
QoS サービス品質

コンテンツ配信技術12
菊池 浩明

Contents

- サービス品質
- ストリーミングサービス
- 品質改善技術
 - マルチキャスト
 - CDN
 - FEC

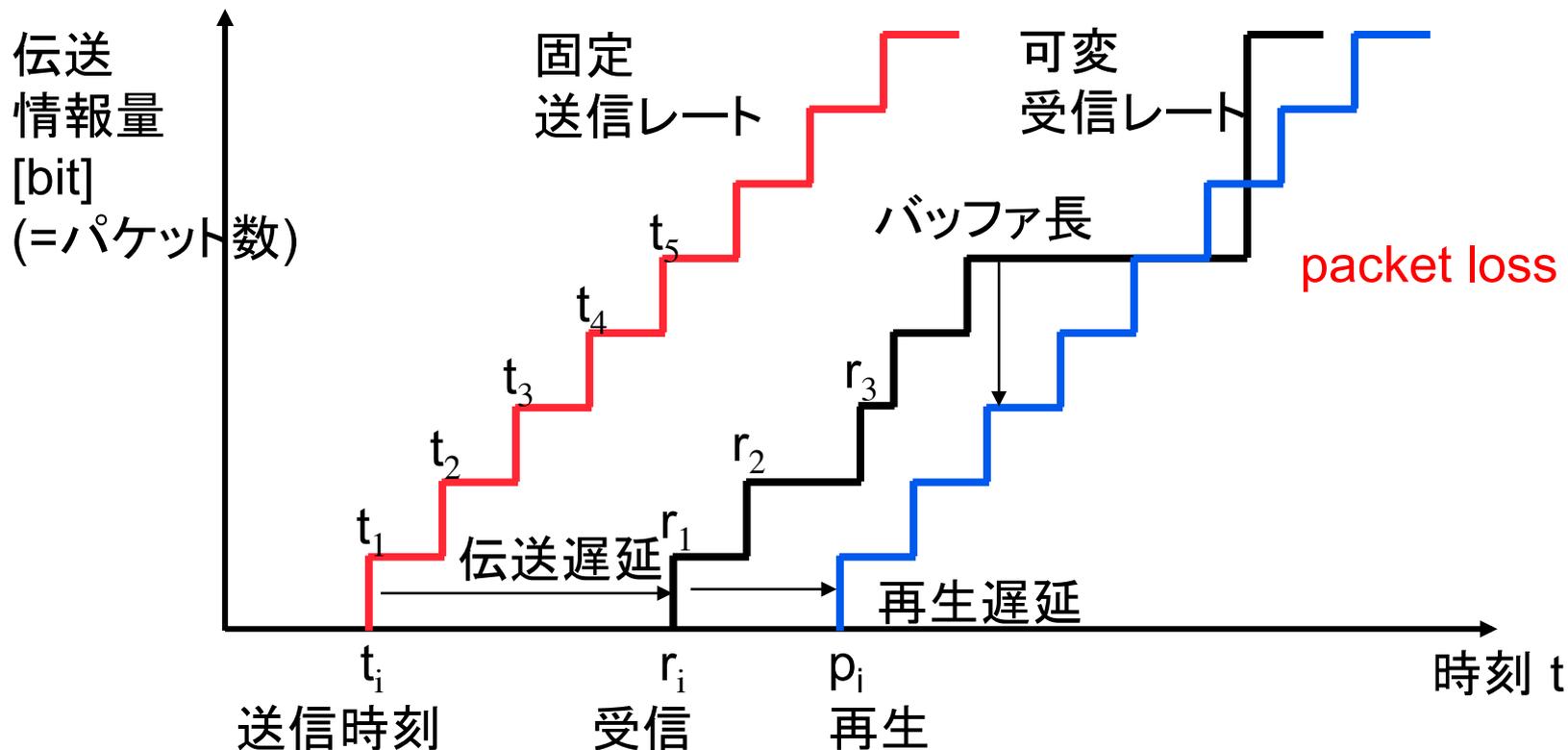
インタラクティブ性(対話的)

	Streaming	Realtime
例	YouTube Hulu Amazon Prime Video Ustream (live)	Hangout ネット電話, テレ会議
	高い	中
遅延, パケット損失		許されない delay-sensitive
通信方向	単方向	
付加機能	ポーズ, 早送り (シークバー)	音声のmute, 画像のオフ

QoS

- Quality of Service () ネットワークサービスの通信品質
 - ビットレート (bit rate): 単位時間当たりの伝送量, 符号化効率 [bps]
 - error rate: パケット損失の割合 [%]
 - (伝播)遅延時間 (transmission **delay**) [s]
 - (packet **jitter**): 遅延時間の分散
 - レイテンシー (): サービス開始時刻までの遅延 (cf. RTT)
 - SLA (service level agreement)
 - » 合意されたサービス品質, 保証有無 (best effortなど)

動画配信におけるQoS



- bitrate: $(\text{伝送ビット})/(\text{伝送時間})$
- delay: $d_i = r_i - t_i$
- jitter: $\text{Var}[d_i] = 1/n \sum (d_i - \mu(d_i))^2$
- latency: $p_i - r_i$

遅延と対話性のトレードオフ

■ ネットワーク1

□ $d1=3$ [ms]

