パーソナルコンピュータによるランドサット画像データの伝送実験

著者	大倉 博，幾志 新吉，諸星 敏一，荒井 康平，石戸喜夫，佐藤 右二
雑誌名	国立防災科学技術センター 研究報告
巻	41
ページ	277-284
発行年	1988-03
URL	http://doi.org/10.24732/nied.00000975

528.74:681.3

パーソナルコンピュータによるランドサット画像データの伝送実験

大倉　博*・幾志新吉**・諸星敏一**

国立防災科学技術センター

新井康平・石戸喜夫・佐藤右二

宇宙開発事業団地球観測センター

Data Transmission Experiment of Landsat Data

By

Hiroshi Ohkura, Shinkichi Kishi and Toshikazu Morohoshi

National Research Center for Disaster Prevention Japan

and Kouhei Arai, Yoshio Ishido and Yuji Sato

Earth Observation Center, National Space Development Agency of Japan

Abstract

A digital data transmission experiment of Landsat image data was carried out between two personal computers for the purpose of quick data supply in an emergency time of disaster. A transmission protocol on the computers was Japanese Unified Standard for Telecommunication for Personal Computer (JUST-PC) and a physical medium between the computers was a public telephone circuit.

Mean data transmission rate at a distance of 80 km, from National Space Development Agency of Japan Earth Observation Center (EOC) to National Research Center for Disaster Prvention (NRCDP), was 1970 bps. Then it takes about 2 hours and 20 minutes to send data consisting of 8 bits × 512 pixels × 512 lines × 7 bands. And this is faster than transporting the data in a medium of CCT (Computer Compatible Tape) by usual trafic such as a railway or a car because it takes more than 3 hours.

It took about 20 minutes to send the received data by off line from the personal computer to an image analyzing system in NRCDP. If the computer is connected on line to the system in order to shorten the time, a computer program, that parallelly processes to receive data from EOC and to send it to the system, is required.

*第四研究部，**第四研究部情報処理研究室

1．はじめに

昭和54年(1979年)のランドサットデータの日本における直接受信以来，ランドサットデータは防災の多くの分野に利用され，その有効性が実証されている(大倉ほか，1985；幾志ほか，1986)．

従来，国立防災科学技術センター(以後，防災センターという)は，自然災害を捉えたランドサットデータの受信直後に地球観測データでこのデータのCCT(Computer Compatible Tape)の配布を受け，これを防災センターに持ち帰り，ただちに解析し，解析結果を関連の公共機関や報道機関に配布・公表することによって災害の防止と被害軽減に貢献してきた(幾志ほか，1986)．

災害発生時の防災活動は時間との戦いである．災害発生から衛星画像の解析結果の配布・公表までの時間がさらに短縮されると衛星リモートセンシングの防災への寄与がさらに多くなる．

時間の短縮要素は，①データの地球観測センターからユーザーへの配布時間の短縮，②解析時間の短縮，③解析結果の防災活動現場への送付時間の短縮が考えられる．本報告は，これらの内①のデータの配布時間の短縮を目的にしたデジタル画像データの伝送実験の結果を述べる．画像の伝送は，地球観測センターから防災センターへ，日本電信電話株式会社(以後，NTTという)の加入電話回線を用い，パーソナル・コンピュータ通信装置推奨通信方式によって行った．

2．データ通信手段

現在のところNTTの既存の回線を利用して通信するのがコスト的に，また，利便性からも最適である．

NTTの回線を利用する場合，加入電話回線(われわれが日常用いている電話機の回線)に代表される随時回線を接続する回線を用いる場合と回線が常時接続されている専用線を用いる場合とが考えられる．加入電話回線を用いたデジタルデータの伝送レートは1,200bpsまで保証されているが，実用上は2,400bpsまで可能である．これに対し，専用線は50bpsから6Mbpsまで各種の伝送レートのものが用意されている．

緊急伝送の必要な災害の発生回数が年間に数回ということを考えると，加入電話回線の利用が合理的である．ちなみに，地球観測センターと防災センターとの間の課金距離は80kmであり，加入電話回線の通話料金は15.5秒/10円である．1回の災害にさいし，2時間の伝送を10回行うとするとその通話料金は合計約46,500円になる．一方，伝送レートが2,400bpsまで可能な専用線の利用料金は，通信の有無にかかわらず毎月140,000円，年間1,680,000になる．

