

新PP衛星データ伝送実験報告 (Ver.1.0)

-小金井における衛星折り返しデータ伝送実験-

市川隆一

平成 15 年 10 月 1 日

1 目的

実際に衛星折り返しで ftp データ伝送を行い、遅延の影響・伝送速度などを調べる。

2 概要

- 場所：小金井本所 3 号館 1 階 PP 実験室
- 日時：2003 年 9 月 18 日 13:00-18:00 (衛星使用予定時間 14:00-16:00 その後 17:00 まで延長)
- 天候：快晴
- 実験参加者：
 - 本所カオス暗号チップ P 長谷川晃朗氏 (ahase@crl.go.jp/0423-27-6550)
 - 電波産業会 (ARIB) 佐久山正雄氏 (sakuyama@arib.or.jp/03-5510-8593)
 - 東芝 (株) 曽我部桂一氏 (sogabe@kangi.toshiba.co.jp/03-3457-8184)
 - 東芝 (株) 鈴木千明氏 (chiaki.suzuki@glb.toshiba.co.jp/03-3457-8184)
 - 宇宙電波応用 G 市川隆一 (richi@crl.go.jp/0299-84-7142)
- 実験に使用した機材小金井 KSP 局設置の K5 システム (vssp11/Linux)、GPS データダウンロード用ノート PC(Win98)、10BaseT ケーブル数本 (含むクロスケーブル¹)、Cisco ルーター 2500、Cisco ルーター 3600、ルータ設定用ノート PC(長谷川氏提供)

3 実験内容

まず、実験構成図を図 1 に示す。図に示すように、2 台の PC (小金井 K5 システム、ノート PC) をルーターに接続した。Win98 には ftp サーバーソフト (フリーウェアの war-ftp) をインストールし、ftp クライアント & サーバーとして機能するようにした。vssp11 は Linux マシンであり、既に ftp クライアント & サーバーとして使用可能である。今回、2 台の PC 間は Superbird C 衛星を介して IP 接続され、その間での ftp によるデータ伝送実験を実施した。ここで、衛星系は双方向の通信ができるように 2 つのチャンネルを使用した。周波数設定は、表 1 の通りである。また、図 2 に使用した機器の写真を示す。

