Peer-to-Peerアーキテクチャ
― 正しい理解(?)と応用 ―

Leading to

NDN, Named Data Networking

最近の 技術動向を観察すると。

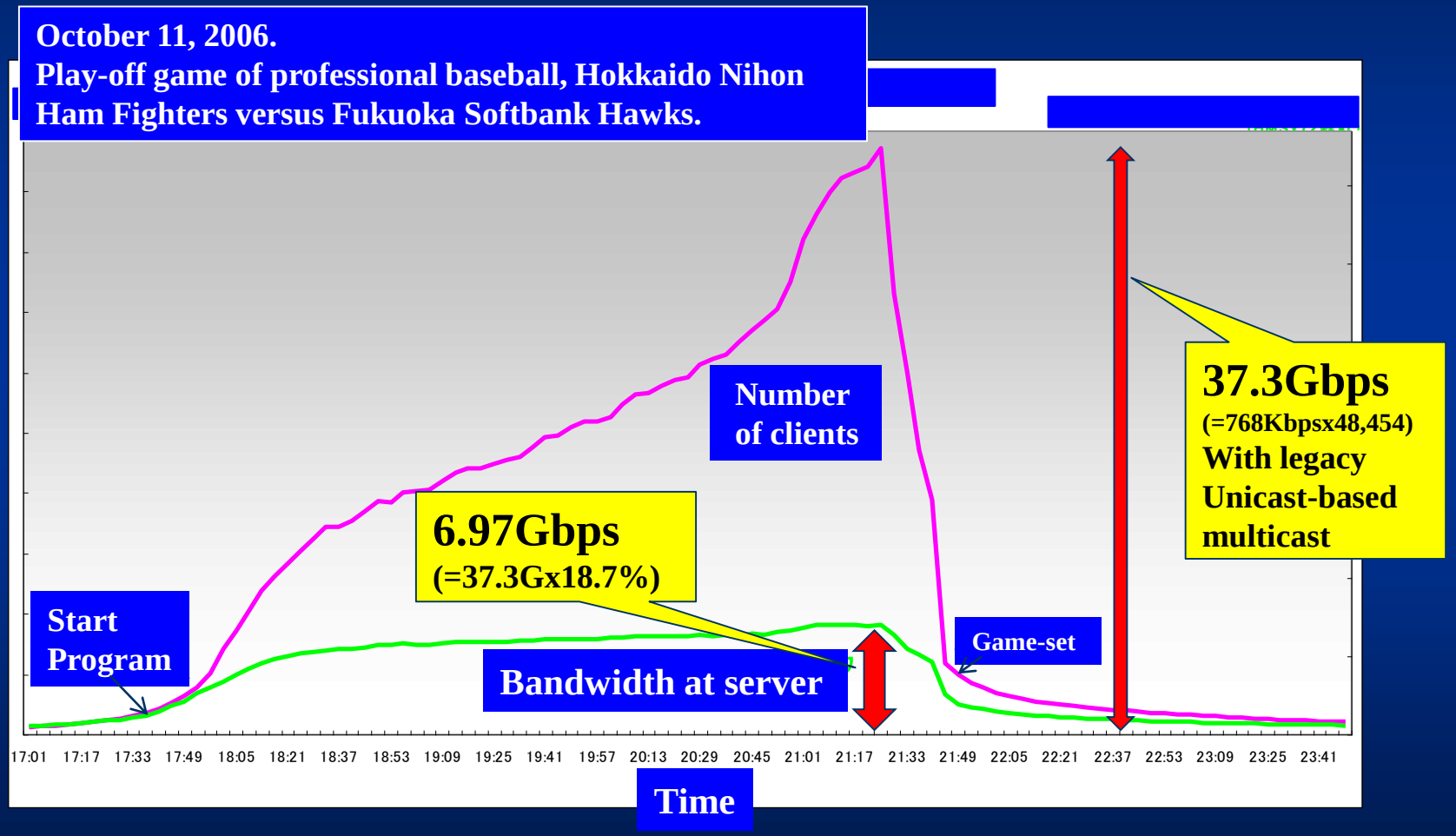
1. マルチプロセッサ型の計算機アーキテクチャの導入
   分散処理(機能分散、地理的分散)
2. キャッシュ(Proxy)技術の導入
   CDN(Contents Delivery Network)、
   P2P(peer-to-Peer) など
3. DMA(Direct Memory Access)技術の導入
4. 仮想化技術の導入
   Virtualization、Overlayネットワーク

大きく変わった前提

- 2つの 劇的な コスト低下
  - コピー(複製) 記録・保存 コスト
  - 計算コスト

  (*) {無線}通信コストは、下がらない。。。。。
- しかしながら、情報流通が、この変化を利用しきれていなかった。
  - BitTorrentなどは、最初にこれに気づいたのかな？
  - 日本では、SoftBank YBBの BB-TV! が、、、、P2P とは言わずに、、、、こっそり。
  - そして、今は、**{Mobile}Edge Heavy Computing**

Peer-to-Peer overlay multicasting service by professional ISP, BB-TV! by SoftBank over ADSL network



CS vs P2P
(client-server) vs (Peer-to-Peer)

- とちらも、”Transparent” な情報通信基盤
- “Server” は、「点」である必要はない。
  - “Server” のネットワーク化
  - “Proxy/Cache”もネットワーク化の一種???
- Client-Server
  - “Server” での機能/処理の共有
    - コスト削減 、高品質サービス、サービスの継続性
  - ISPもIT部門設備(企業/大学)も “Server” の一つ
- Peer-to-Peer
  - すべての機器が、サーバにもクライアントにもなる。

Peer-to-Peerシステムの役割

1. キャッシュ(Cache) と Proxy の導入
2. DMA (Direct Memory Access) の導入
3. 仮想記憶システムの導入 (by DHT)

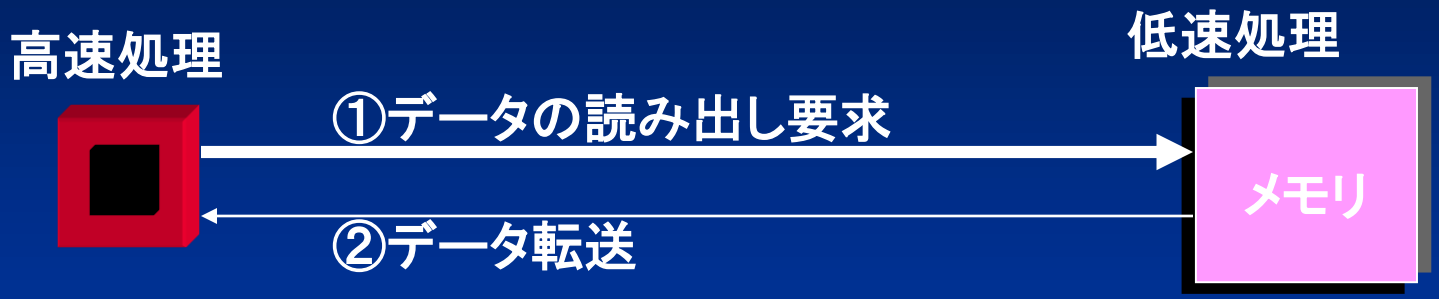
   コンテンツハンドラ(識別子) と 実アドレスの分離
4. コンテンツの抽象化 (by DHT)

   {ファイル名、ファイル拡張子、等} を隠蔽し、単純な数値で表現。

(*) 仮想メモリ

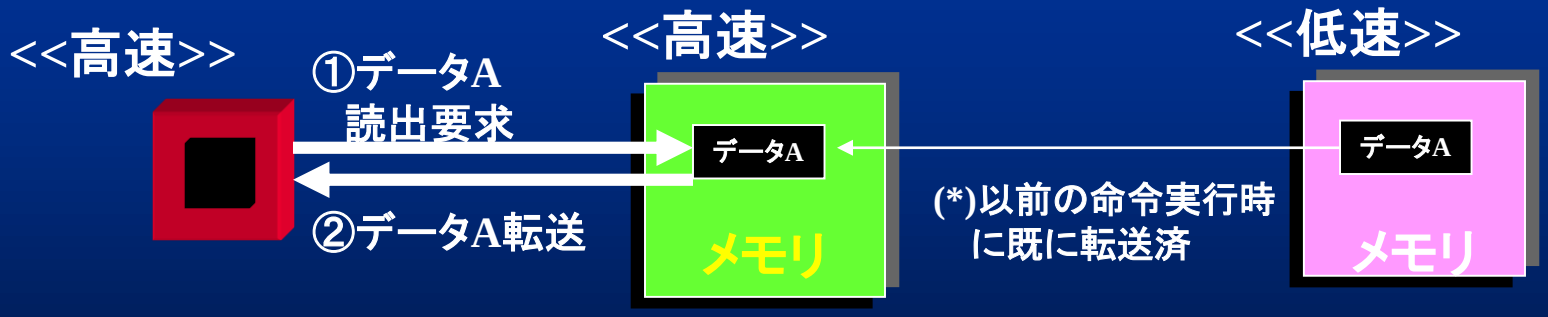
仮想的なメモリ機構によって生成される、仮想的なメモリ 領域 (とても大きな記憶空間)。仮想メモリは、最終的には適当な物理メモリにマップされる。 物理メモリ量を超える仮想メモリ 空間を作り出したり、複数の仮想空間を作り出したりする。

