

# 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) 曾我部桂一氏 (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<sup>1</sup>)、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 P C (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。

---

<sup>1</sup>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

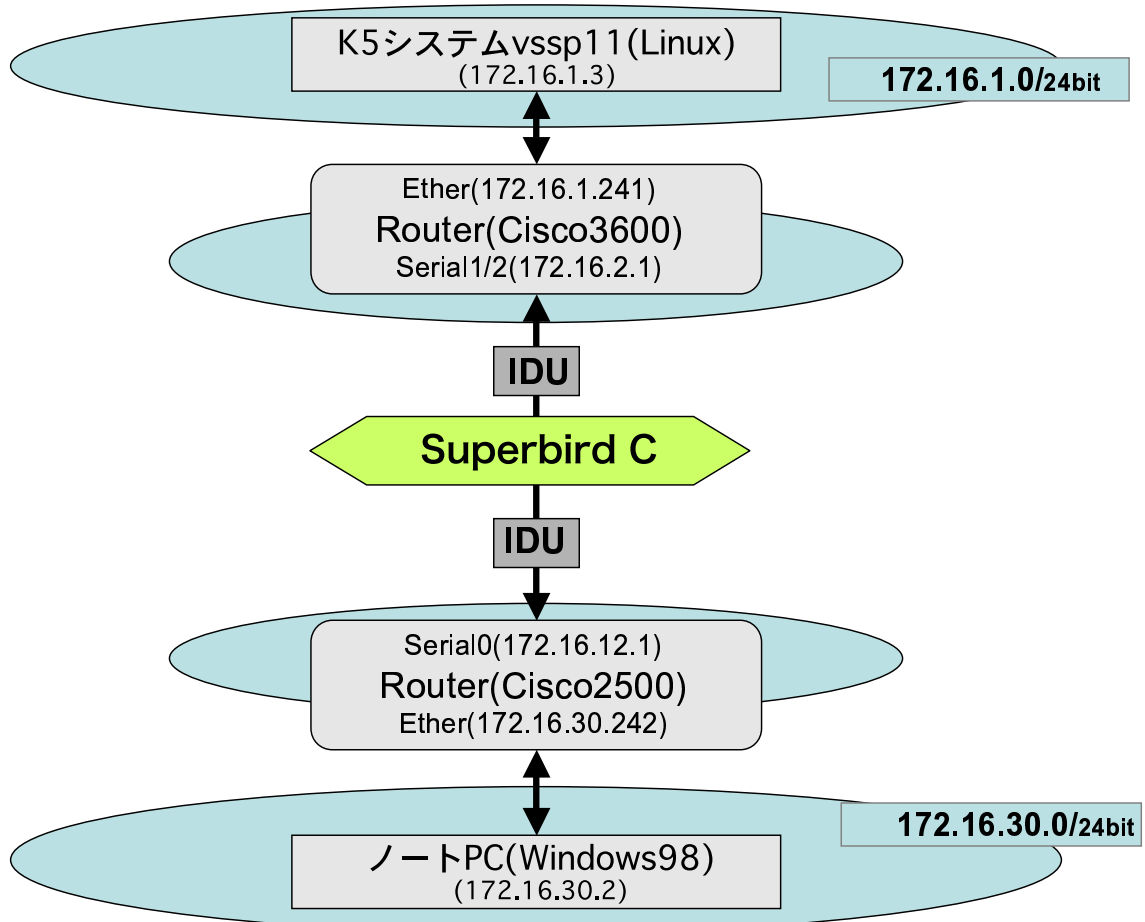


図 1: ネットワーク構成図

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、P C 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

