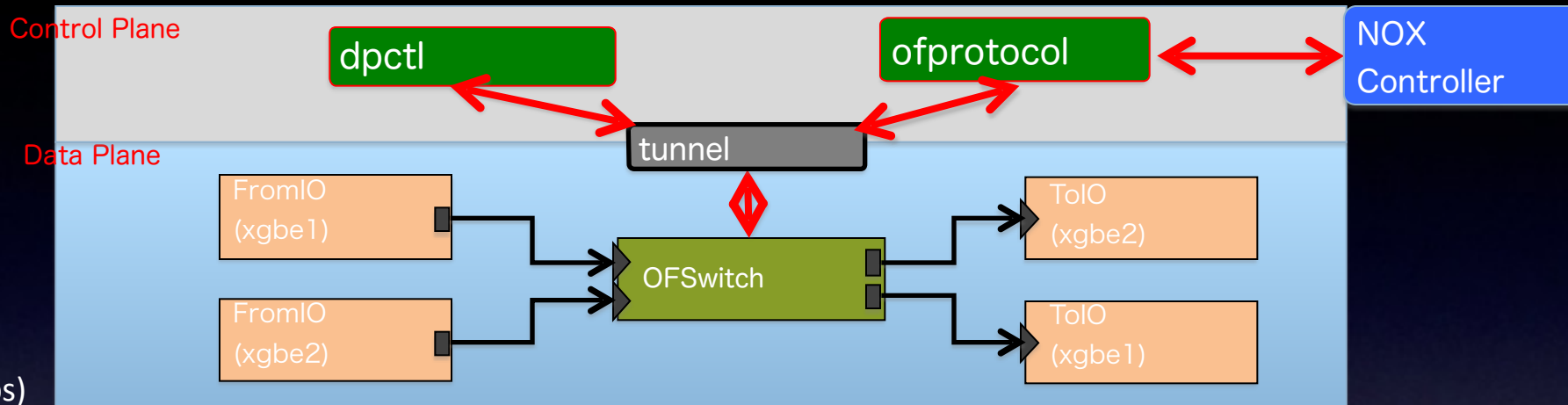
Generating short 64B packets @ 10Gbps

Multiple SDN Logics

(OpenFlow 1.3 and OpenFlow 1.0)