キャッシュメモリ



(*) ②が遅い、、、➔ CPUのアイドル時間が発生。。。。

キャッシュメモリの導入



Peer-to-Peerシステムの役割

1. キャッシュ(Cache) と Proxy の導入
2. **DMA (Direct Memory Access) の導入**
3. 仮想記憶システムの導入 (by DHT)

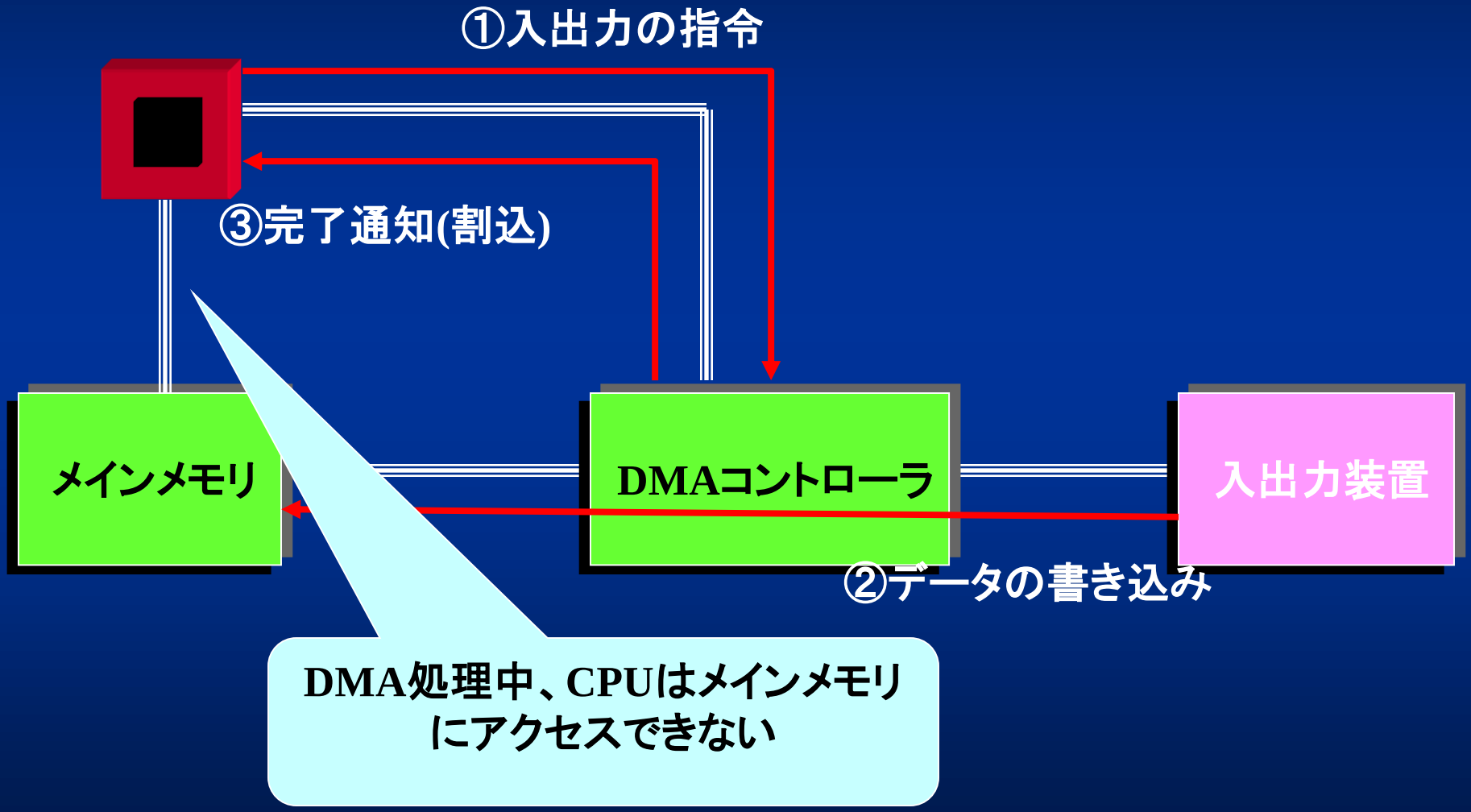
   コンテンツハンドラ(識別子) と 実アドレスの分離
4. コンテンツの抽象化 (by DHT)

   {ファイル名、ファイル拡張子、等} を隠蔽し、単純な数値で表現。

(*) 仮想メモリ

仮想的なメモリ機構によって生成される、仮想的なメモリ 領域(とても大きな記憶空間)。仮想メモリは、最終的には適当な物理メモリにマップされる。 物理メモリ量を超える仮想メモリ 空間を作り出したり、複数の仮想空間を作り出したりする。

DMA方式


①入出力の指令
③完了通知(割込)
メインメモリ
DMAコントローラ
入出力装置
②データの書き込み
DMA処理中、CPUはメインメモリにアクセスできない

Peer-to-Peerシステムの役割

1. キャッシュ(Cache) と Proxy の導入
2. DMA (Direct Memory Access) の導入
3. **仮想記憶システムの導入 (by DHT)**
   コンテンツハンドラ(識別子) と 実アドレスの分離
4. **コンテンツの抽象化 (by DHT)**
   {ファイル名、ファイル拡張子、等} を隠蔽し、単純な数値で表現。

(*) 仮想メモリ
仮想的なメモリ機構によって生成される、仮想的なメモリ 領域(とても大きな記憶空間)。仮想メモリは、最終的には適当な物理メモリにマップされる。 物理メモリ量を超える仮想メモリ 空間を作り出したり、複数の仮想空間を作り出したりする。