$d2=2$

$d3=30$

$d4=5$

□ 平均遅延 = $40/4=10$

□ ジッター = $(7^2+8^2+20^2+5^2)/4= 134.5$

□ 再生遅延 →

耐故障性 →

対話性 →

■ ネットワーク2

□ $d1=10$

$d2=11$

$d3=9$

$d4=10$

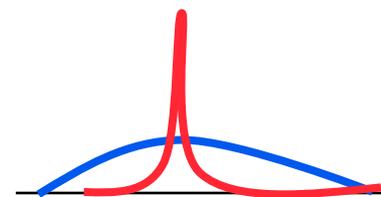
□ 平均遅延 =

□ ジッター =

□ 再生遅延 →

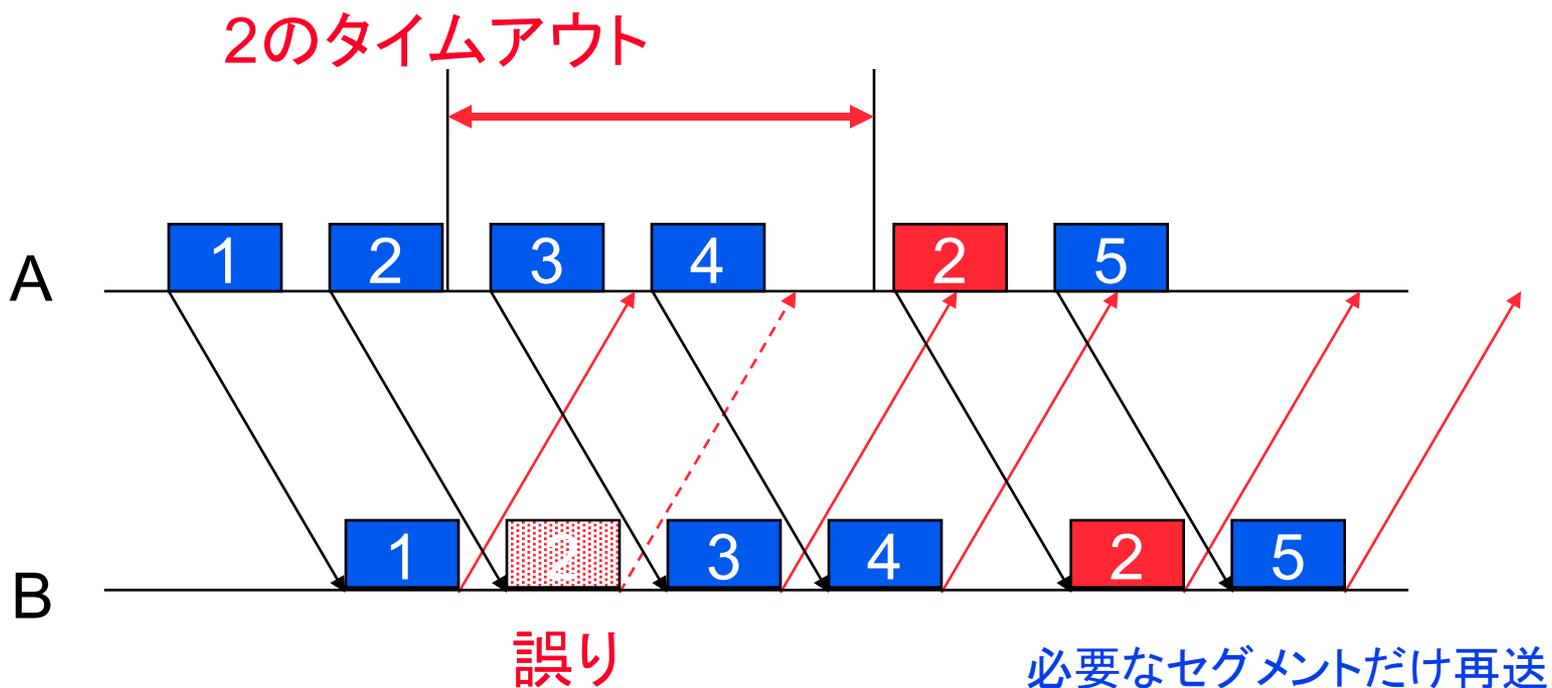
耐故障性 →

対話性 →