Software Defined OpenFlow

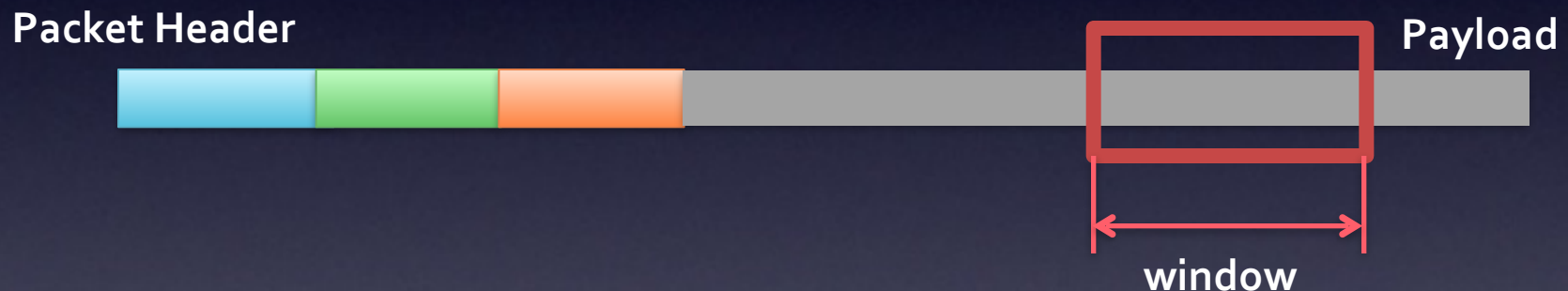


Switching Performance

■ pkt_size=512B
■ pkt_size=1514B

Window-Based POF Bit Matching

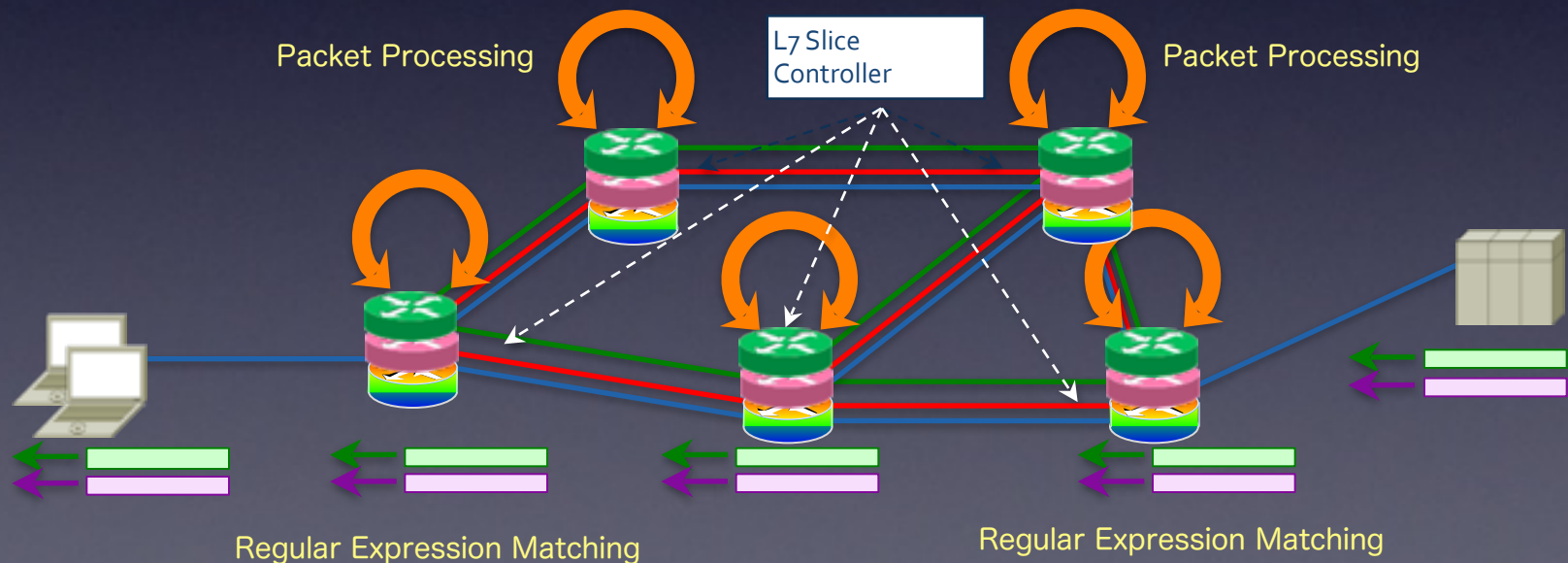
任意のオフセットで任意のビットマッチを行うWindowを設定し
メモリ帯域を有効に使用しパフォーマンスを確保



