

# IPv4アドレス枯渇問題

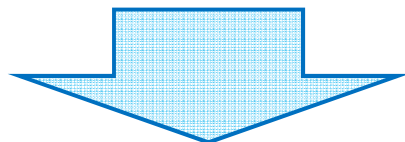
---

名城大学大学院 理工学研究科  
情報工学専攻 1年 渡邊研究室  
大野雄基

# はじめに

## □インターネットの発展

- WEB,メール
- ショッピング
- オンライントレード
- 音楽,動画視聴
- オンラインゲーム



## □IPv4アドレスの需要が伸びた

- IPv4アドレスの在庫が今後数年の間に枯渇するとされている。

## IPv4アドレス枯渇問題

※本資料では,IPv4は特に指定がない限り,IPv4グローバルアドレスを示す.

# IPv4が枯渇してきた理由

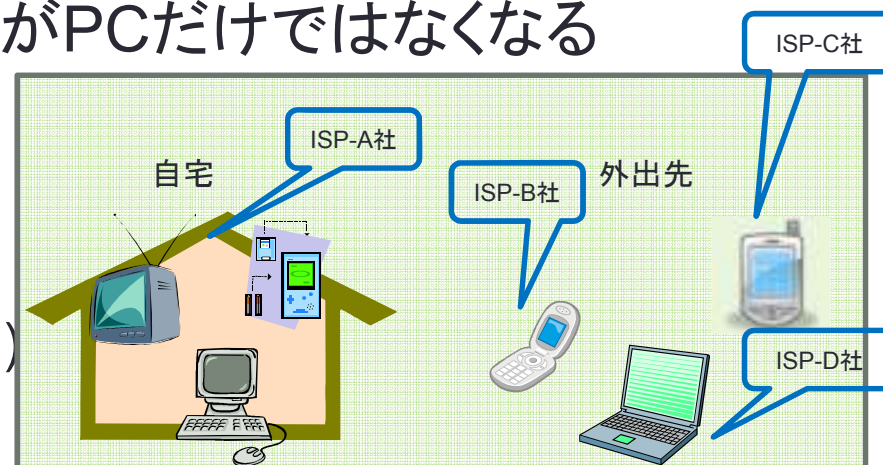
NAT/NAPT: Network Address Translation/Network Address and Port Translation

- 1995~1999年にインターネットが普及
  - ネットを閲覧するときに接続するダイヤルアップ方式.
  - 従量課金が一般的であったため,接続時間が短く1つのIPv4を複数のユーザで効率よく利用できた.
  
- 1999年からADSLが登場
  - 1ユーザあたりの接続時間な長くなり,常時接続が普及.
    - IPv4の利用効率が低下
      - ↳ 2000年頃「近い将来IPv4が不足し始めるのではないか？」
  - IPヘッダ内容を変換する技術であるNATの利用が一般的になり,IPv4枯渇への懸念は徐々に影をひそめていった.

## IPv4が枯渇してきた理由(つづき)

### □インターネットに接続される端末がPCだけではなくなる

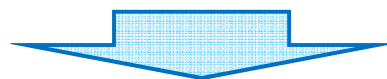
- 携帯音楽プレイヤー
- ゲーム機
- TV
- 携帯電話、スマートフォン(2台持ちも)
- モバイルデータ通信カード
- WiMAX、LTE など