¹ルータと K5/PC を繋ぐ際に必要

表 1: 新 PP 衛星折り返し実験 ch の周波数設定

経路	CH1	CH2
uplink	14213.500MHz	14216.500MHz
downlink	12486.500MHz	12483.500MHz

新PP衛星系予備実験ネットワーク構成

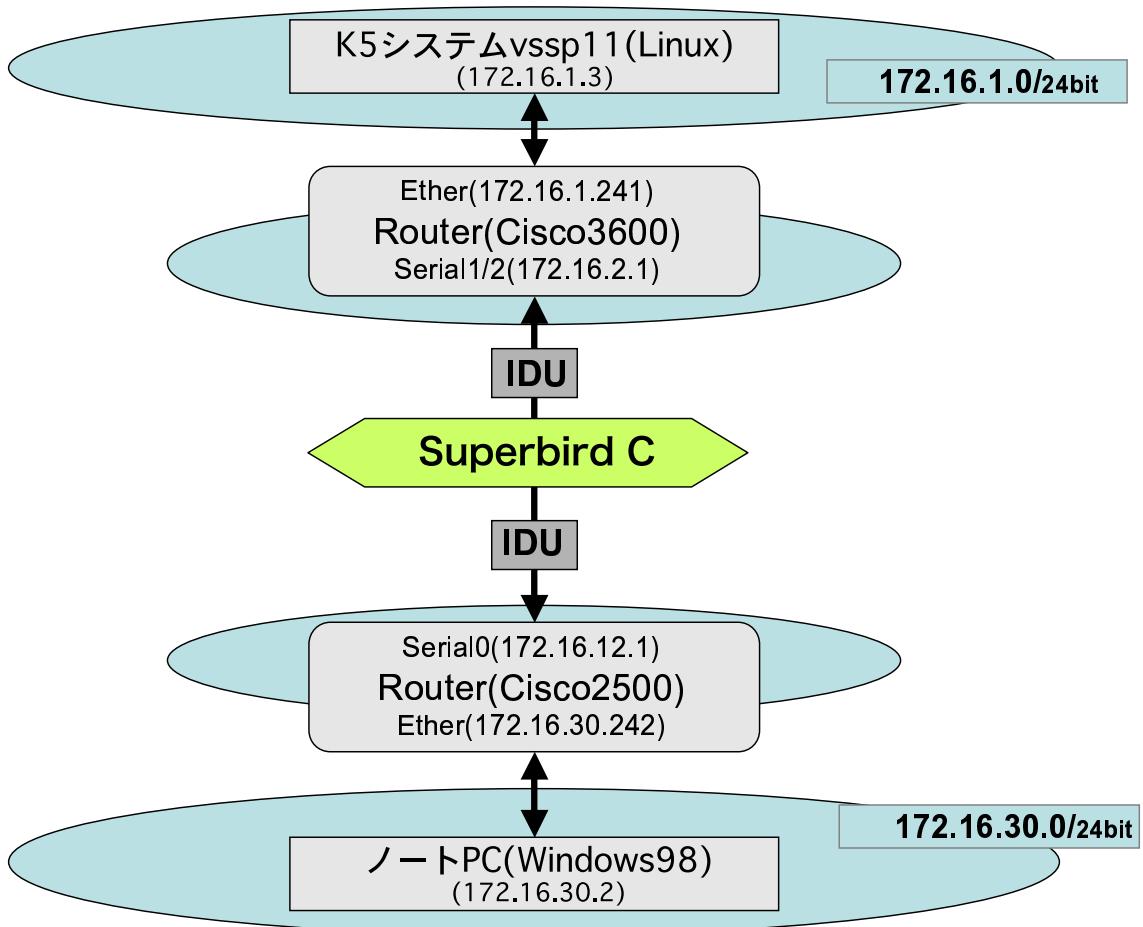


図 1: ネットワーク構成図

この系を構築するにあたって、今回も IP 伝送のためにサーバ側、クライアント側にそれぞれルータを接続した。前回の実験時 (2003/6/17) に使用したルーター (図 1 参照) を用いたが、今回は東芝 (株) の曾我部氏、鈴木氏にルータ設定をご支援頂いた。各ルーター、PC の IP 設定は図 1 を参照されたい。

その後、これらのルータは正常に設定されたものの、IP 接続が確立されないというトラブルが発生した。設定確認、各種ケーブル接続確認など行った結果、ルーターと IDU を繋ぐシリアルケーブルの再接続により衛星経由の IP リンクが確立した。恐らく、シリアルケーブルの接触不良が原因だったと考えられ、コネクタの固定方法改善など今後何らかの対応が必要と思われる。

ftp データ伝送実験そのものは、前回同様に手操作によりテキスト、およびバイナリデータの put を複数



図 2: ネットワーク構成機器の写真

回り、伝送速度の平均を取ってスループットを計測した。この put 操作は、(i) Win マシン → vssp11、および (ii) vssp11 → Win マシンの双方向で行った。しかしながら、IP リンク確立に手間取ったために、衛星使用可能時間を充分に使えず²、(ii) の実験は 1 個のバイナリファイルについてのみ実施した。なお、vssp11 よりノート PC (Win98) に向けての ping 送出により確認した往復時間は約 540 msec (5 回の平均) であった。ファイル伝送の実験結果は表 2～5 に示す通りである。

前回の地上系設備を用いた実験では公称スペックのほぼ 95% の性能が出ていたことが確かめられている。ところが、これらの表 2～5 から明らかのように、公称スペック上のファイル伝送速度 1536 kbps (192 KB/sec) に対して 1/10、あるいはそれ以下の伝送速度しか出でていないことがわかる。特に、Linux マシンである vssp11 から Windows98 マシンへの put でのファイル伝送速度はスペック上のわずか 8% しか出でてい

² それでも佐久山氏のご配慮で 30 分ほど延長して 15:40-16:25 の時間帯で実験を実施した

表 2: 新 PP 衛星折り返し実験 -ftp スループット結果 その 1 - (9/18 15:40 - 16:25JST)

伝送したファイルと容量	usud1660.98d.gz	237945 byte
(白田 GPS 点 RINEX データを compact rinex 変換して gzip 圧縮)		
経路	Win98PC \Rightarrow (put) \Rightarrow K5(vssp11)	
IDU Max speed		1536 kbps
伝送時間	伝送速度	ファイル破損の有無
(sec)	(KB/sec)	
12.64	18.82	無
12.63	18.34	無
15.66	15.19	無
12.58	18.91	無
12.58	18.91	無
12.64	18.82	無
12.57	18.93	無
12.63	18.84	無
12.64	18.82	無
12.58	18.91	無
平均	12.95	18.5