TCPの再送

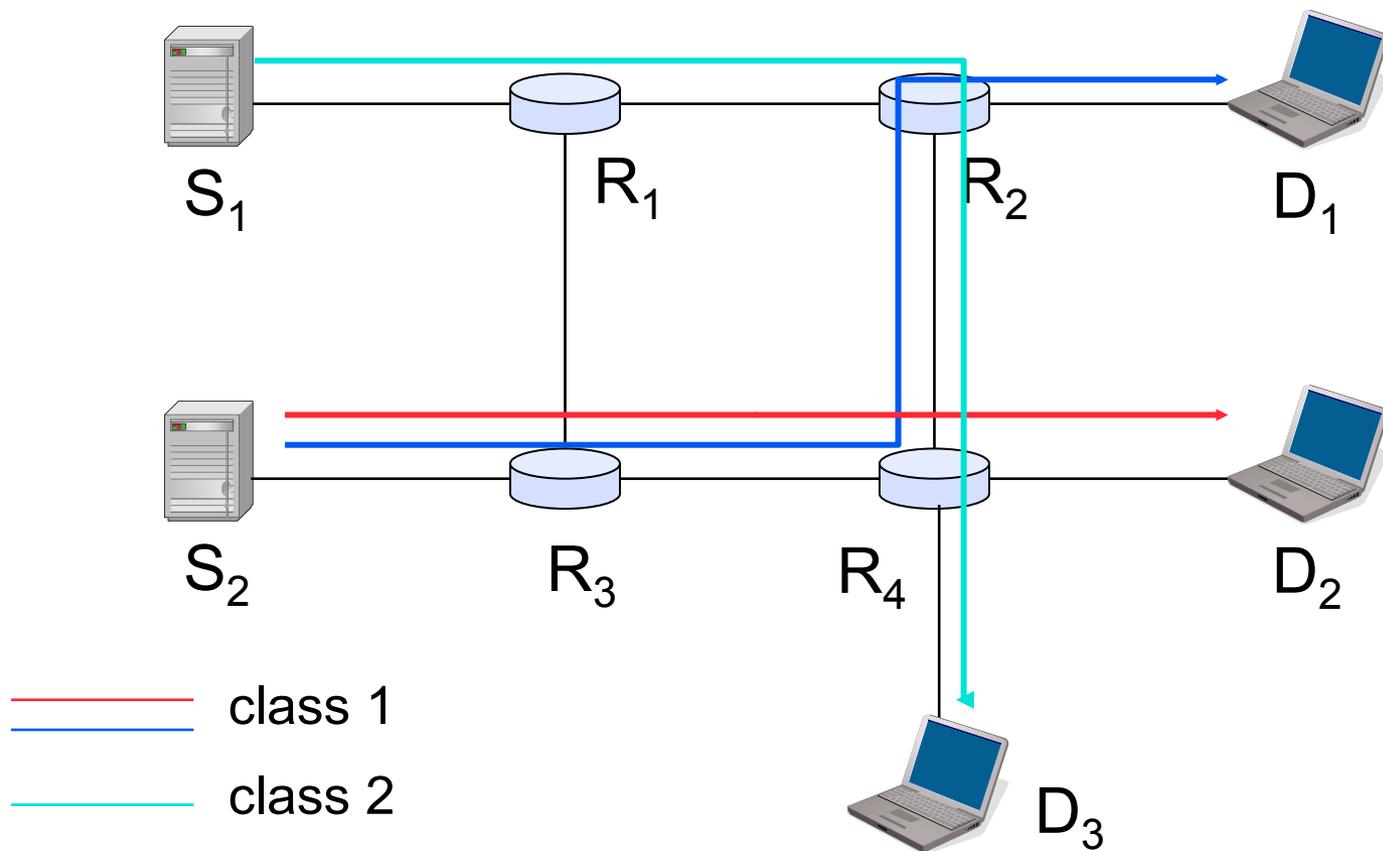
■ 受信バッファとタイムアウト



3つのストリーミング形式

- 1. HTTP
- 2. メタファイル形式
- 3. 専用サーバー形式

QoSを下げる要因



品質保証の試み

- Integrated Service
()

- Internetの基盤を変更
- 帯域予約 RSVP
- 公平キューイング

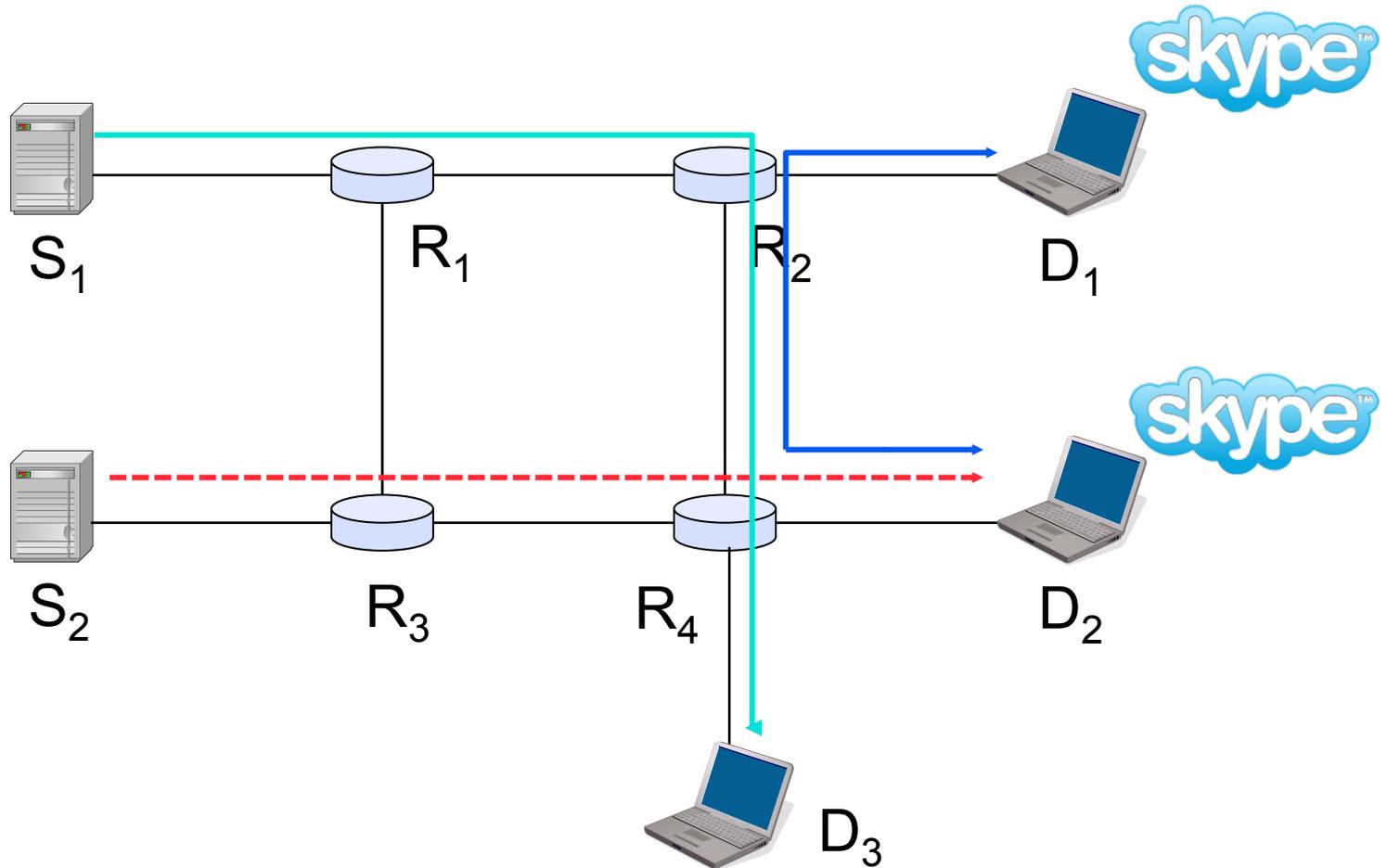
- Differentiated Service (Diffserv)