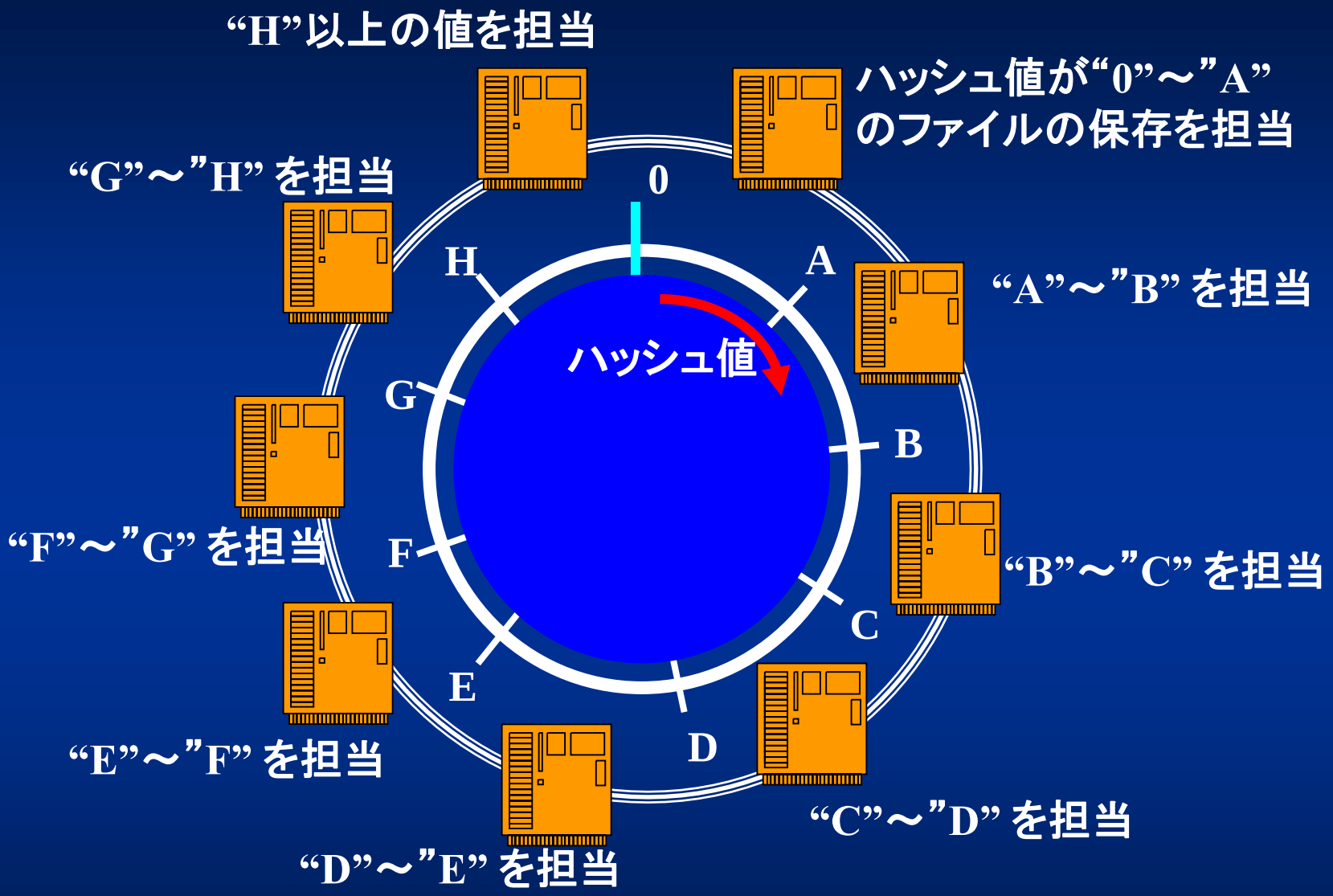


図9-6 DHTにおける 分散ファイル保存

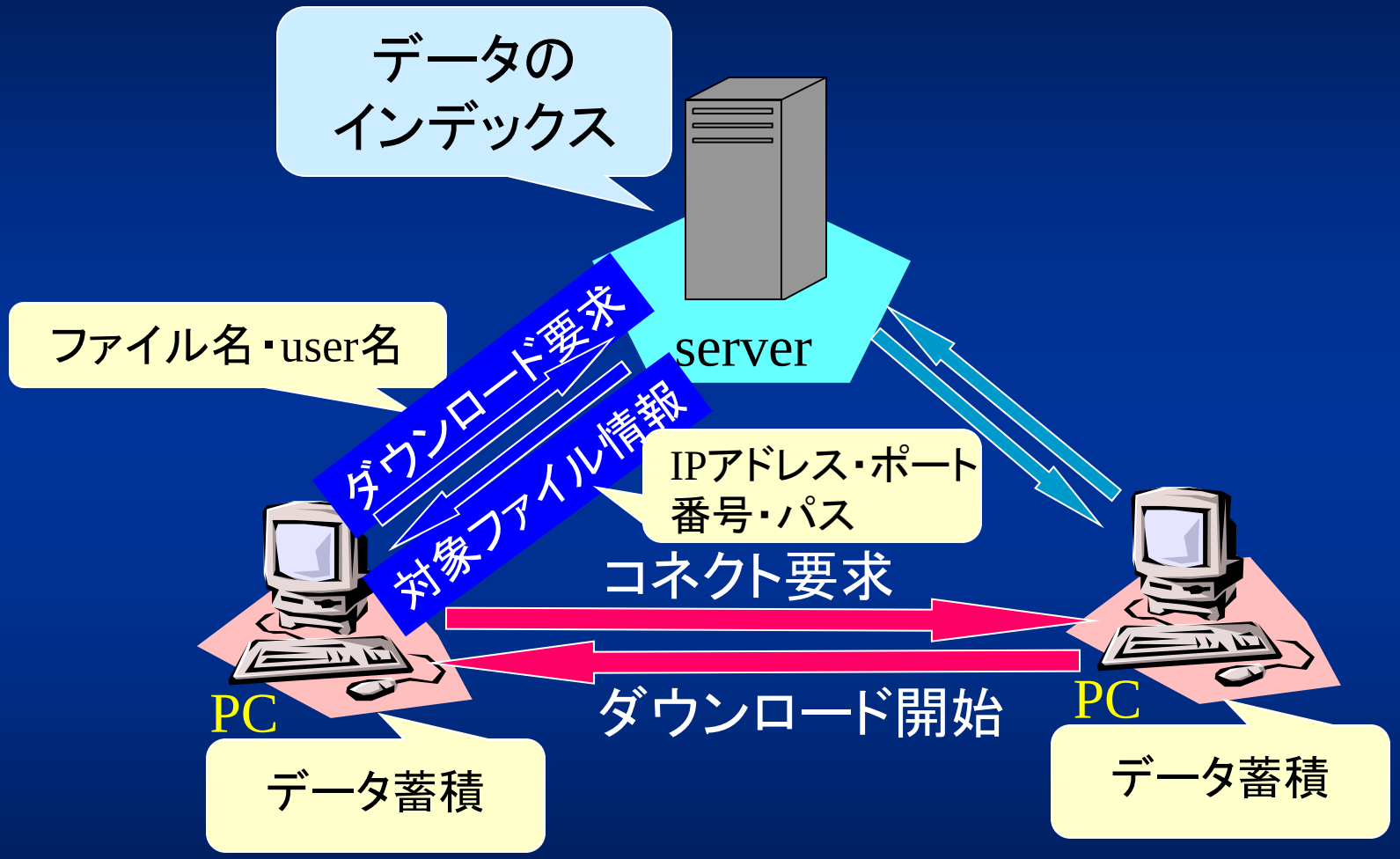
Peer-to-Peer Overlay Networking

- First generation
  - Napstar, WinMX
    - ➔directory server + Pee-to-Peer connection
      (*) similar to SIP and NGN
- Second generation
  - Gnutella
    - ➔ Server-less pure peer-to-peer
      (*)
- Third generation
  - Freenet, Winny
    - ➔ introduction of network cache for scalability

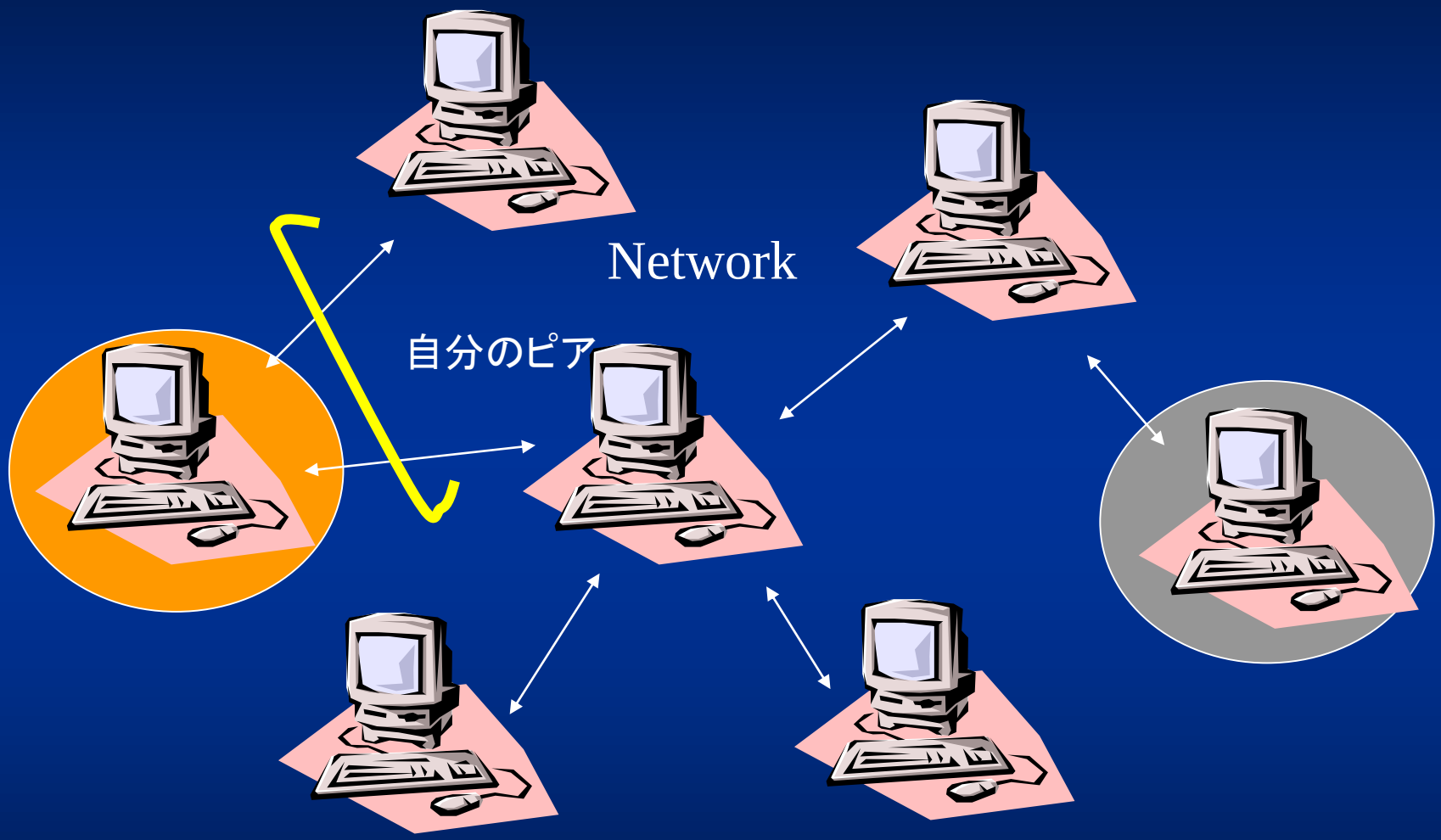
P2P型ファイル分散共有

- Napster
  - IndexとStorageを分離
- Gnutella
  - Storageと帯域を分散した
- Freenet
  - ファイルとLocationを分離
  - ファイル保有・送信・受信の匿名性を実現した