生活シーンに応じてIPv4を複数利用している

### □ライフスタイルの多様化に伴い、IP通信が様々な生活シーンで使われる

- 一人で複数のIPv4を使用
- IPv4の必要性が増した



IPv4の枯渇につながる

# IPv4が枯渇してきた理由(つづき)

## □世界でのインターネット人口の増加

□2000年:3億人      —————> 2009年:10億人

## □新興国でのインターネットの発展

□BRICs(ブラジル、ロシア、インド、中国)の経済成長が著しい

□インターネットが急速に普及してきた

### □中国

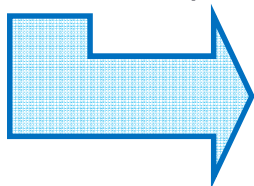
□BRICsの中で経済力、人口(13億人)ともに最も大きい

### □利用者数

□2000年:2200万人 —————> 2009年:3億8400万人

### □普及率

□2000年:5%未満 —————> 2009年:28.53% —————> 2015年:45%予測

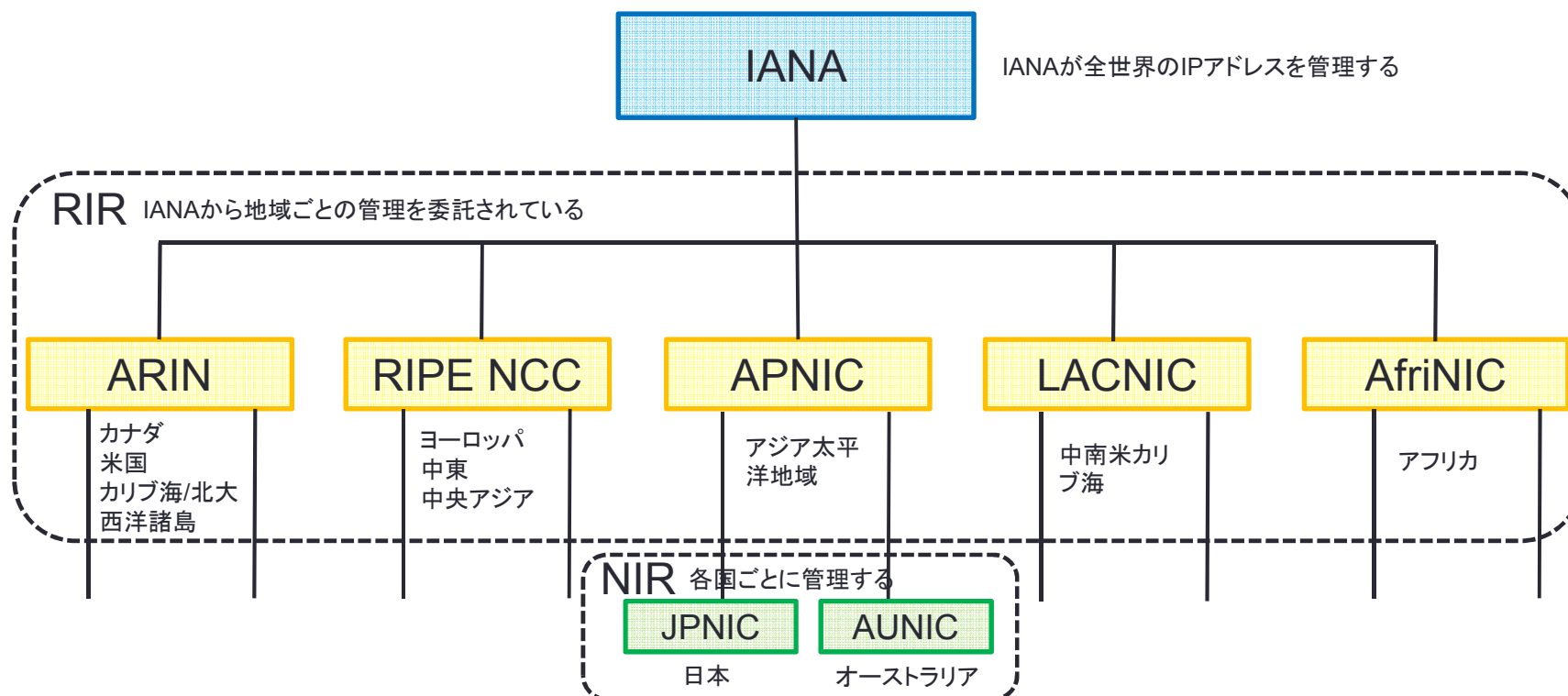


IPv4の消費を加速させ,IPv4の枯渇につながる

# IPアドレスの管理団体

IANA: Internet Assigned Numbers Authority  
RIR: Regional Internet Registry  
NIR: National Internet Registry  
JPNIC: Japan Network Information Center