- インターネットは最低限の変更, 他で頑張る
- パケットの_____

- アプリケーション

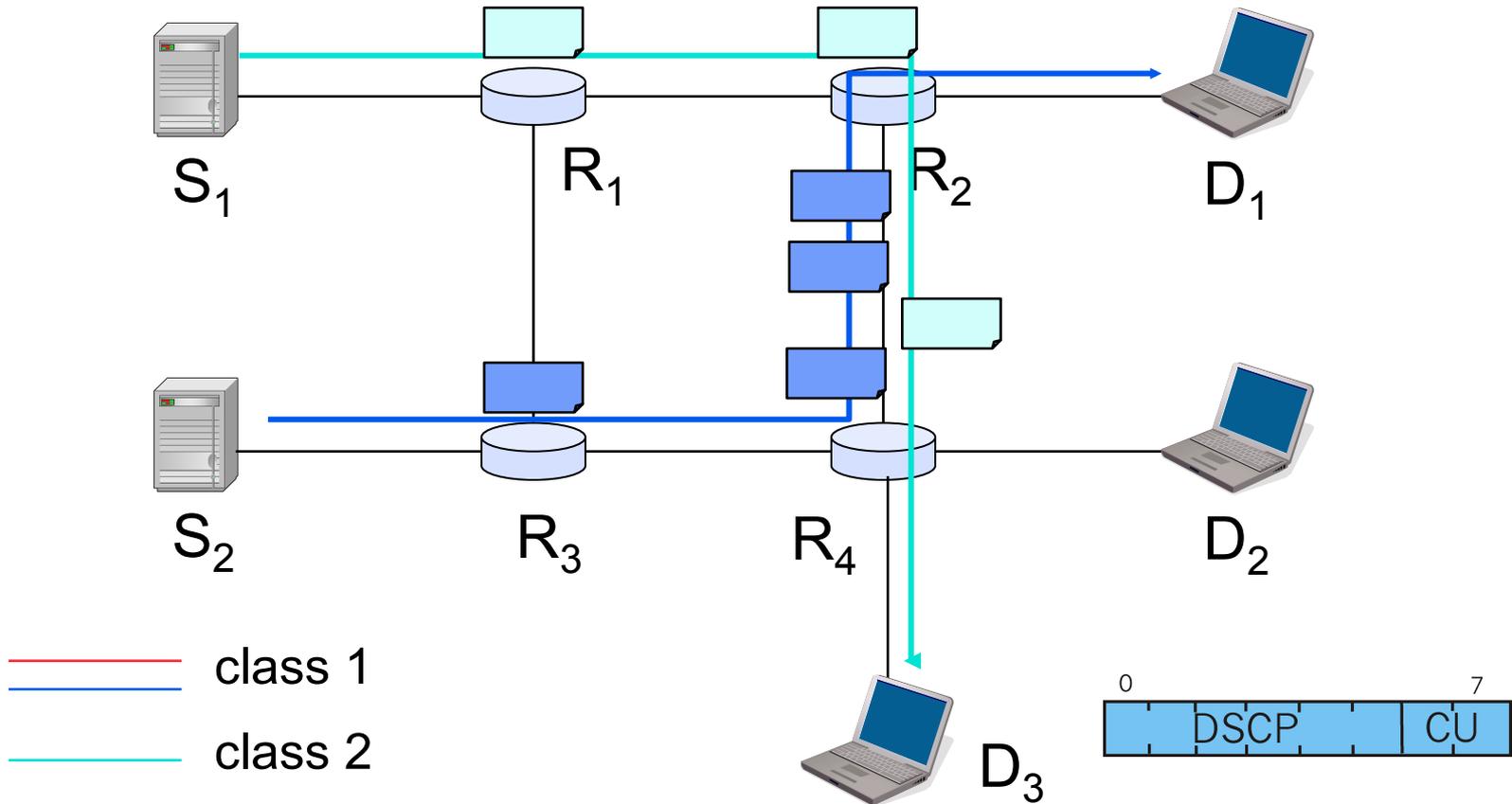
- FEC
- CDN
- P2P

1. P2P



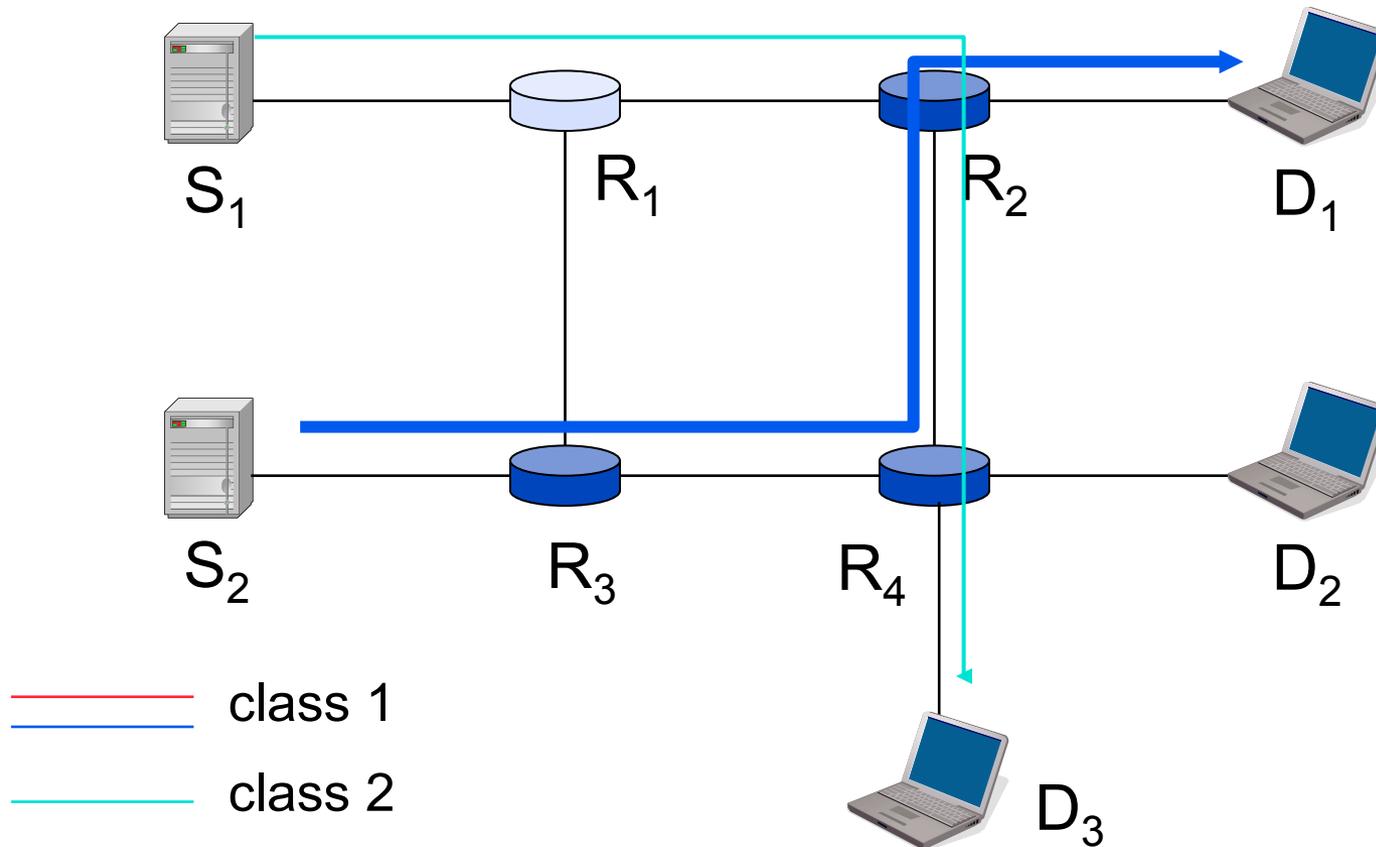
2.

■ パケットにマーキング(TOSフィールド)



3. Intserv

■ 帯域予約 _____ (Reservation Protocol)



4. FEC (Forward Correction)

■ 1. 誤り訂正パケット方式

□ 誤り訂正チャンク



$$R = P_1 \oplus P_2 \oplus \dots \oplus P_n$$

□ 訂正方法



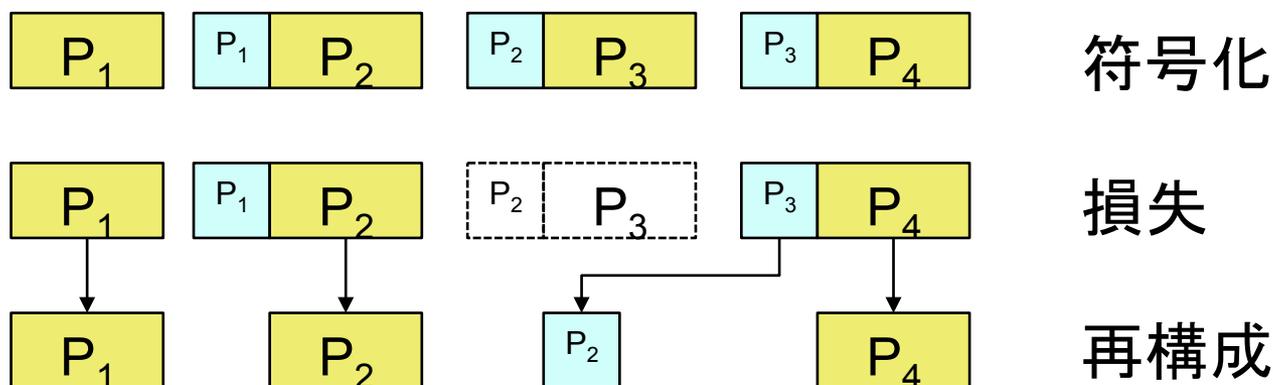
$$\gg P_2 = P_1 \oplus R \oplus \dots \oplus P_n$$

□ 欠点: n 個のパケットを送るのに _____ 個必要
最初の n 個を送るまで, 再生できない.