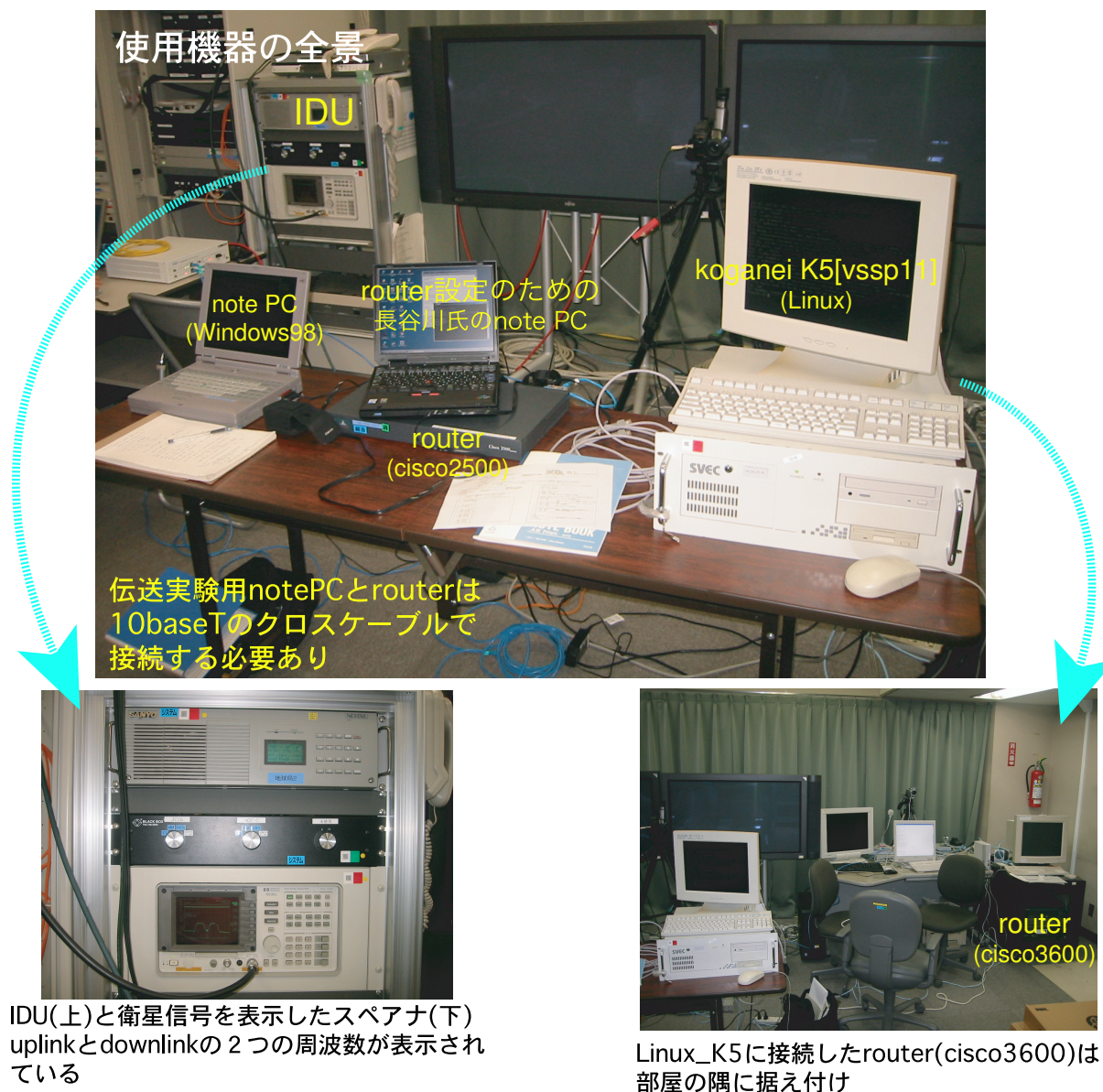


図 2: ネットワーク構成機器の写真

回行い、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十分に使えず<sup>2</sup>、(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 540msec (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た。ところが、これらの表 2～5 から明らかなように、公称スペック上のファイル伝送速度 1536kbps (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% しか出てい

<sup>2</sup>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 $\Rightarrow$ ( <i>put</i> ) $\Rightarrow$ K5( <i>vssp11</i> )	
IDU Max speed	1536 kbps	

	伝送時間 (sec)	伝送速度 (KB/sec)	ファイル破損の有無
	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 ⇒ (put) ⇒ K5(vssp11)

IDU Max speed
1536 kbps

	伝送時間 (sec)	伝送速度 (KB/sec)	ファイル破損の有無
	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( <i>vssp11</i> ) $\Rightarrow$ ( <i>put</i> ) $\Rightarrow$ Win98PC		
IDU Max speed	1536 kbps		
	伝送時間 (sec)	伝送速度 (KB/sec)	ファイル破損の有無
	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	<b>63.44</b>	<b>15.37</b>	

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 packetsize 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

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

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ったことになる。

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ったが、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。