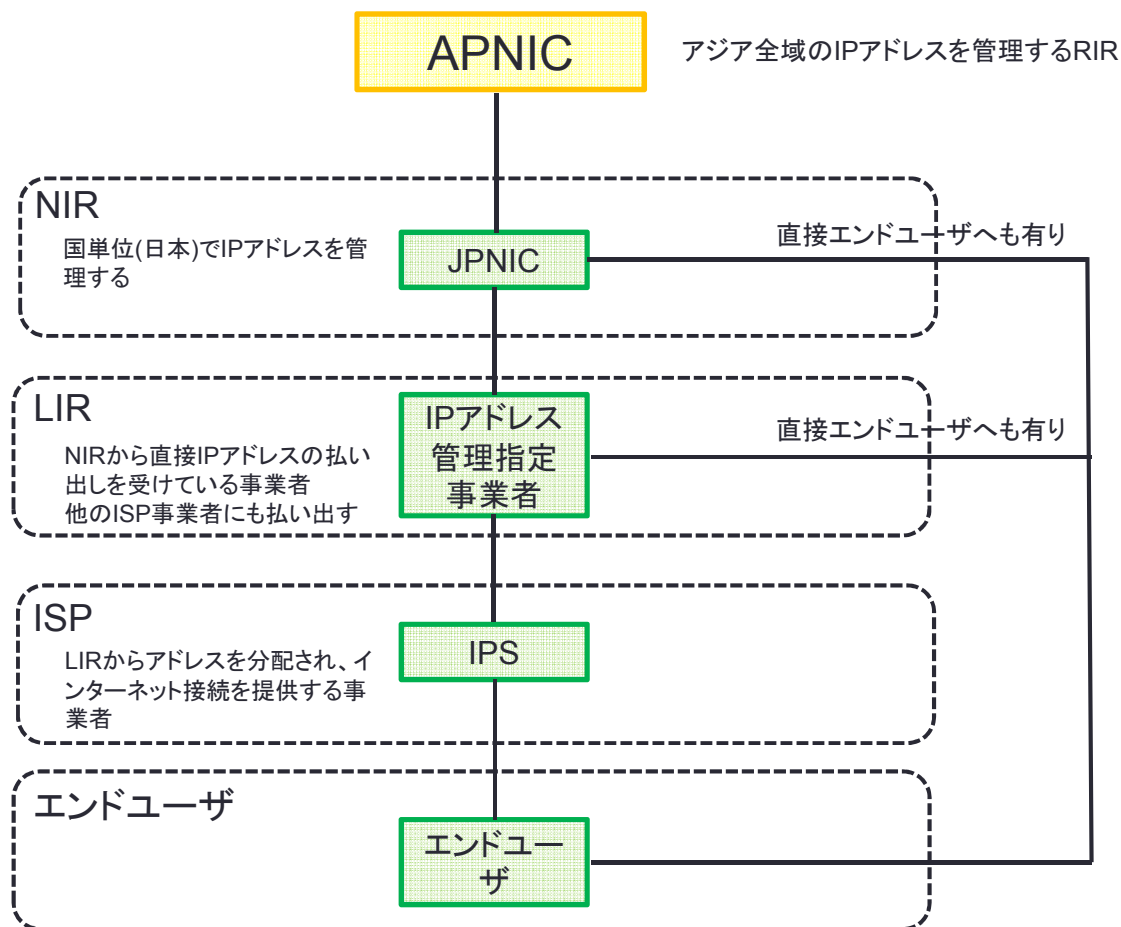
- 全世界のIPアドレスはIANAが管理
  - 世界を5つの地域に分割し地域ごとにRIRが管理
  - RIRの下に,各国ごとに管理するNIRがある