Napster

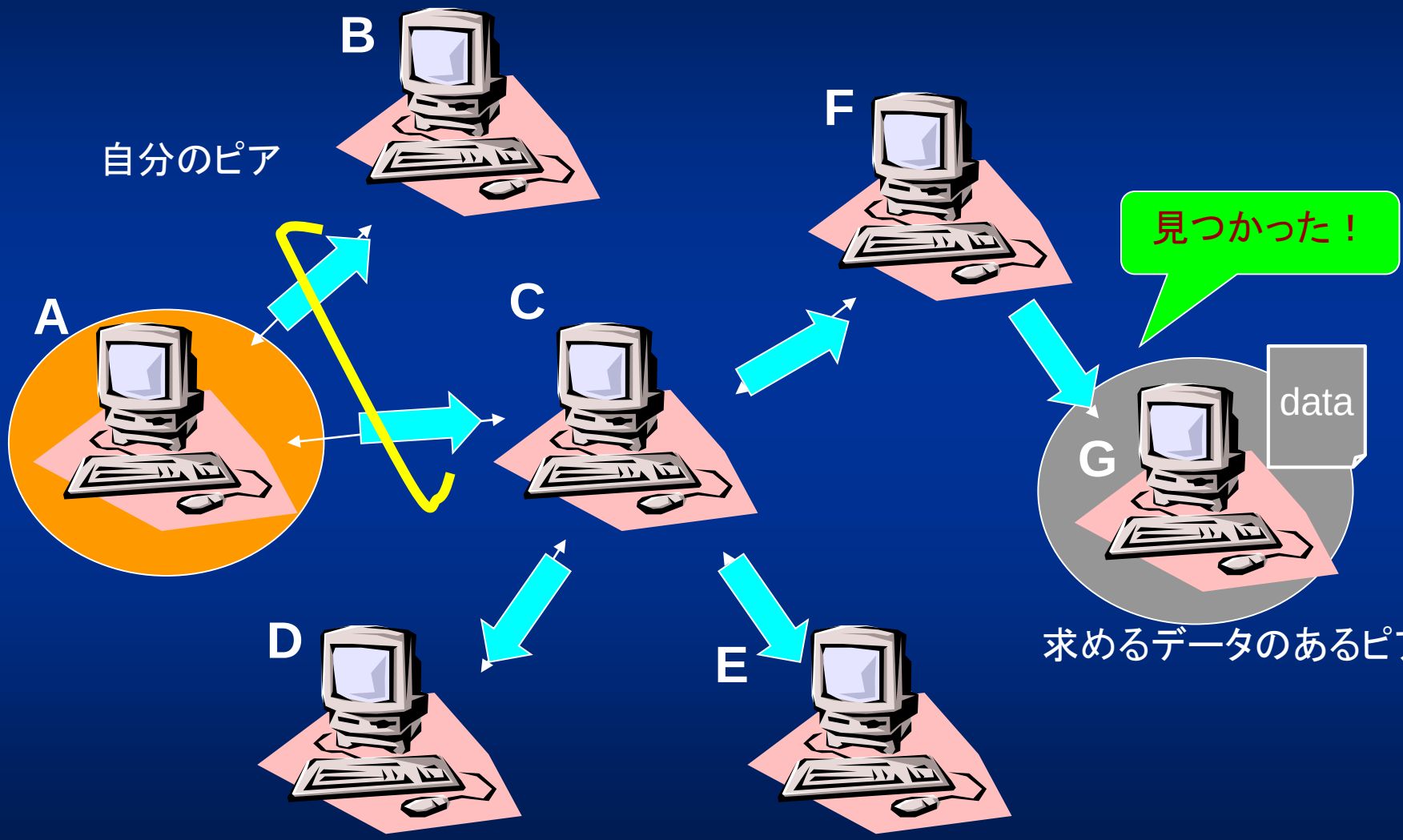

データの
インデックス
server
ファイル名・user名
ダウンロード要求
対象ファイル情報
IPアドレス・ポート
番号・パス
コネクト要求
ダウンロード開始
PC
PC
データ蓄積
データ蓄積

