

Linux Kernel 2.6 の IPv6 プロトコル・スタック 詳解

第
6
回

最終回

radvd による IPv6 アドレス自動設定処理

赤松 徹

起動時に、ルータ上で動作している radvd から取得した上位 64 ビットのプレフィックス情報と、ネットワーク・カードの MAC アドレスから作成した下位 64 ビットを合成して、128 ビットの IPv6 アドレスを自動的に設定する。今回は radvd による IPv6 アドレス自動設定処理内容を解説する。

(筆者)

radvd はルータ上で起動する

radvd (Router ADvertisement Daemon) を入手して、解凍・展開後、./configure で Makefile を作成し、make でコンパイルした後、make install します。使用するネットワーク環境と一致する設定ファイル (/usr/local/etc/radvd.conf) を作成します (リスト 1)。注意する点は、RA (Router Advertisement) パケットを発信するインターフェース名 (eth1) と、配布する 64 ビットのプレフィックス情報を設定ファイルに記述することです。詳細は、radvd.conf マニュアルに記述されているので、参照してください。

/usr/local/sbin/radvd を実行して起動させます。当然のことですが、radvd はルータ上で起動させなければいけません。さらに /proc/sys/net/ipv6/conf/all/forwarding ファイル内容を "1" に設定して、別のインターフェースにパケット転送が可能になるようにしていなければ起動しません。起動時のエラー情報は /var/log/message ログに記録されるので、確認してください。それでは IPv6 ステートレス (Stateless) アドレスを自動的に設定する手順を確認しましょう。

リスト 1 設定ファイル /usr/local/etc/radvd.conf の内容

```
interface eth1
{
  AdvSendAdvert    on;
  prefix 2001:0380:01c4:0001::0/64
  {
    AdvOnLink      on;
    AdvAutonomous on;
  };
};
```

リスト 2 RS, RA は include/net/ndisc.h ファイルで定義

```
4 /*
5 *      ICMP codes for neighbour discovery messages
6 */
7
8 #define NDISC_ROUTER_SOLICITATION    133
9 #define NDISC_ROUTER_ADVERTISEMENT  134
10 #define NDISC_NEIGHBOUR_SOLICITATION 135
11 #define NDISC_NEIGHBOUR_ADVERTISEMENT 136
12 #define NDISC_REDIRECT              137
```

ルータ要請 (RS) パケット詳細

ルータ上で ip6tables の QUEUE ターゲットを利用して取得した radvd 関連 (RS と RA) パケットを図 1 に示します。

クライアントは、起動時に IPv6 アドレス取得のために図 1 (a) に示すルータ要請 (RS : Router Solicitations) を発信します。次のヘッダを確認すると ICMPv6 です。ペイロードの ICMPv6 ヘッダの type を確認すると、133 なのでリスト 2 の定義からルータ要請パケットとわかります。

RS パケットのアドレスに注目してください。始点アドレスはクライアントのリンク・ローカル・アドレスを使用しています (図 2)。一方、終点アドレスはルータのアドレスが未定ですから、リンク・ローカル内の全ルータ宛てマルチキャスト・アドレス (ff02::2) を使用します。

オプションは 01 なので、始点の MAC アドレスです (リスト 3)。メッセージ長は 1 ですが、3 ビット左シフト (8 倍) した 8 オクテットです。0101 を含み MAC アドレス情報の合計で 8 オクテットです。

RA パケットのアドレスに注目

クライアントから RS パケットを受信すると、radvd は図 1 (b) に示す RA (Router Advertisement) パケットを返信します。次のヘッダを確認すると ICMPv6 です。そこでペイロードの ICMPv6 ヘッダの type を確認すると、134 なのでルータ通知

リスト 3 ndisc のオプション情報 (include/net/ndisc.h ファイル)

```
14 /*
15 *      ndisc options
16 */
17
18 enum {
19     __ND_OPT_PREFIX_INFO_END = 0,
20     ND_OPT_SOURCE_LL_ADDR    = 1, /* RFC2461 */
21     ND_OPT_TARGET_LL_ADDR    = 2, /* RFC2461 */
22     ND_OPT_PREFIX_INFO       = 3, /* RFC2461 */
23     ND_OPT_REDIRECT_HDR      = 4, /* RFC2461 */
24     ND_OPT_MTU                = 5, /* RFC2461 */
25     __ND_OPT_MAX
26 };
```



```

60000000 IPv6 ヘッダ
00103AFF バイロード長: 0x0010=16 オクテット, 次ヘッダ: 0x3A=58 : ICMPv6, hoplimit=0xFF
FE80000000000000024063FFFED80B65 始点アドレス: クライアントのリンク・ローカル
FF020000000000000000000000000002 終点アドレス: FF02::2 は全ルータ宛でのマルチキャスト

[バイロード]
85009C33 type=0x85=133 : ルータ要請, code=0x00, チェック・サム=0x9c33
00000000 未使用
01 オプション=01 : 始点 MAC アドレス
01 メッセージ長=1<<3=8 オクテット
004063D80B65 始点の MAC アドレス