パターンマッチの多様性とパフォーマンスのトレードオフ
TCAMではなくDDRメモリを用いて複雑なマッチングが可能

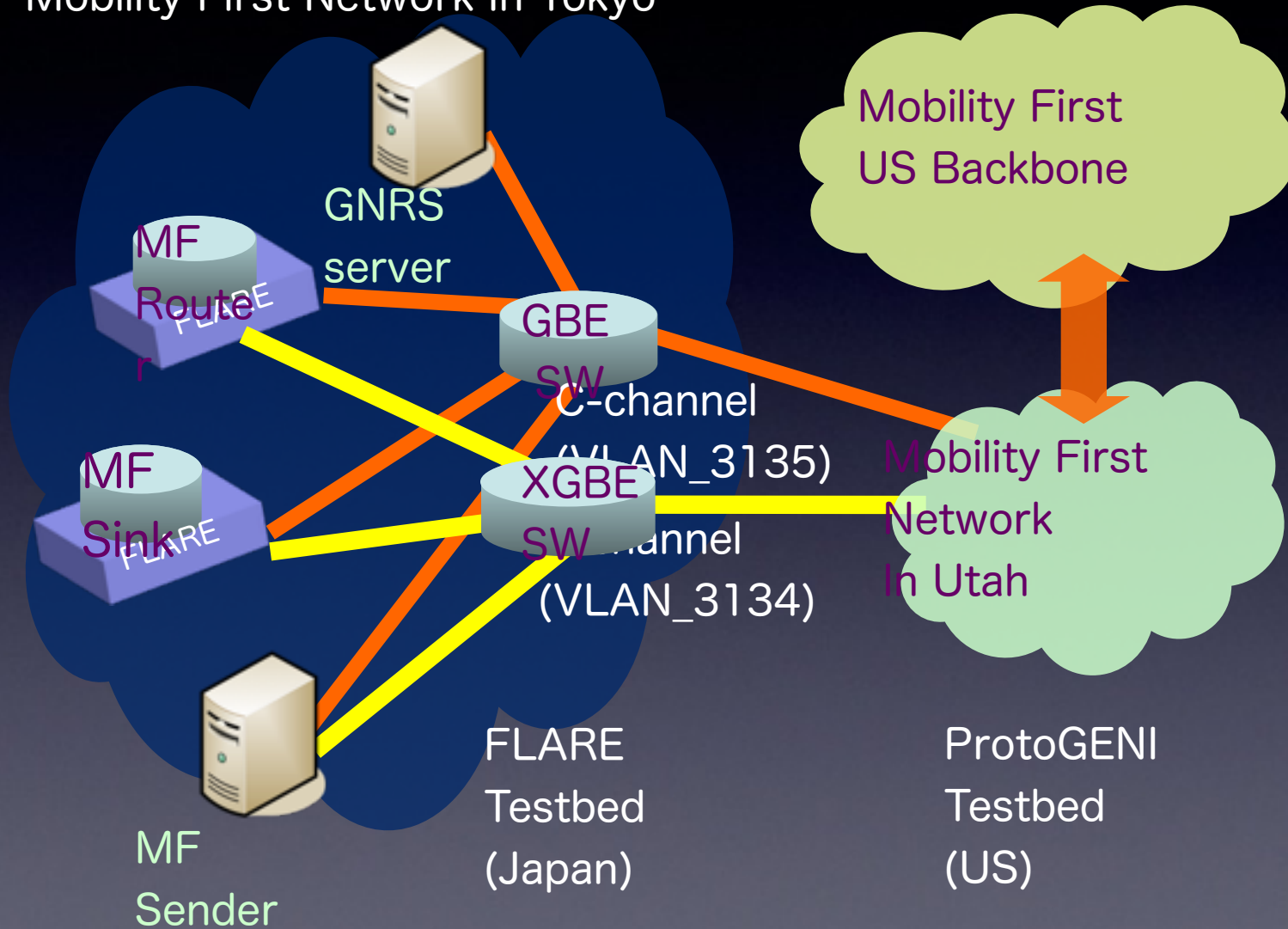
L7 正規表現スイッチング

アプリケーション・デバイスに特化したトラフィックエンジニアリング
アプリケーション開発者は、「フロー」を意識しないですむ



PaF, PiF, PoF, 非IPプロトコル

Mobility First Network In Tokyo