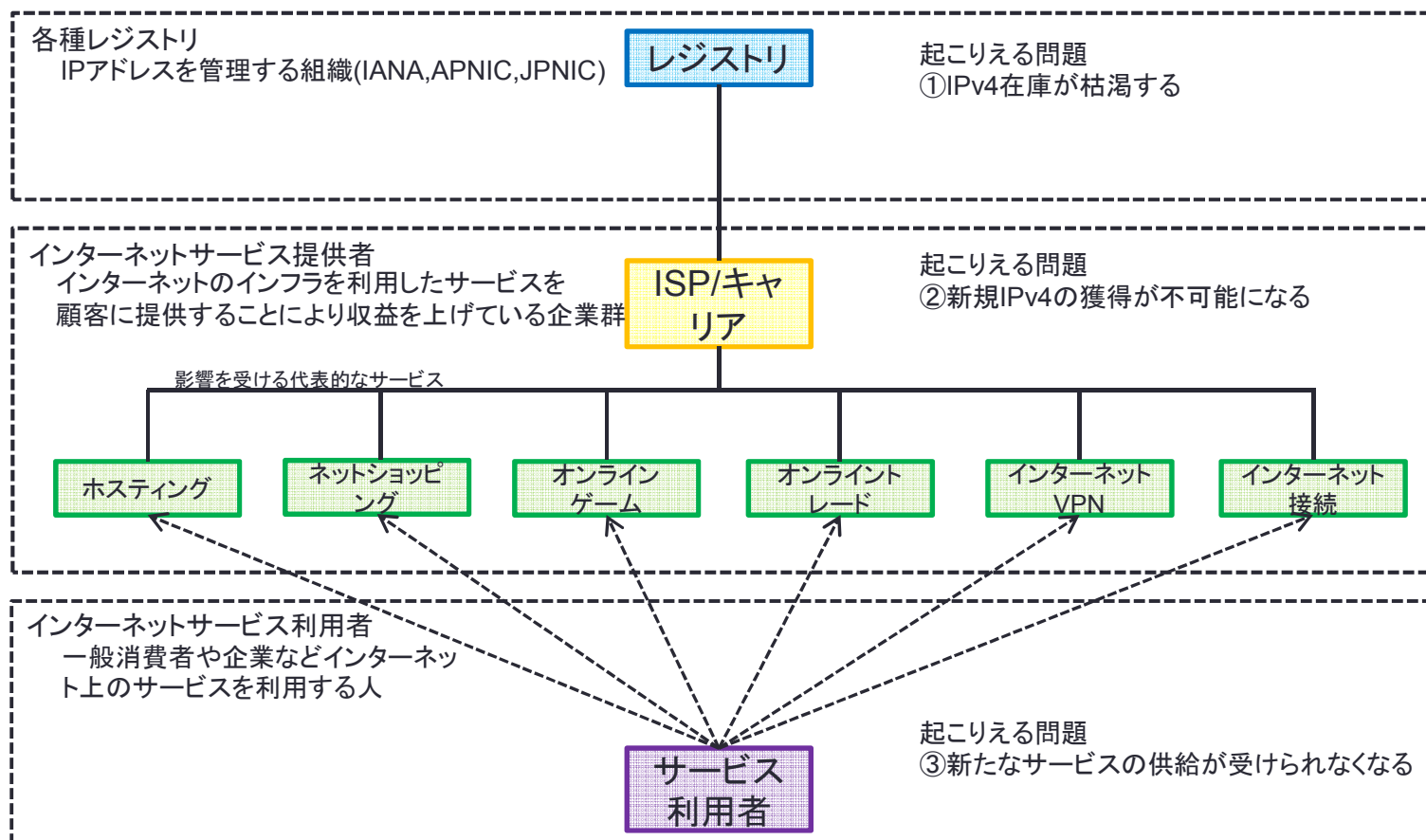
# IPアドレスの管理団体(つづき)

LIR: Local internet Registry  
ISP: Internet Service Provider

- NIRの配下にはLIRの組織やISPがあり,それぞれの顧客であるエンドユーザにIPアドレスを払い出す



# 枯渇から起こりえる問題





# 枯渇から起こりえる問題の説明

## □①レジストリにとっての問題

- レジストリがIPv4枯渇におちいると,新規にIPアドレスの取得を希望するインターネットサービス提供者に,新たにIPアドレスを提供することができない.