4. FEC

■ 2. piggyback 方式

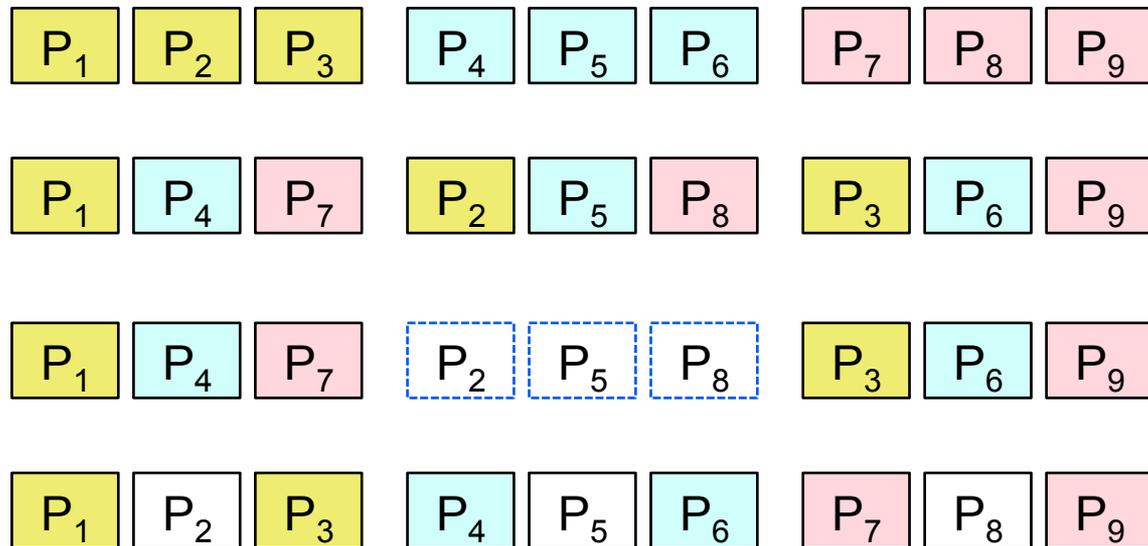
□ 高圧縮（低ビット）のpiggyback()