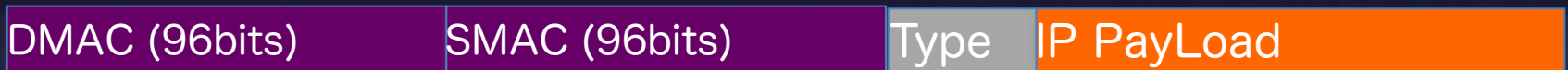
L2 におけるプログラム可能性

MACアドレスの拡張（48ビット から 96ビットへ）

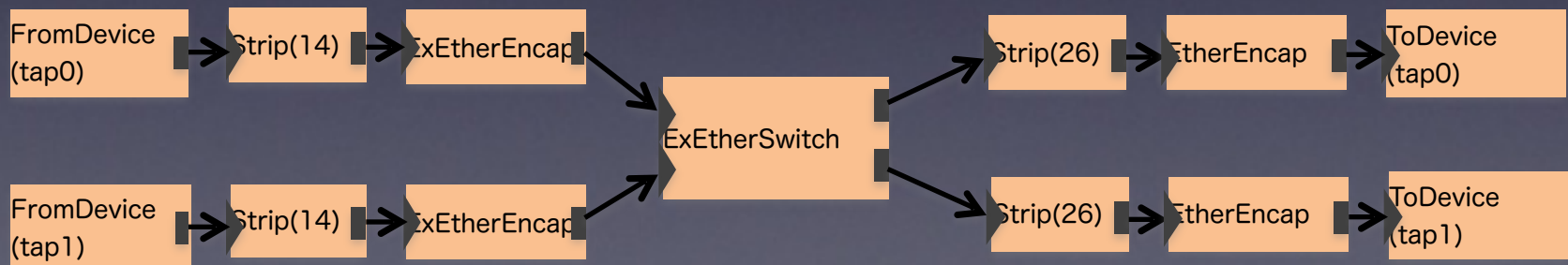
従来のイーサネットフレーム



MACアドレス拡張イーサネットフレーム

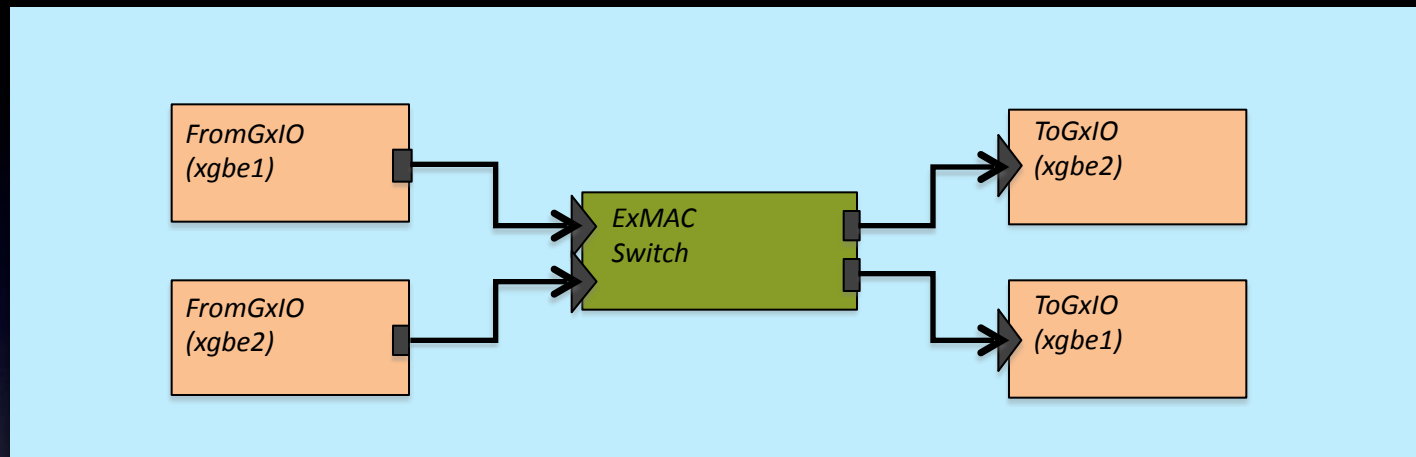


拡張イーサネットフレームのスイッチング