Gnutella

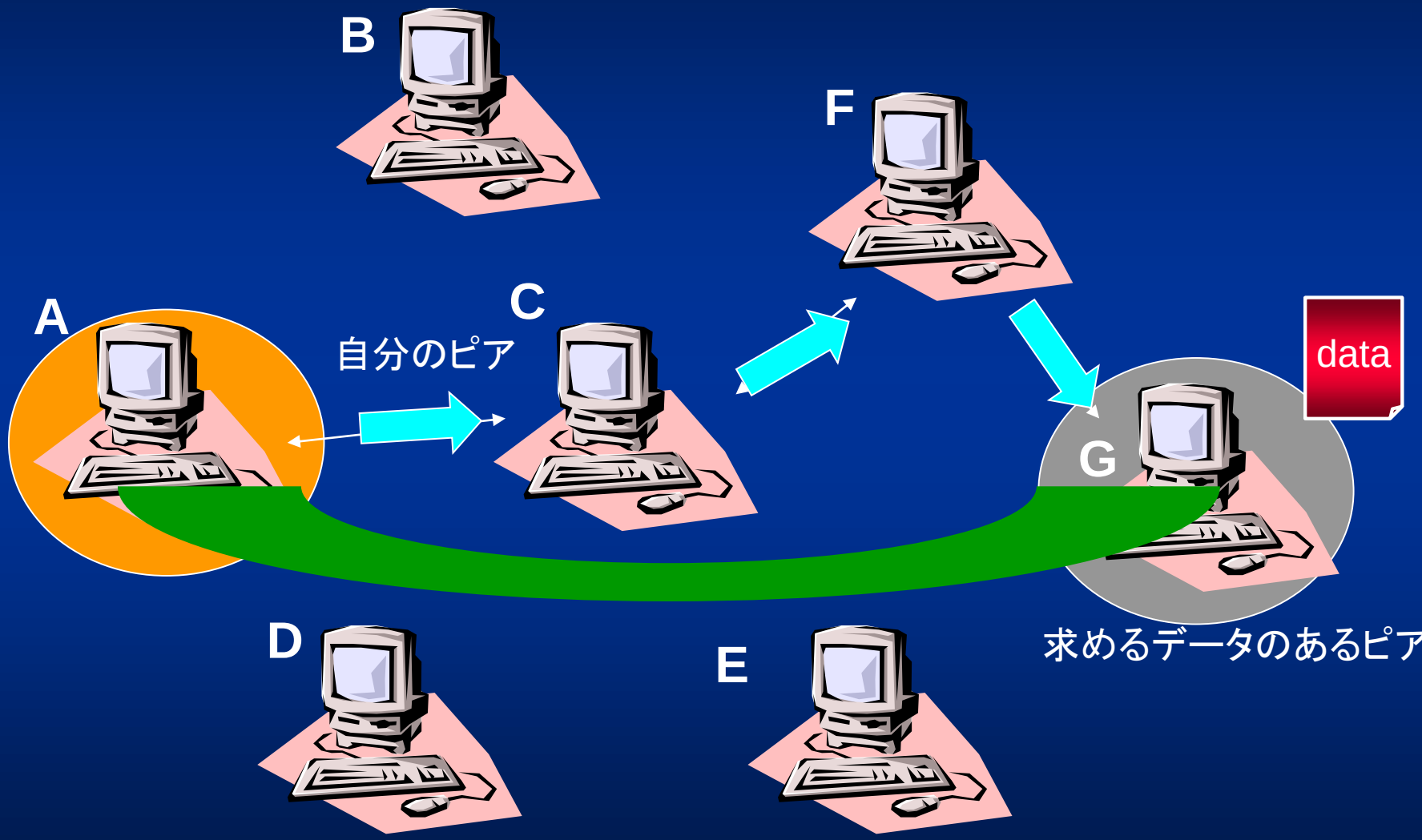


- ネットワーク内のノードはつながっているが、
互いに何を保持しているかは検索するまでわからない

Gnutella：ディスカバリー



Gnutella： 転送



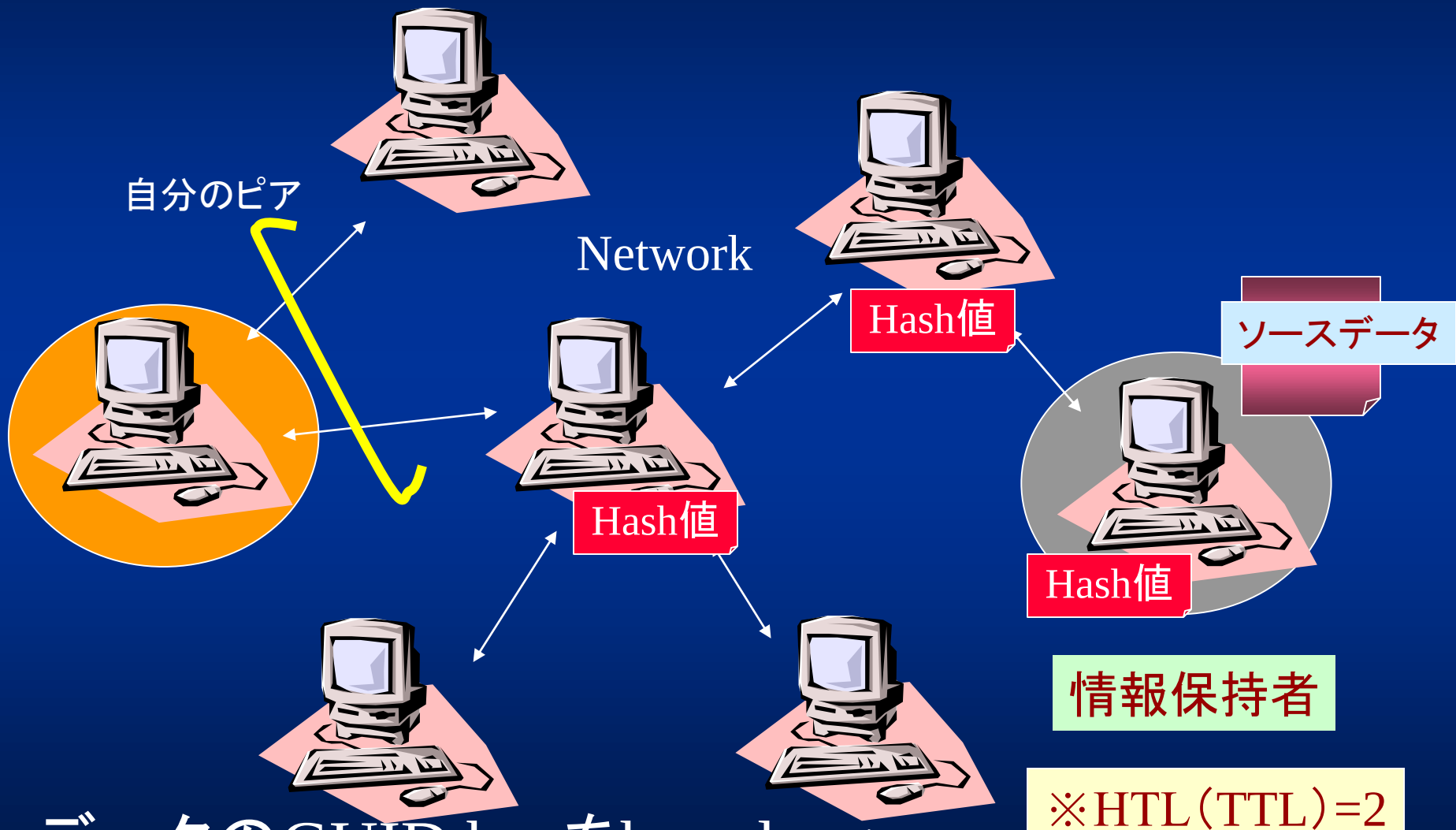
Freenetの設計思想

- 情報を中央集権的な管理から解放する
- 情報の発信は、誰でも匿名で行える
- 情報の受信は、誰でも匿名で行える
- 需要の多い情報は消えない
- 需要の無い情報は消えていく
- 情報は意図的に削除できない

→ファイルとLocationを分離

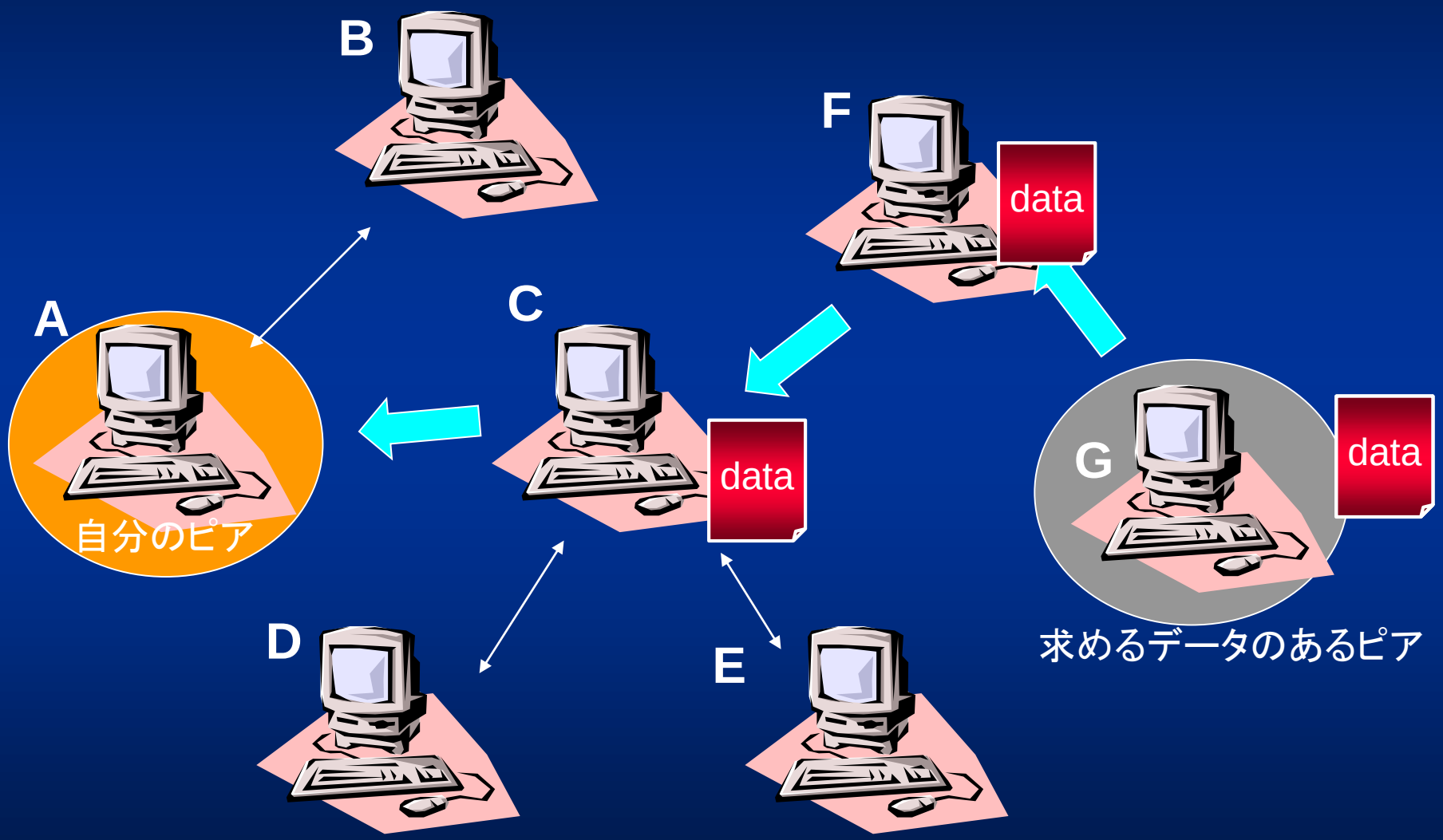
ファイルを検閲・削除・改変しようとする第3者の圧力を回避した分散ストレージ

Freenet：ファイルの挿入



- データのGUID keyをbroadcast

Freenet　ファイルの転送



P2P型ファイル分散共有

- Napster
  - IndexとStorageを分離
- Gnutella
  - Storageと帯域を分散した
- Freenet
  - ファイルとLocationを分離
  - ファイル保有・送信・受信の匿名性を実現した