□ 欠点: piggybackのオーバヘッド
P2を送り終わるまで再生出来ない

4. FEC

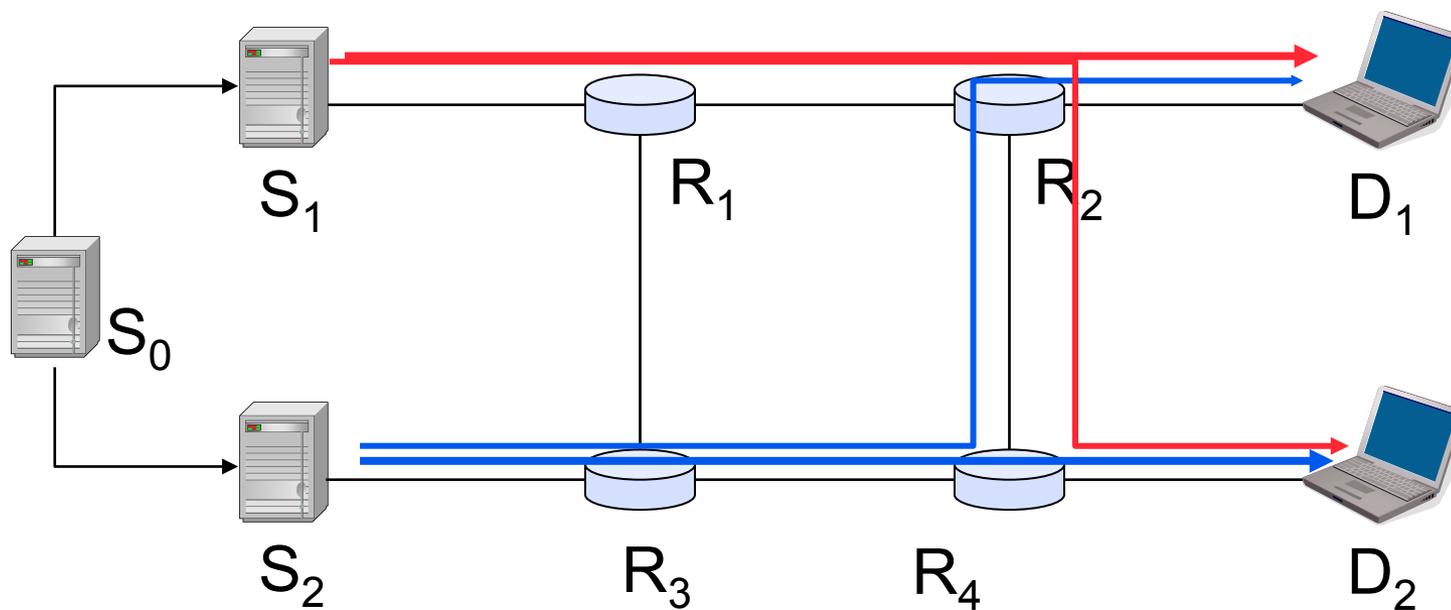
■ 3. interleaving 方式



- 欠点：誤りは訂正しない(品質は落ちる)
全部受信しないと再生できない

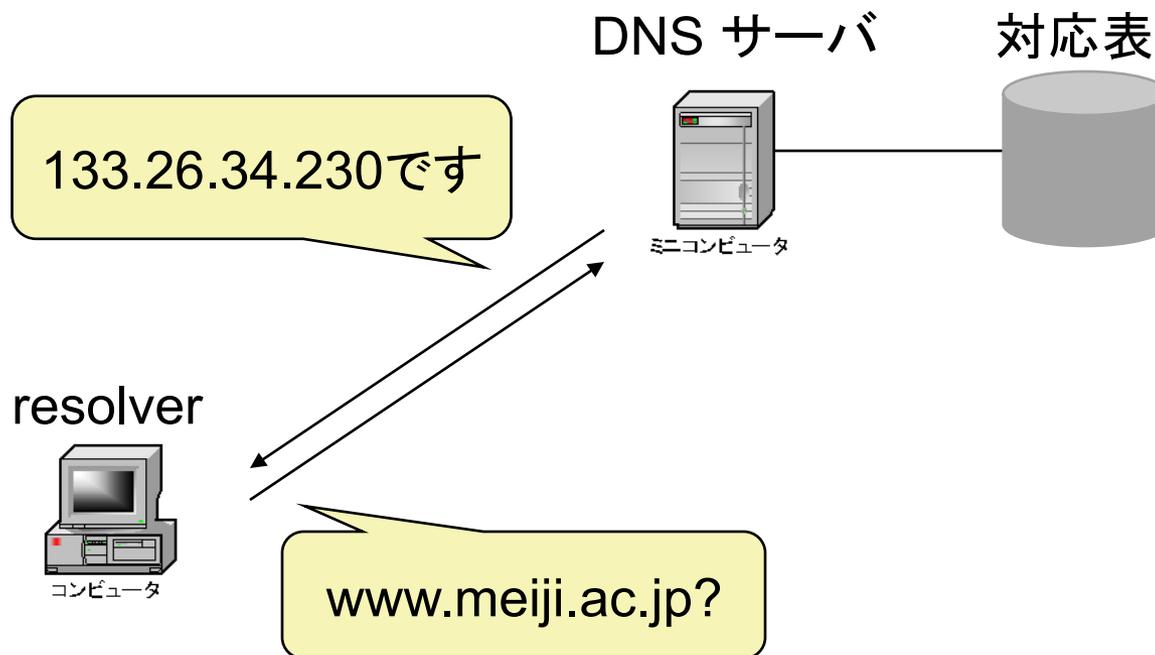
5. CDN

■ Content _____ Networks



コンテンツのレプリカを分散させておき、
クライアントに最も近いところから配信する

DNSのしくみ 単純名前解決



nslookup コマンド実行例

```
C:\WINNT\system32>nslookup
```

```
Default Server: kamome.u-tokai.ac.jp   ローカルDNSサーバ  
Address: 150.7.1.11
```

```
> www.asahi.com
```

```
Non-authoritative answer:
```

```
Name: kddi7.asahi.com
```

```
Address: 202.239.162.61
```

```