郵政省はパーソナル・コンピュータ通信装置推奨通信方式(昭和59年12月26日郵政省告示第197号)(以下，JUST-PCという)を告示した．これは，加入電線回線の利用を前提に，モデムとNCU(Network Control Unit)とを一体化したパーソナルコンピュータ通信アダプタの規格を定めたものである(永井，1987)．このアダプタは文字データのみならずバイナリイデータの通信もできる．通信レートは通常2,400bpsであるが，回線状態が良好な場合は通信アダプタが自動的にレートを4,800bpsに切り換え，また，4,800bpsで伝送エラーの生じる場合は自動的に2,400bpsに戻す．アダプタとパーソナルコンピュータとの接続の規格はRS232Cである．本実験では加入電話回線を用いて効率良く伝送するため，このJUST-PCを採用した．この方式のパーソナルコンピュータ用のデータ通信ソフトウェアは既にいくつか市販されている。

3．システム構成

1)パーソナルコンピュータ間で画像データを伝送すること， 2)NTTの加入電話回線を用いること，3)通信手法はJUST-PCを用いること，4)パーソナルコンピュータの通信制御に流通ソフトウェアを用いること，を前提にしてシステムを構成した。

地球観測センターではミニコンピュータを用いて衛星画像データのCCTから，伝送する画像の部分を切り出している．また，防災センターでは汎用コンピュータを用いて衛星画像の解析を行っている．画像データの受信後，一刻も早く解析するという観点からは，これらのコンピュータ間で画像データをオンラインで伝送することが望ましい．しかし，データ伝送実験の第一段階ということで，オンライン化を見送った。代わりにパーソナルコンピュータ間で画像伝送を行い，地球観測センターのミニコンとパーソナルコンピュータ，防災センターのパーソナルコンピューと汎用コンピュータの間はフロッピーディスクを介したオフラインにした．

NTT回線から防災センターの画像解析機までのハードウェアの構成を図－1に示す．

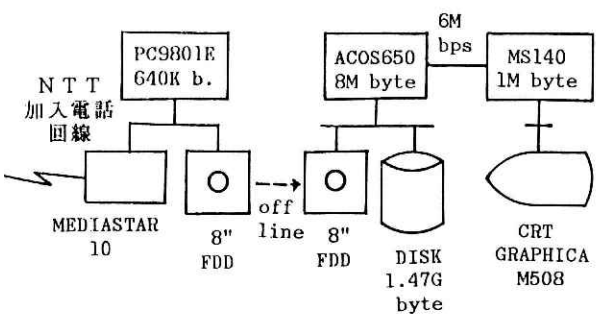


図1　ハードウェアの構成
(主要機器のみ)

Fig. 1　Hardwares (showed main devices only for data transmission).

NTTの加入電話回線に接続するJUST-PCのアダプタは，MEDIASTAR-10(日本電気製)を用いた．このアダプタを制御し伝送のターミナルとなるパーソナルコンピュータはPC9801Eを用いた．伝送された画像データはPC9801Eに接続された8インチフロッピーディスク装置のフロッピーディスクに格納され，受信終了後，オフラインで汎用コンピューターACOS650の8インチフロッピーディスク装置に渡される．画像データはACOS650のディスクに転送された後に解析される．なお，地球観測センターのJUST-PCアダプタとパーソナルコンピュータは防災センターと同一機種を用いた．

4．伝送の所用時間

512ピクセル×512ラインのランドサットTM画像全バンドを伝送するのに要する時間を表－1に示す．

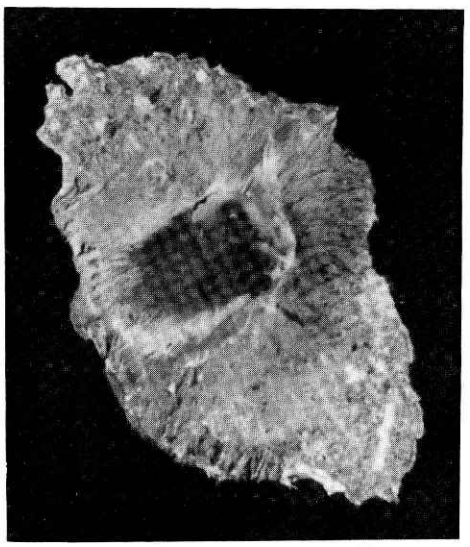


写真1　伝送画像(大島TM BAND7 1987.03.02)

Photo 1　Image of transmitted data (Oshima Island ; band 7 of TM. March 2, 1987).

表1　伝送の所用時間(TM全バンド)

Table 1　Elasped time of data transmission (all bands of Landsat Thematic Mapper).