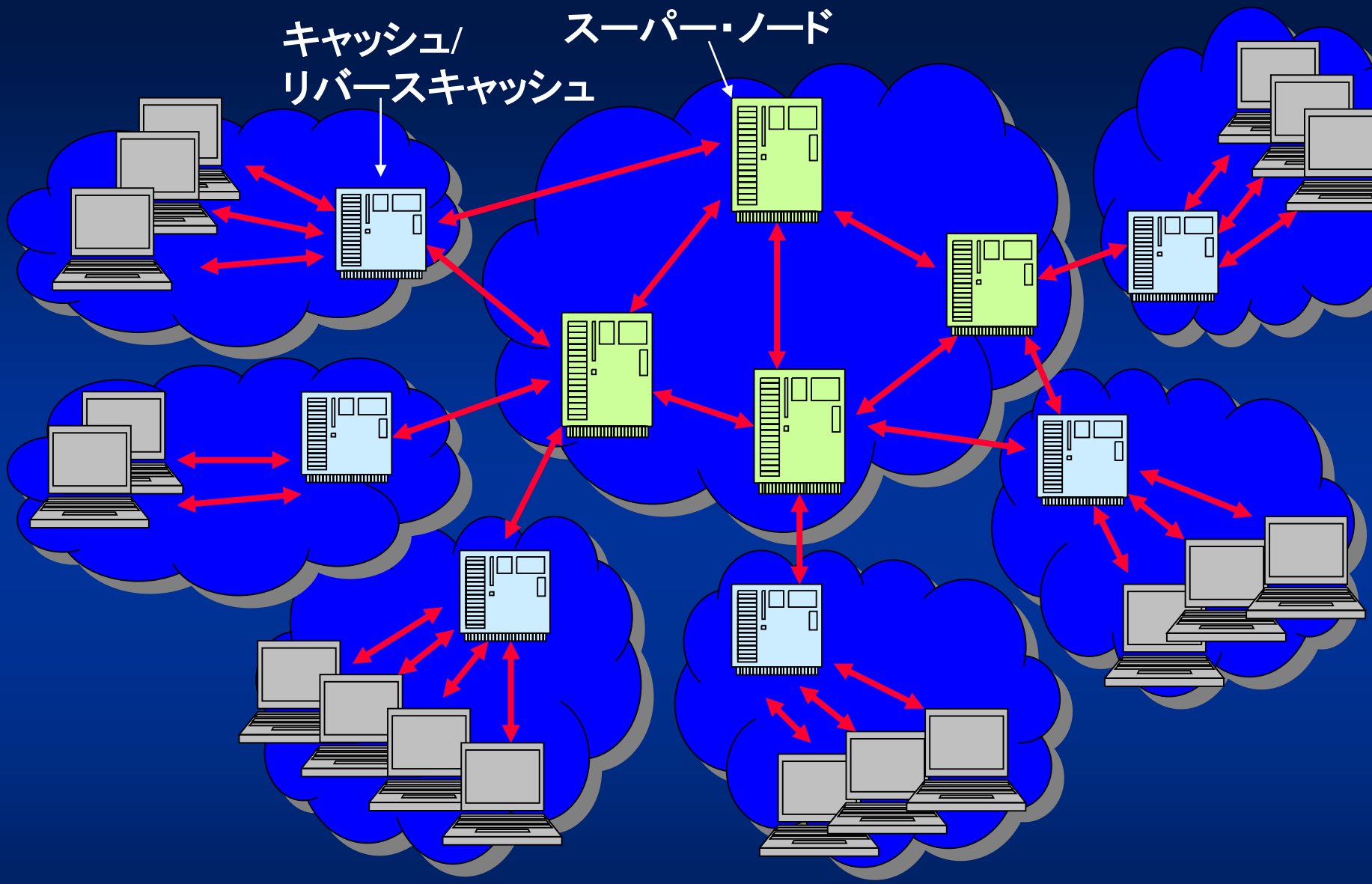
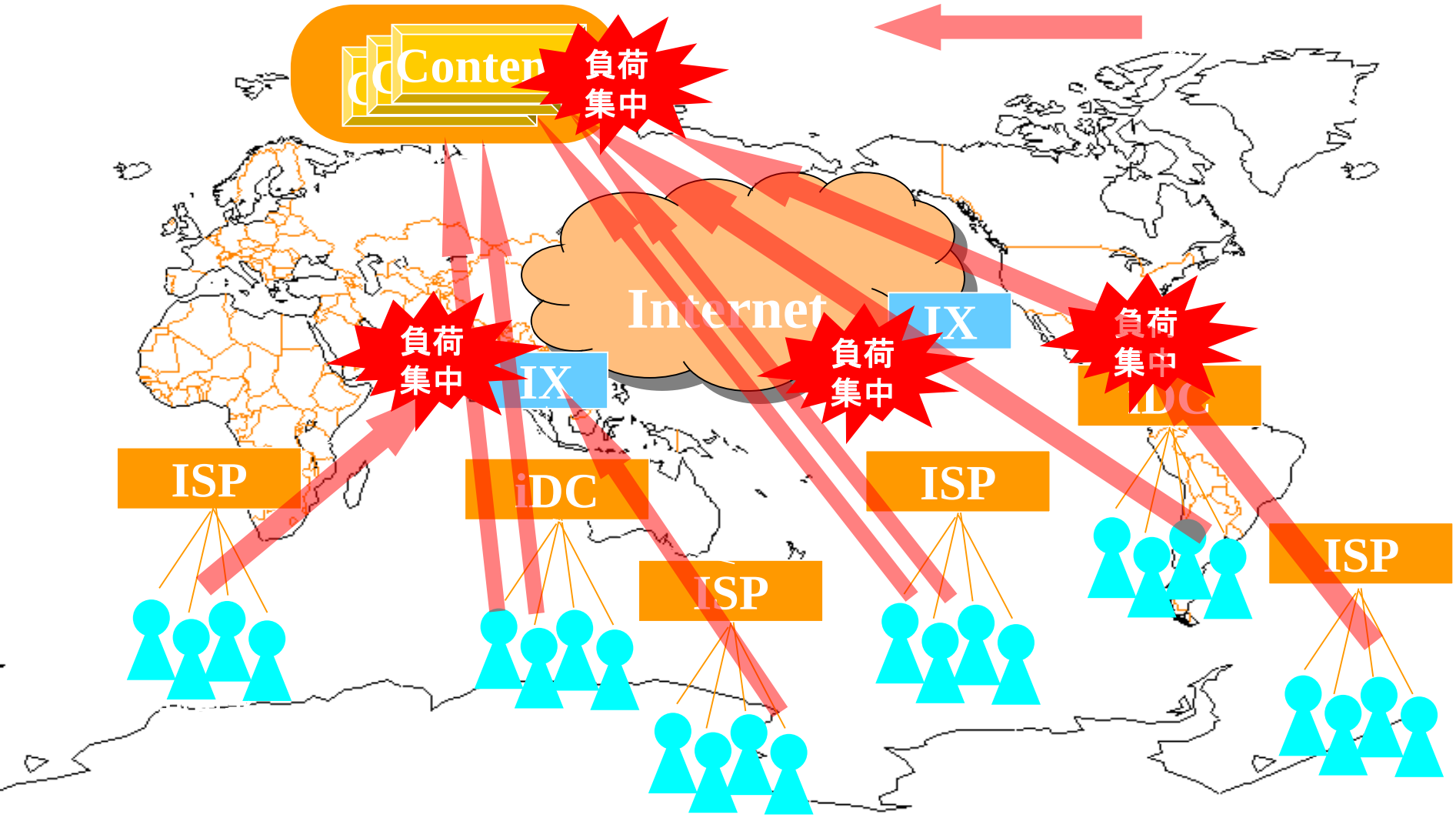