Aliases: www.asahi.com
```

真のホスト名
実際のIPアドレス

```
> set type=mx
```

「u-tokai.ac.jp」のMXレコード問合せ

```
> u-tokai.ac.jp
```

```
Server: kamome.u-tokai.ac.jp
```

```
Address: 150.7.1.11
```

メールサーバ

```
u-tokai.ac.jp  MX preference = 10, mail exchanger = shonan.u-tokai.ac.jp
```

```
u-tokai.ac.jp  nameserver = shonan.u-tokai.ac.jp
```

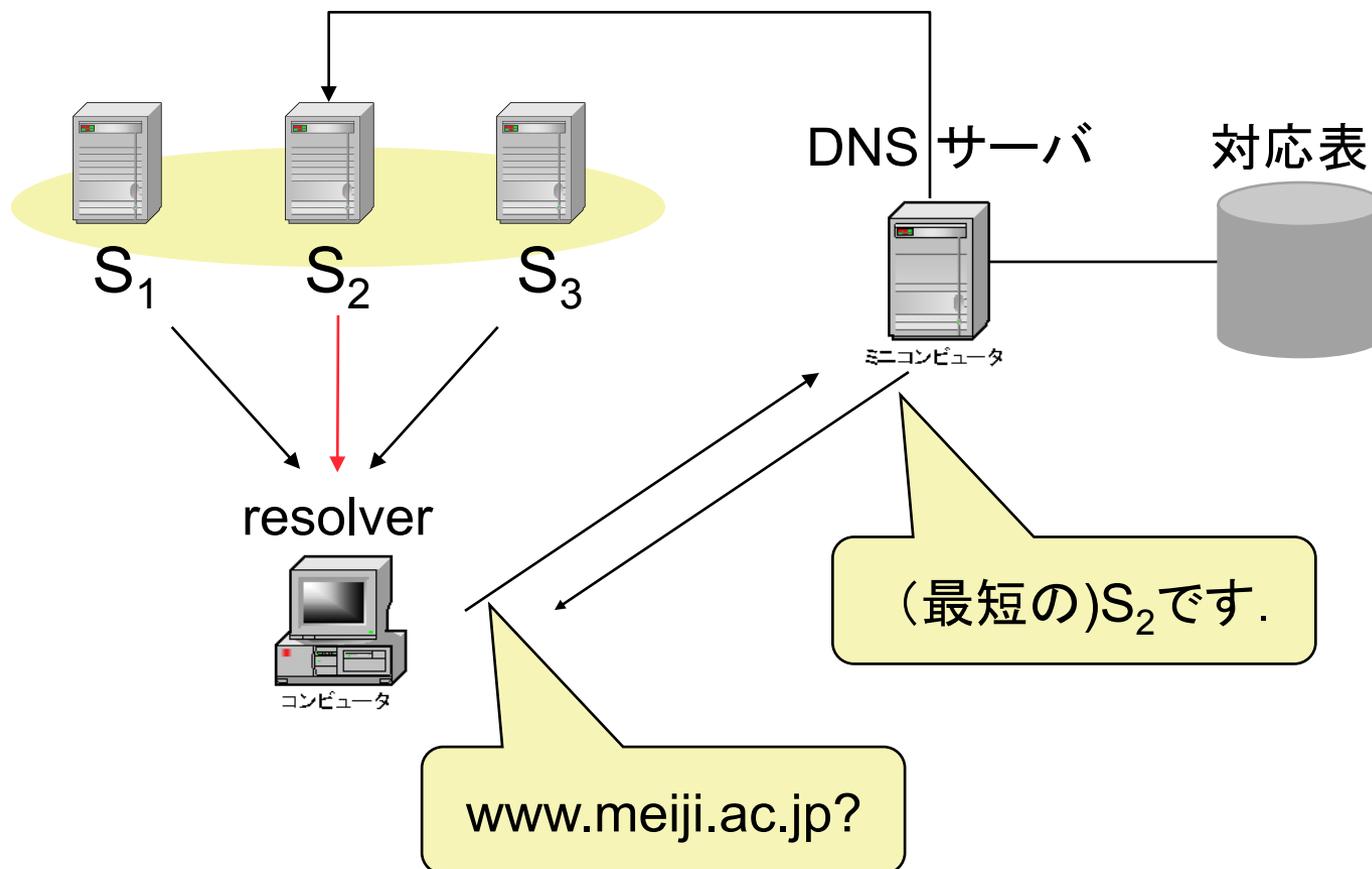
```
u-tokai.ac.jp  nameserver = kamome.u-tokai.ac.jp
```

```
shonan.u-tokai.ac.jp  internet address = 150.7.1.12
```

```
kamome.u-tokai.ac.jp  internet address = 150.7.1.11
```