項　　目	所用時間
電話連絡(開始)	約3分0秒
EASY-NETの立ち上げ	57秒
受信(バンド1, 2, 3)	53分14秒 (最大1時間15分59秒)
EASY-NETの停止	30秒
電話連絡(終了・開始)	約3分0秒
EASY-NETの立ち上げ	57秒
受信(バンド4, 5, 6)	53分14秒 (最大1時間15分59秒)
EASY-NETの停止	30秒
電話連絡(終了・開始)	約3分0秒
EASY-NETの立ち上げ	57秒
受信(バンド7)	17分45秒 (最大25分20秒)
EASY-NETの停止	30秒
電話連絡(終了)	約3分0秒
計	約2時間20分34秒 (最大3時間13分39秒)

表－1の「電話連絡」は地球観測センターのオペレーターと防災センターのオペレーター間の連絡である．「EASY-NET」はJUST-PCでMS-DOSのファイルをパーソナルコンピュータ間で転送する市販プログラムである．

画像のデータフォーマットはBSQ(band sequential)を用いた．データに1024バイトのラベルが付くため1Mバイトのフロッピーディスクには3バンドしか格納できず，全バンドの格納には3枚のディスクが必要になる．このため3回に分けて伝送する．

表2　受信データと実効ボーレート
Table 2　Kinds of received data and data transmission rate.

伝送データ名	バンド	データ量 (K byte)	受信時間	所要時間 (秒/K byte)	実効ボーレート (bps)
大島 MSS 1987.1.29	4, 5, 6, 7	819.2	57分16秒	4.19	1910
大島 TM 1987.2.28 (夜間)	6	262.1	25分20秒	5.80	1380
大島 TM 1987.3. 2	1, 2, 3	786.4	35分40秒	2.72	2940
〃	4, 5	524.3	32分21秒	3.70	2160
〃	5	262.1	18分49秒	4.31	1860
〃	5, 6	524.3	42分42秒	4.89	1640
〃	7	262.1	18分44秒	4.29	1870
					平均 1970

1986年の大島三原山の噴火にともない，大島の画像を7回伝送した(高橋ほか，1987)．これらの伝送時間の平均値と最大値を用いて受信の所用時間を算出した．実際に伝送した1987年3月2日のTM画像のバンド7の写真—1に示す．また，受信の所用時間を表—2に示す．

表—2の実効ボーレートは，画像データに換算した1秒間に伝送されるビット数と定義する．実際には伝送データのエラーチェックなどの情報の交信が必要なため，実効ボーレートより大きいボーレートで交信している．表—2の実効ボーレートの最小値は1,380bps，単純平均値は1,970bpsである。このとき，512ピクセル×512ラインのTM画像データを3バンド伝送するのに必要な時間は，画像データの総ビット数約6.29×10^6bitを1,380bpsと1,970bpsで割ると，それぞれ，最大時間として1時間15分59秒，平均時間として53分14秒が得られる．このとき，プログラム立ち上げ等の操作を含めたTM全バンドの伝送の所用時間は表—1に示すように平均約2時間20分，最大約3時間13分になる．受信時間の合計の平均は2時間4分になり，所要時間の88%を占める．

なお，512ピクセル×400ラインのランドサットMSS画像をBSQで4バンド伝送する時間は，平均約1時間3分，最大約1時間27分である．

表3　フォーマット変換と画像表示の所用時間(TM)
Table 3　Elasped time of data format transformation and displaying the image by image analyzing system.

項目	所用時間
フロッピーディスクのMS-DOSからIBMフォーマットへの変換	11分30秒
オペレーターのPC9801からACOS650への移動	30秒
フロッピーディスクからACOS650の固定ディスクへの媒体変換	5分34秒
BSQからBIP1へのフォーマット変換	2分39秒
受信画像の表示	3分34秒
計	23分47秒

5．画像解析用コンピュータのオンライン化の検討

伝送の完了から受信画像の表示までの所用時間を表－3に示す．

フロッピーディスクのMS-DOSからIBMフォーマットへの変換は，ACOS650がIBMフォーマット以外の8インチフロッピーディスクの読み書きができないため必要になった．この変換はPC9801Eを用いて行った．フロッピーディスクからACOS650のディスクへの媒体変換は日本電気提供のファイル転送プログラムを用いた．画像解析プログラムの画像データのフォーマットがBIP1(byte interleave per 1 pixel)なので，表示に先立ち，ACOS650のディスク上でBSQからBIP1に変換した．これらのデータフォーマット変換と媒体変換を経て画像が表示されるまで約24分かかった．

JUST-PCのアダプタがACOS650に直結できると，20分以上の時間の短縮が見込まれる．しかし，汎用コンピュータであるACOS650のデータ通信はJUST-PCを考慮していないため，この通信を行うにはユーザーに公開されていない情報を用いた高度なソフトウェアの新規開発が必要になる．