```

(a) クライアントからルータ上の radvd へのルータ要請 (RS) パケット

```

60000000 IPv6 ヘッダ
00383AFF バイロード長: 0x0038=56 オクテット, 次ヘッダ: 0x3A=58 : ICMPv6, hoplimit=0xFF
FE8000000000000002001AFFFE1A0A8B 始点アドレス: radvd のリンク・ローカル
FF020000000000000000000000000001 終点アドレス: FF02::1 は全リンク・ローカル宛でのマルチキャスト

[バイロード]
8600B8F9 type=0x86=134 : ルータ通知, code=0x00, チェック・サム=0xB8F9
40000708 hoplimit=0x40, フラグ=0x00, ルータ有効時間=0x0708=1800 秒
00000000 reachable_time
00000000 retrans_timer
03 オプション=03 :
04 メッセージ長=4<<3=32 オクテット
40 プレフィックス長=0x40=64 ビット
C0 フラグ: onlink=1, autoconf=1
00278D00 最終有効期間
00093A80 推奨有効期間
00000000 予約
2001038001C400010000000000000000 プレフィックス情報
01 オプション=01 : 始点 MAC アドレス
01 メッセージ長=1<<3=8 オクテット
00001A1A0A8B 始点の MAC アドレス

```

(b) ルータ上の radvd からクライアントへのルータ通知 (RA) パケット

図1
ルータ上で取得した radvd 関連パケット

パケットとわかります(リスト2)。

RA パケットの始点アドレスは, radvd が動作しているルータのリンク・ローカル・アドレスです(図2)。終点アドレスは, リンク内の全ノードが受信するマルチキャスト・アドレス (ff02::1) です。

プレフィックス情報(03)と MAC アドレス情報(01)の2種類のオプションが付加されています。01 オプションは RS と同じなので, 省略します。

プレフィックス・オプションのメッセージ長は, $4 \ll 3 = 32$ オクテット長です。最初のオプション情報はプレフィックス長で, $0x40 = 64$ ビットです。これで 2001:0380:01C4:0001/64 を配布していることを確認できます。フラグとして onlink と autoconf が設定されています。リンク内限定の IPv6 アドレスで, 上位 64 ビットは RA が配布したプレフィックス, 下位 64 ビットはネットワーク・カードの MAC アドレスから, 生成する EUI64 アドレスの合計 128 ビットからなる IPv6 アドレスを設定します。図3で示すように, クライアントが radvd からアドレス情報を取得して, 自動設定した IPv6 アドレスで確認できます。

radvd から配布されたアドレスの lifetime に 2 種類の情報があります。最終有効期間 (valid lifetime) を超えると, RA から取得したプレフィックスを削除します。推奨有効期間 (preferred lifetime) は RA から取得したプレフィックスを使用できる時

```

HWaddr: 00:00:1A:1A:0A:8B
inet6 addr: 2001:380:1c4:1::253/0 Scope:Global
inet6 addr: fe80::200:1aff:fe1a:a8b/64 Scope:Link

```

図2 ルータのアドレス情報

```

# ip addr show eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,
    UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast qlen 1000
    link/ether 00:40:63:d8:0b:65 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet6 2001:380:1c4:1:240:63ff:fed8:b65/
        64 scope global dynamic
        valid_lft 2255340sec preferred_lft 268140sec
    inet6 fe80::240:63ff:fed8:b65/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever

```

図3 ip コマンドで表示したクライアントのアドレス情報と lifetime

間です。このように有効期間があるということは, RS パケットを受信したときだけ RA を返信するのではなく, radvd は一定時間ごとに RA パケットを発信していることを意味します。また, 図3に示すように, ip コマンドでアドレスを表示させると, lifetime も確認できます。

RS パケット受信処理

IPv6 パケットの受信処理を復習しましょう。回線上を流れる信号をチェックして, ネットワーク・カードが取得すべきフ