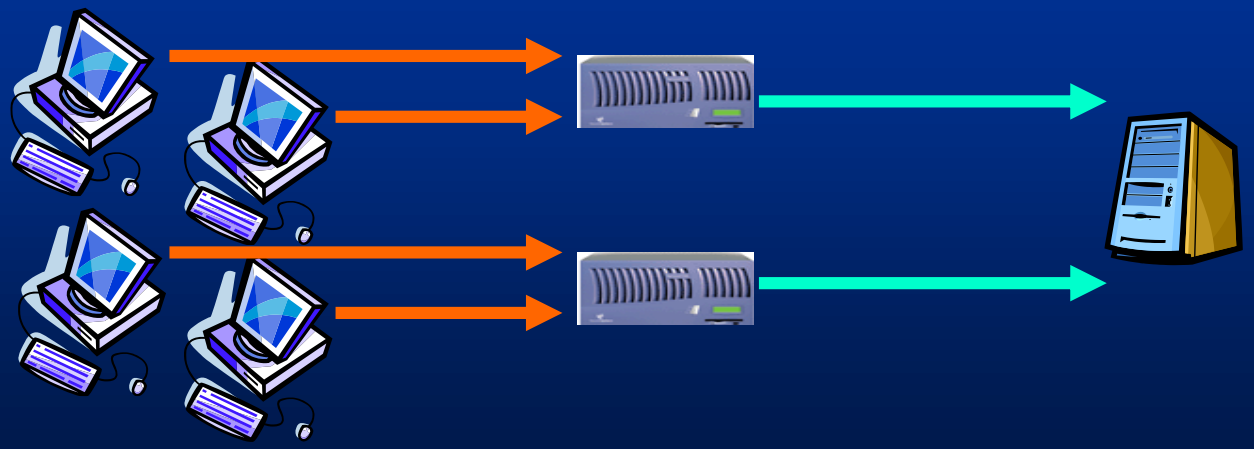
図9-5 Winny/SKYPEにおける階層的トポロジー構造の概念図

Webサービスの構造上の問題（負荷の集中）

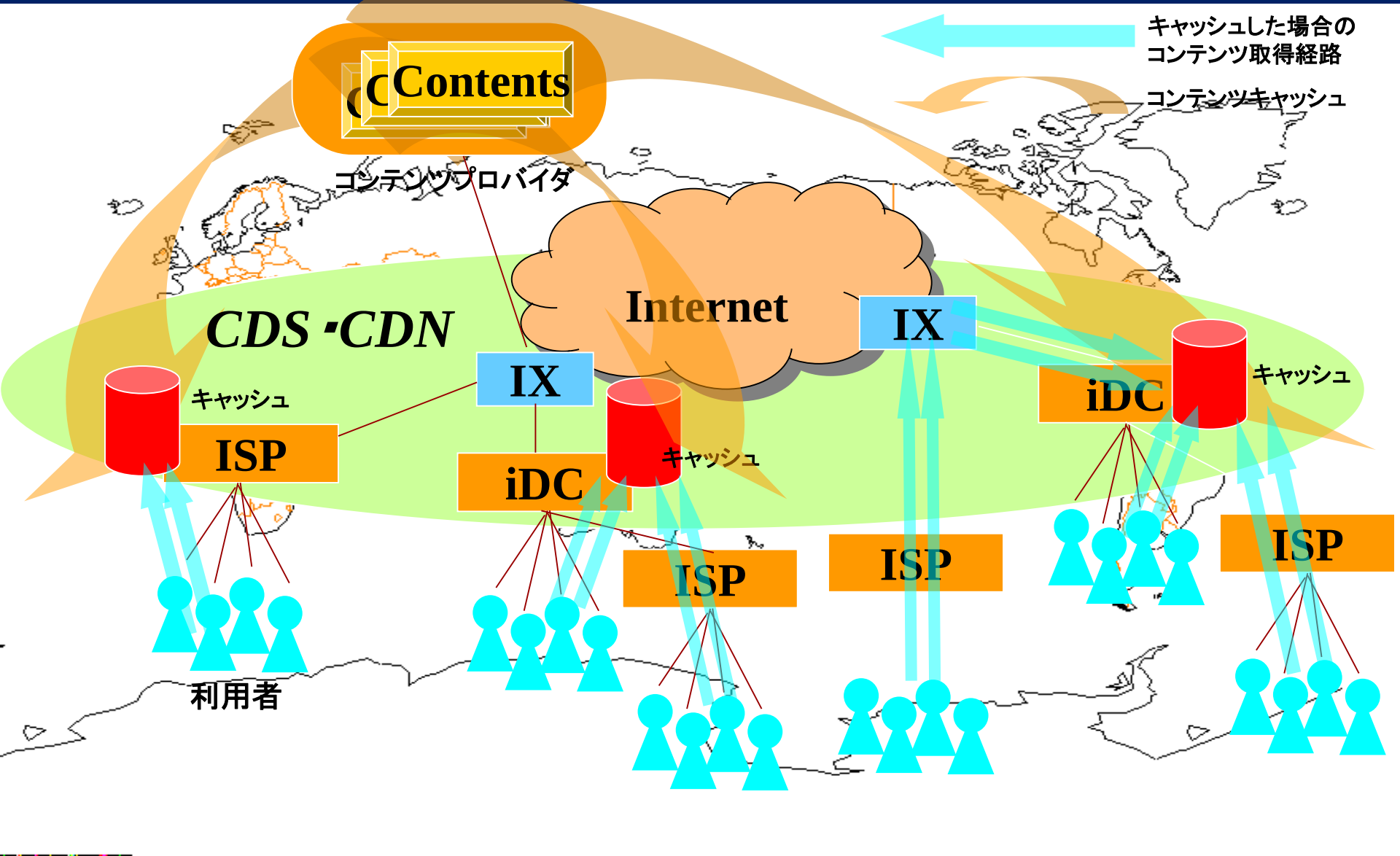


CDN as scaling mechanism

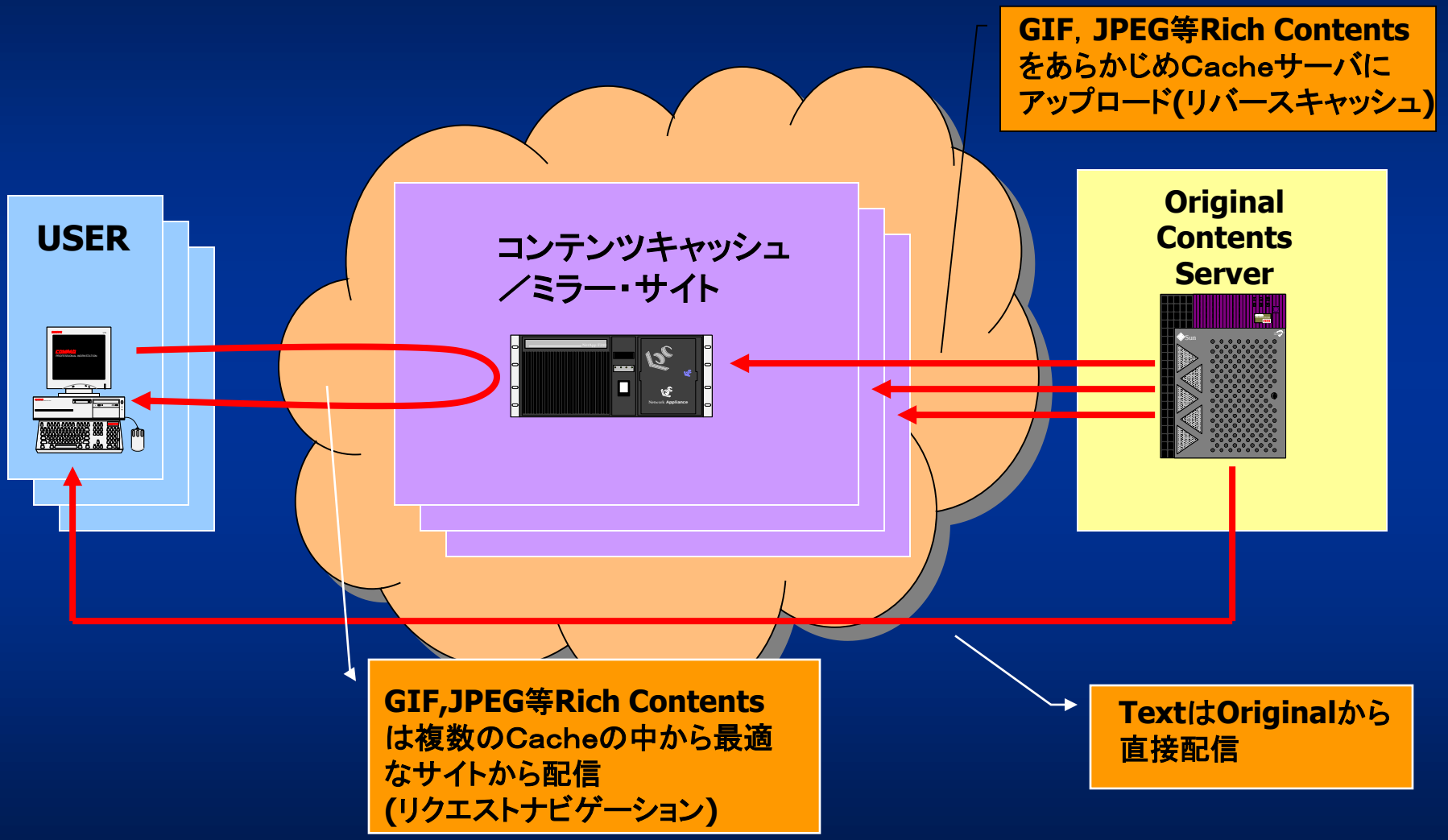
- Mooreの法則とCoffmanの観測のギャップを埋める
  - Reverse proxy
  - Mirroring
- また、end-to-end delayを改善
  - End-to-edge へ