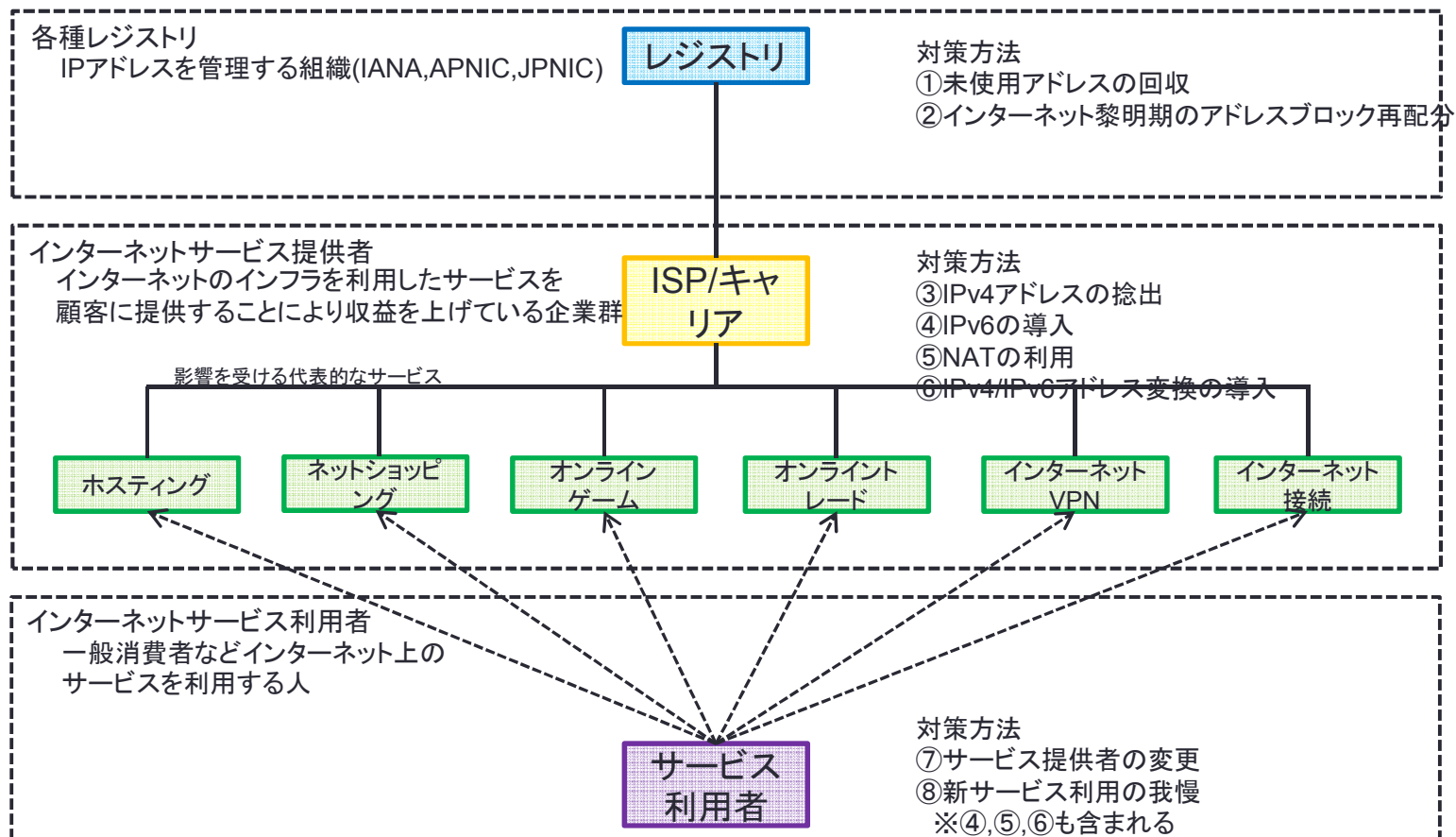
## □②インターネットサービス提供者(ISPなど)にとっての問題

- 新規加入者を増やすことができない
- 事業拡大ができない
  - サービスエリアの拡大
  - 新サービスの展開
  - 収入減

## □③インターネットサービス利用者にとっての問題

- 新たなインターネットの接続ができない
- 新たなサービスの供給が受けられない

# 対策方法



# 対策方法の説明

## □各種レジストリの対策

### □①未使用アドレスの回収

- IPv4はアドレスブロック単位で割り当てられている場合が多いので、使用されていないアドレスが多数存在している。
- 未使用アドレスの返却をレジストリが要請し、返却してもらい、再在庫化、再配布。

### □②インターネット黎明期のアドレスブロックの再配布

- インターネットの黎明期に割り当てられたアドレス空間や、試験目的で使われたアドレスブロックを再配分する。

回収は困難で、仮にうまくいっても、世界的なアドレス需要の数ヵ月分に過ぎない。

# 対策方法の説明(つづき)

## □インターネットサービス提供者の対策

### □③IPv4アドレスの捻出

- 各組織内で不要となったサービスや機器に設定されているIPv4をIPv4P(IPv4プライベートアドレス)に変更する.