表 3: 新 PP 衛星折り返し実験 -ftp スループット結果 その 2 - (9/18 15:40 - 16:25JST)

伝送したファイルと容量	KSMV0591.LZH	975183 byte
(鹿島 IGS 点の RINEX データを LHA 圧縮)		
経路	Win98PC \Rightarrow (put) \Rightarrow K5(vssp11)	
IDU Max speed		1536 kbps
伝送時間	伝送速度	ファイル破損の有無
(sec)	(KB/sec)	
52.18	18.69	無
48.72	20.02	無
48.72	20.02	無
48.78	19.99	無
52.40	18.61	無
52.40	18.61	無
52.34	18.63	無
52.40	18.61	無
48.83	19.97	無
48.83	19.97	無
平均	50.56	19.31

表 4: 新 PP 衛星折り返し実験 -ftp スループット結果 その 3- (9/18 15:40 - 16:25JST)

伝送したファイルと容量	usud1660.98d	592179 byte
(臼田 GPS 点の RINEX データを compact rinex 変換したテキストファイル)		
経路	Win98PC \Rightarrow (put) \Rightarrow K5(vssp11)	
IDU Max speed		
		1536 kbps
伝送時間	伝送速度	ファイル破損の有無
(sec)	(KB/sec)	
29.99	19.75	無
29.99	19.75	無
31.47	18.82	無
30.04	19.71	無
30.04	19.71	無
31.75	18.65	無
33.40	17.73	無
31.75	18.65	無
30.26	19.57	無
30.04	19.71	無
平均	30.87	19.21

表 5: 新 PP 衛星折り返し実験 -ftp スループット結果 その 4- (9/18 15:40 - 16:25JST)

伝送したファイルと容量	KSMV0591.LZH	975183 byte
(鹿島 IGS 点の RINEX データを LHA 圧縮)		
経路	K5(vssp11) \Rightarrow (put) \Rightarrow Win98PC	
IDU Max speed		
		1536 kbps
伝送時間	伝送速度	ファイル破損の有無
(sec)	(KB/sec)	
63.45	15.37	無
63.43	15.37	無
63.44	15.37	無
63.44	15.37	無
63.46	15.37	無
平均	63.44	15.37

ない。

前半に実施した、Win98 ノート PC から Linux マシンである vssp11 に対して put した実験での、スループットが遅い原因は現時点では不明であるが、経路に最適な MTU(Max Transfer Unit) の値が設定されていない可能性がある。今回の実験では ping により往復遅延時間 (RTT: Round Trip Time) の測定は行ったが、MTU 値については時間の関係もあり調査していない。また、後者の Linux マシンである vssp11 から Win98 ノート PC へファイルを put した事例では、Windows マシンにおける TCP 伝送での RWIN 値の設

定の問題が可能性として有力である。RWIN(TCP 受信窓サイズ “Receive Window Size”) とは、伝送系路上で 確認応答なしに 一度に送信可能な最大のパケットサイズであるが、Windows98 ではこの RWIN 値がデフォルトでは 8KB と設定されている (Win2000,WinXP, Linux では自動調整される)。ここで、TCP/IP 通信でのスループットと RWIN の関係は

$$\text{スループット } [\text{byte/sec}] = \text{RWIN 値 } [\text{KB}] / \text{往復遅延時間 } [\text{s}] \quad (1)$$

であり、ここに RWIN 値 8KB、往復遅延時間 540msec を入れるとデータスループットは約 14.8KB/sec(118.5kbps) となり、実験結果の 15.37KB/sec に近い値となる。この値は RTT によって変化するが、今回の実験では回線確立時点での ping 結果より、概ね 500-540msec の RTT 値が得られていたので、最大でも 16KB/sec(128kbps) しか伝送速度が確保できていなかつたことになる。

今回は機材準備の関係で旧型の Win98 ノート PC を実験に用いたが、今後異なる OS や MTU、あるいは RWIN の設定変更によるスループットの違いなどを比較し、衛星遅延による影響の定量的評価を進める予定である。なお、今回はルータ設定に関する学習を行う余裕が時間的に取れなかつたが、次回の実験までに自力でルータ設定を行えるように準備するつもりである。

4 謝辞

ftp 伝送でのスループット低下について、RWIN 値の影響について ARIB 佐久山氏から貴重なコメントを頂きました。ここに記して感謝の意とします。