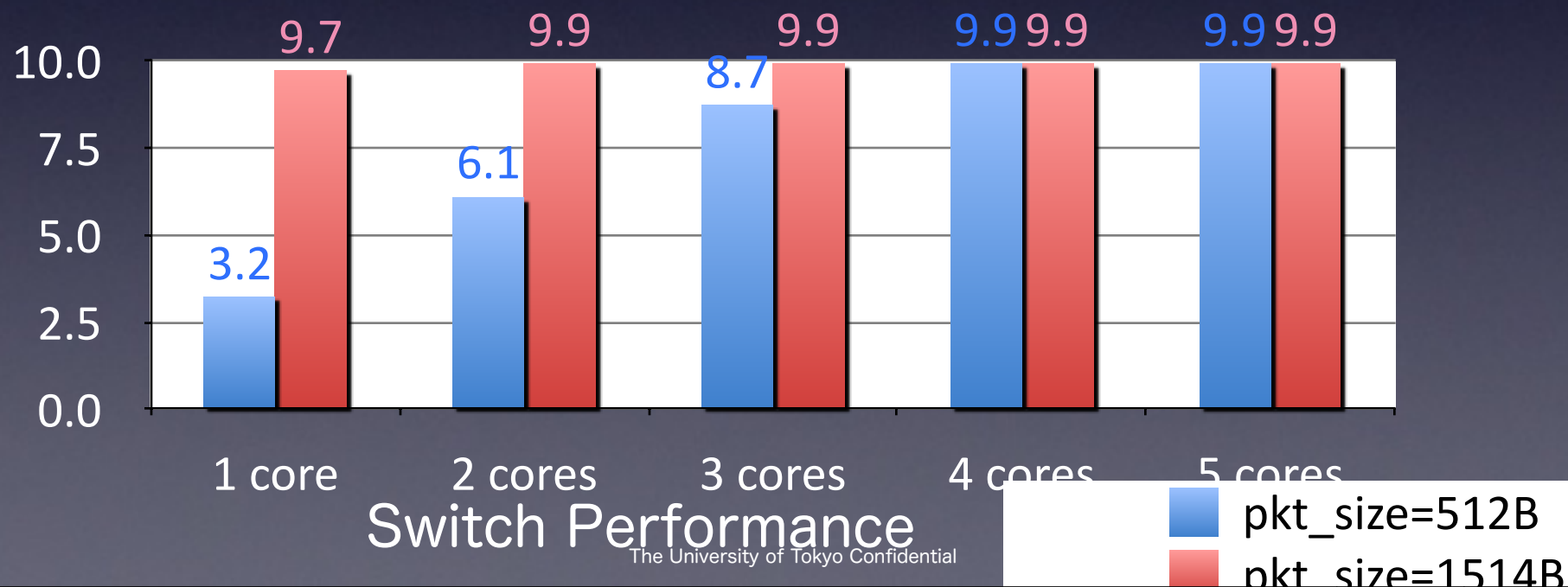


L2 におけるプログラム可能性

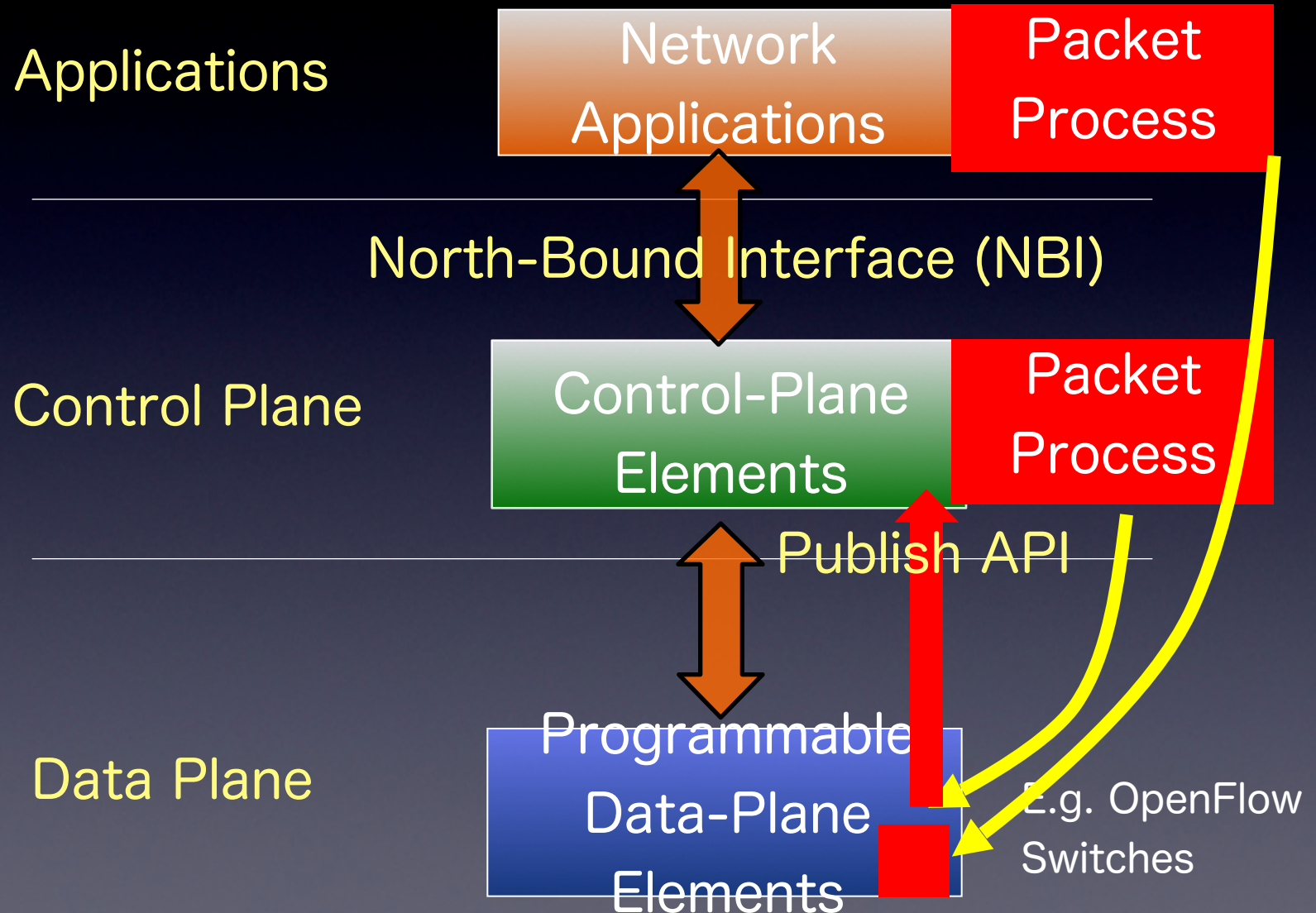
MACアドレスの拡張 (48ビット から 96ビットへ)



(Gbps)



Data-Plane Programmabilityによる SDNの発展の加速



結論

- Data Plane Programmability, 複数ロジックサポートは、SDN/NFVの進化形を具現化する重要となる技術である
- 動的に再構成可能なネットワーク機能によりクラウドや端末などにおける様々な問題の解決が期待される
- FLAREは データプレーン、コントロールプレーン、アプリケーションのプログラム可能性を扱うDeeply Programmable Node Architectureのリファレンスとして重要な技術である
- プログラム可能な通信インフラで様々な新しいサービスが迅速に展開可能になってきている
- 産学官連携による「革新的ネットワークサービスの創成」の黎明期にある