### □④IPv6の導入

- 根本的な解決策として期待
- IPv4: 32ビット,  $2^{32}$ =約43億個 IPv6: 128ビット,  $2^{128}$ =約340 澗個(340兆の1兆倍の1兆倍).
- 全世界の人々に1人あたり1万個ずつ割り当てても枯渇することはない.

### □⑤NATの利用

- IPv4Pを利用し, NATを介したネット接続.

### □⑥IPv4/IPv6アドレス変換技術の導入

- IPv4パケットをIPv6パケットに, IPv6パケットをIPv4パケットへと, 相互変換してくれる技術.
- 昔に発売されたパソコンやネットワーク機器などIPv6に未対応.
  - IPv4とIPv6は違うプロトコルなので, 直接通信不可.

## 対策方法の説明(つづき)

- インターネットサービス利用者の対策
  - ⑦ サービス提供者の変更
    - IPv6に対応したISPに切り替える.
  
  - ⑧ 新サービス利用の我慢
    - 新たなネット端末
    - インターネット接続

# 対策の有効性

## □ 永続的な対策

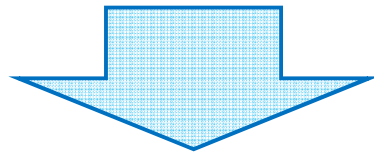
- ④ IPv6の導入
- ⑥ IPv4/IPv6アドレス変換の導入

## □ 限定的な対策

- ① 未使用アドレスの回収
- ② インターネット黎明期のアドレスブロック再配分
- ③ IPv4アドレスの捻出
- ⑤ NATの利用
- ⑦ サービス提供の変更
- ⑧ 新サービス利用の我慢

# IPv6導入の利点

- 約340澗個の膨大なアドレス
  - IPv4枯渇問題の根本的解決方法
  - 永続的なインターネット発展の唯一の対策方法
  - NATを不要
  - 全ての機器にグローバルアドレスの保持が可能



- 様々な通信機器を直接通信が可能
  - 自宅から友人宅のPCへダイレクトにアクセスし,自分で撮影したビデオ映像を同時に視聴可
  - 自宅のPCとカーナビとの通信で,自宅に保存した音楽データ等を社内で再生可

# IPv6導入の利点(つづき)

- 強化されたセキュリティ
  - IPSecが使用されており,通信の暗号や認証が標準で利用できる
  - IPネットワークのセキュリティを向上させる
  
- IPアドレスの自動設定
  - DHCPサーバがなくても,ホストには自動的にIPアドレスが設定される
  
- パケット転送処理の高速化
  - IPv4では可変長だったヘッダ部が,IPv6では固定長に  
⇒IPv6を処理する機器(ルータ)の負荷を低減⇒処理の高速化
  
- ブロードキャストが削除された
  - ブロードキャストは通信帯域を圧迫し,ネットワークをダウンさせる原因に
  - IPv6ではマルチキャストを使用



# IPv6導入の課題

- 新たな投資や費用が必要
  - 既存の端末, ネットワーク機器のIPv6対応や仕様変更が必要
  - 既存のソフトウェア, アプリケーションがIPv6に未対応
  
- IPv6クライアントはIPv4インターネットへの接続が不可
  - IPv6を導入しても既存のIPv4は残る
  - IPv6とIPv4に互換性がない

# まとめ

- 急速なインターネット発展に伴いIPv4アドレスの枯渇が深刻になり様々な問題が起こる.
  
- IPv4枯渇に対する主な対策
  - IPv4アドレスの確保
  - プライベートIPv4アドレスやNATの利用
  - IPv6の導入
  
- IPv6の導入には課題があるため,IPv4の確保は非常に有効な手段で,円滑なIPv6導入を補助する対策として重要である. ⇒ 対応を誤ると社会的混乱を招く恐れあり
  
- 永続的なインターネットの発展を考えると,IPv6の導入は必要である.

## 参考文献

- “IPv4アドレス在庫枯渇問題に関する検討報告書(第一次)”, 社団法人日本ネットワークインフォメーションセンター, pp.1-77, 2007.
- 大元 隆志(2009)『IPv4アドレス枯渇対策とIPv6の導入』株式会社リックテレコム