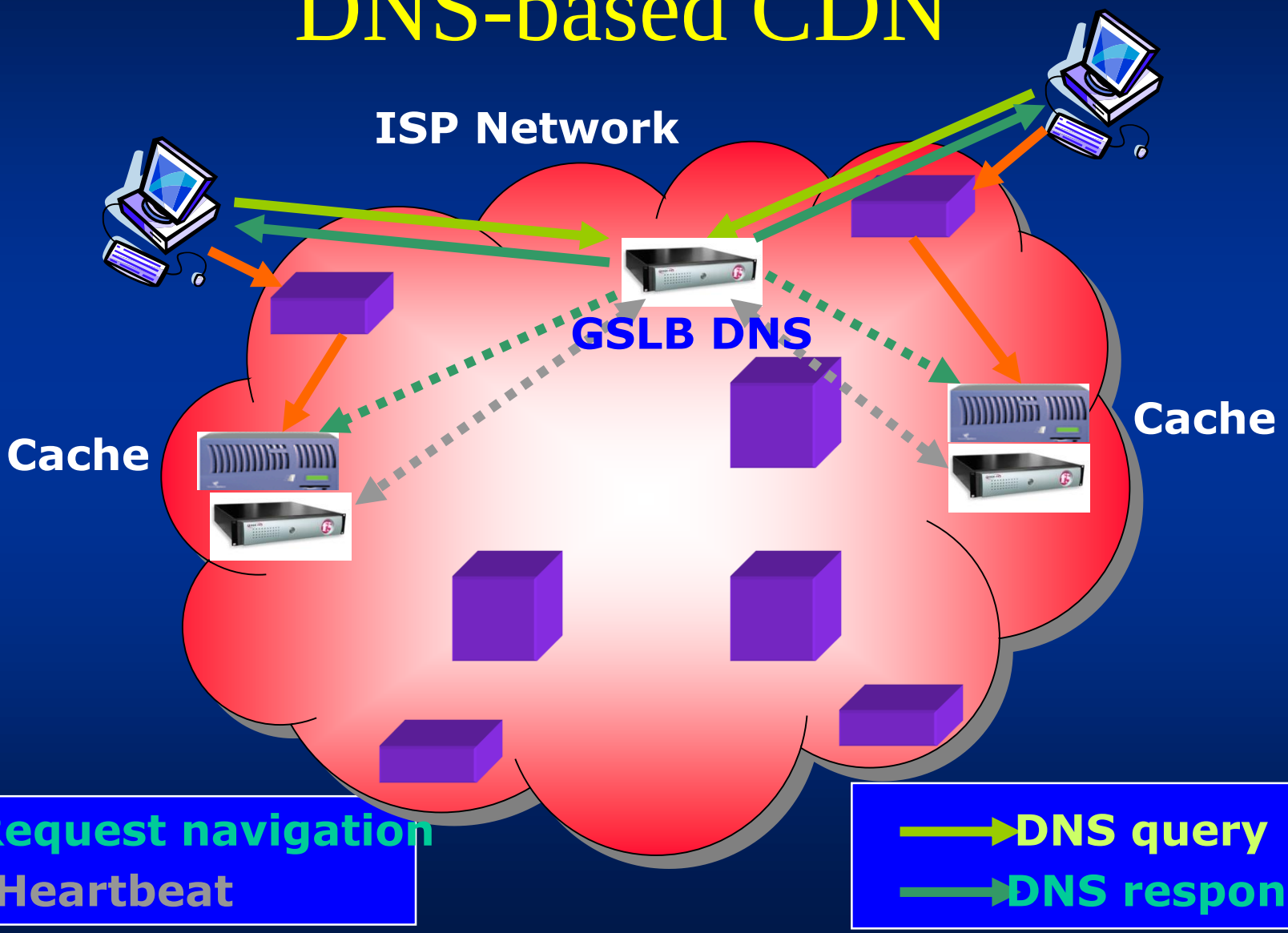
CDS・CDNによる負荷分散と エッジからのコンテンツ配信イメージ図



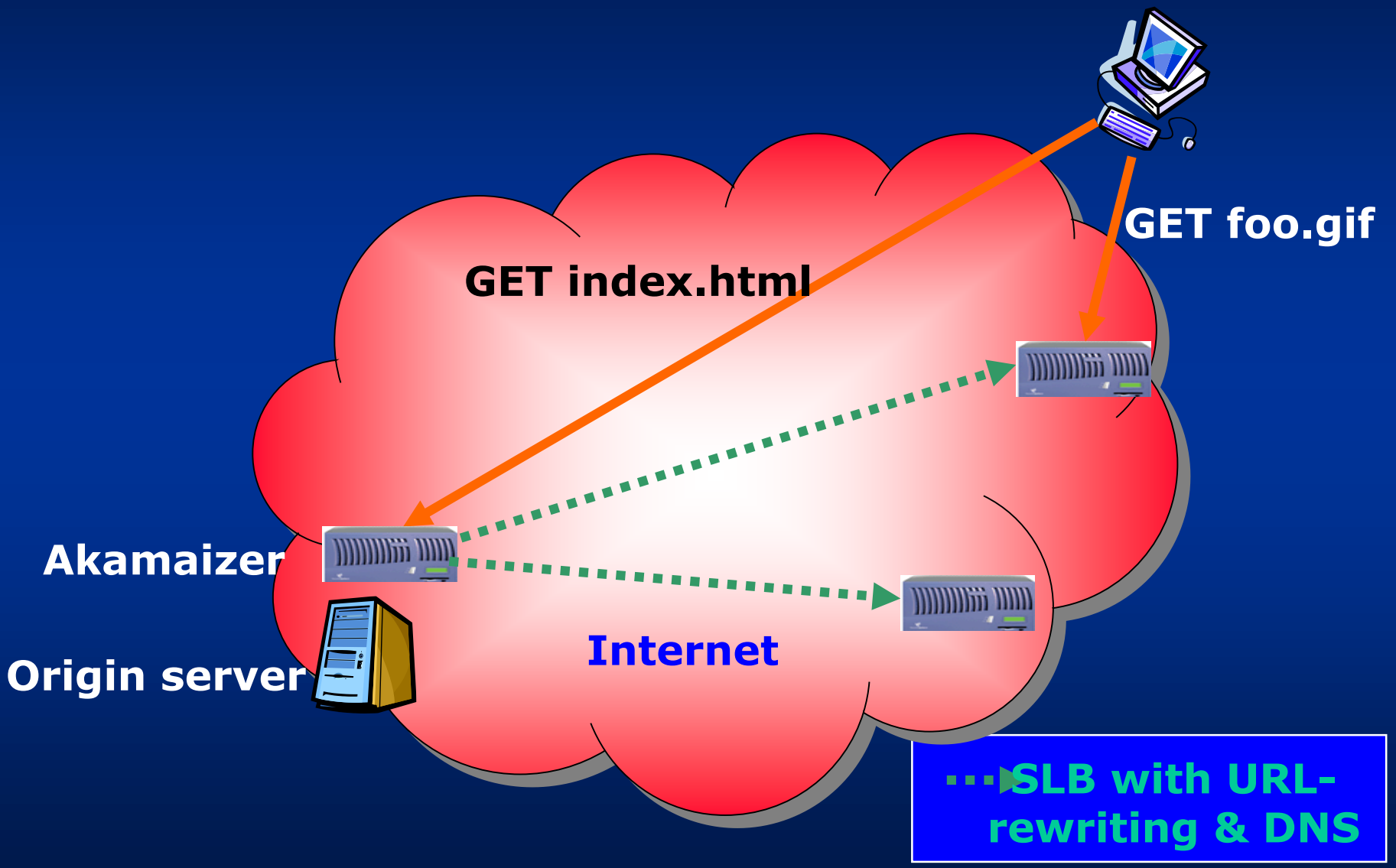
CDS(キャッシュ同期技術)



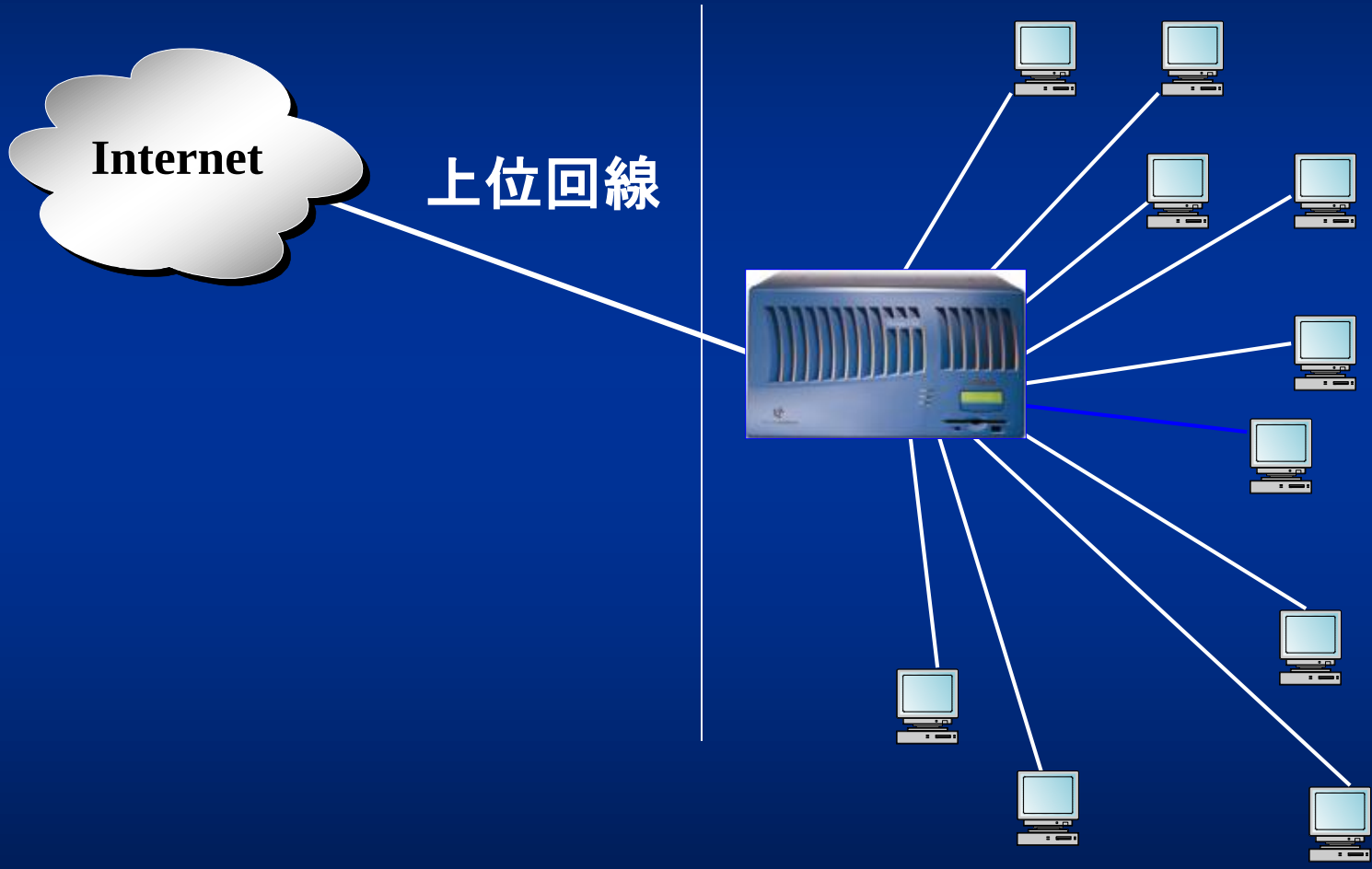
DNS-based CDN



Reverse proxy + URL rewriting



HTTPフォワードCache



Peer-to-Peerシステムの役割

1. キャッシュ(Cache) と Proxy の導入
2. DMA (Direct Memory Access) の導入
3. 仮想記憶システムの導入 (by DHT)

   コンテンツハンドラ(識別子) と 実アドレスの分離
4. コンテンツの抽象化 (by DHT)

   {ファイル名、ファイル拡張子、等} を隠蔽し、単純な数値で表現。

(*) 仮想メモリ

仮想的なメモリ機構によって生成される、仮想的なメモリ 領域 (とても大きな記憶空間)。仮想メモリは、最終的には適当な物理メモリにマップされる。 物理メモリ量を超える仮想メモリ 空間を作り出したり、複数の仮想空間を作り出したりする。

最近の 技術動向を観察すると。

1. P2P 技術の 焼き直し
   - ✓ キャッシュ・リバースキャッシュ
   - ✓ コンテンツごとの 転送：
     - ◆ CCN(contents centric network)
     - ◆ NDN(named data network)
   - ✓ ハッシュ値 を用いた 抽象化
     - ◆ 固定長の数字列でのハンドリング