プライマリー
セカンダリー

DNSによる最短経路の検索



例) www.apple.com

```
C:\Users\kikn> nslookup www.apple.com  
サーバー: ikuta-ns.mind.meiji.ac.jp  
Address: 133.26.136.30
```

権限のない回答:

```
名前: e6858.dsc.akaiaedge.net  
Addresses: 2600:1417:27:487::1aca  
          2600:1417:27:483::1aca  
          23.59.7.184
```

```
C:\Users\kikn> nslookup www.apple.com  
サーバー: cdns01.kddi.ne.jp  
Address: 2001:268:fd07:4::1
```

権限のない回答:

```
名前: e6858.dsc.akaiaedge.net  
Addresses: 2001:268:80e:193::1aca  
          2001:268:80e:18c::1aca  
          184.29.49.25
```

tracert 23.59.7.184

経由するホップ数は最大 30 です:

```
 1  7 ms  8 ms  7 ms  sslvpn-20.mind.meiji.ac.jp [133.26.20.246]  
 2 10 ms  9 ms 10 ms  ct-e-isp-1-20v.mind.meiji.ac.jp [133.26.20.254]  
 3  9 ms  7 ms  9 ms  isp-fw-int.mind.meiji.ac.jp [133.26.8.1]  
 4  7 ms  9 ms  8 ms  133.26.11.2  
 5  8 ms  8 ms  8 ms  202.232.13.77  
 6  7 ms  8 ms 12 ms  tky001bb10.IIJ.Net [58.138.99.129]  
 7 11 ms  9 ms  9 ms  tky008bf00.IIJ.Net [58.138.80.9]  
 8 10 ms  9 ms  9 ms  tky001ix11.IIJ.Net [58.138.83.102]  
 9 10 ms 10 ms 10 ms  210.173.174.81  
10 10 ms 10 ms 10 ms  ae-7.r30.tokyjp05.jp.bb.gin.ntt.net [129.250.7.84]  
11 17 ms 17 ms 32 ms  ae-6.r22.osakjp02.jp.bb.gin.ntt.net [129.250.7.79]  
12 17 ms 17 ms 17 ms  ae-1.r00.osakjp02.jp.bb.gin.ntt.net [129.250.2.253]  
13 19 ms 17 ms 26 ms  ae-1.akamai-osa.osakjp02.jp.bb.gin.ntt.net [61.200.82.242]  
14 17 ms 17 ms 17 ms  a23-59-7-184.deploy.static.akamaitechnologies.com [23.59.7.184]
```

Akamai Technologies 社

- 1998年設立, 米国
 - 一日10億件の検索要求に対応. インターネットの15~30%.
 - 会社名は「インテリジェンス」を表すハワイ語

まとめ

- ネットワークの品質には、ビットレートの他にも、**パケット損失率**や**伝送遅延時間**、またその分散である()や、**再送までの遅延時間**である()などがある。これらのサービス品質を()と呼ぶ。
- 品質保証がないことを()という。帯域予約により品質を向上するアプローチを()、パケットの優先順位を見て品質を制御するアプローチを()という。
- CDNは、ドメインからIPアドレスを検索する()を用いて、分散されたサーバから最適なサーバを選択している。

演習

- $n=4$ 回につき1つ誤り訂正パッケージを送る方式1と $1/4$ のビット長に圧縮するpiggyback方式2を考える. ストリームのビットレート B とする.
 1. それぞれ追加されるビットレート B_1 , B_2 を求めよ.
 2. latency(再生までの待ち時間)を求めよ.
 3. 5回に1度パッケージ損失(80%効率)のネットワークでQoSが高いのはどちらか.