このようなソフトウェアを開発するよりも，ACOS650の既存通信プロトコルとアダプタのプロトコルとのギャップをパーソナルコンピュータで埋めることを考え，ACOS650とアダプタとの間にオンラインでつながるパーソナルコンピュータのソフトウェアを開発する方が容易である．パーソナルコンピュータとACOS650とのデータ転送速度を9,600bpsとすると512ピクセル×512ライン×7バンドのTMデータ，約1.8×10^6byteの転送時間は単純に計算して約26分になる．実際にはこの2倍以上の時間が必要になると考えられ，フロッピーディスクを介したオフラインの場合より遅くなる．

これを克服するためにはマイコンのプログラムに，伝送データの受信とACOS650への転送を並列的に処理する手法の導入が必要である．

6．評価と問題点

従来の地球観測センターでCCTの配布を受ける場合(以下，「配布」という)と画像伝送(以下，「伝送」という)のどちらが早く解析が完了するかという観点から評価する．地球観測センターでCCTデータが作成されるまでは両方とも条件は同じである．また，画像が画像解析装置に表示された後も同じになる．また，大島の例のように対象範囲が明瞭な場合は，「配布」の防災センターでのCCTから解析領域の切り出し時間と，「伝送」の地球観測センターでの切り出し時間はほぼ等しくなり相殺される．これとは逆に対象範囲の設定に専門知識が必要な場合は，対象範囲を定めるために防災センターへ複数回伝送を繰り返すので，「配布」が優位

になる．

「配布」では，往復の移動時間が最も問題になる．鉄道を利用し，途中の乗り換え時に待ち合わせがない最上の場合でも片道に3時間かかる．衛星からの画像の受信からCCT作成までに3時間程度かかるので，画像の受信の連絡を受けてただちに出発すると往路の時間は無視でき，復路の3時間だけが問題になる．「伝送」は既に述べたように伝送時間が問題となり，512ピクセル×512ラインのTMデータを7バンド伝送すると平均約2時間20分，最大3時間13分かかる．すなわち．地球観測センターと防災センターとの画像データの緊急送付に関しては「配布」の最上の場合と「伝送」の最悪の場合とがほぼ等しいと言える．よって，普通の条件では「伝送」が優位になる．一般的に，遠距離でかつ小量のデータの場合に「伝送」が優位になる．この伝送実験のように伝送距離が定まっている場合は，バンド選択，データー圧縮などによって伝送データを少なくするほど「伝送」の優位性が増す．

4．で述べなかったがNTTの回線の状態が良くないときにEASY-NETが伝送を途中で打ち切り回線の状態が改善しても伝送を再開しないため，伝送中のデータファイルのこの時点までの伝送済みデータが捨てられるという致命な事態がたびたび生じた．ソフト製造元にこの件について電話で問い合わせたところ，EASY-SETはMEDIASTAR 10から伝送データーエラーのステイタスが戻ったときは，再試行の命令を出さずに転送を中止するとの回答を得た．

この回答を筆書らは次のように解釈した．このソフトは事務文書の通信が主目的であり，衛星画像データのような大量データ(数百キロバイト以上)のファイルの通信に対しては必ずしも最適化されてはいない．事務文書など転送データ量が少なければ，回線状態が良くないときに伝送できないまま回線を保持しているよりも，伝送を停止して回線を解放し，オペレーターの判断によって始めから転送をやり直した方が経済的である．

しかし，衛星画像の伝送には，回線の状態が悪くデータ転送が困難になっても回線の状態が回復したらデータ転送を自動的に再開継続するプログラムを用いることが必要である。

7．ま と め

ランドサット画像データのデジタル伝送をNTTの加入電話回線を用い，パーソナル・コンピュータ通信装置推奨方式によって行った．地球観測センターから国立防災科学技術センターまで，約80kmの距離をパーソナルコンピュータ間で画像を伝送したところ平均1,970bpsの伝送速度を得た．このとき，512ピクセル×512ライン×7バンドのTM画像データを伝送するのに要する時間はオペレーションを含め約2時間20分になる．これは鉄道などを利用してCCTデータを輸送するのに要する時間，約3時間より短い．

パーソナルコンピュータ間の伝送ソフトウェアは市販のものを用いた．このソフトウェア

はNTTの電話回線の状態が良くないと伝送を中止するが，回線状態が回復しても伝送を再開しないため受信済みのデータが消滅する欠点があった．回線状態が回復したらデータ転送を自動的に再開継続するソフトウェアが必要である．

パーソナルコンピューから画像解析装置へ受信データをオフラインで渡すのに約20分かった．この時間を短縮する目的でオンライン化するには，伝送画像の受信と解析装置への送信とを並列的に処理するパーソナルコンピュータのソフトウエアが必要である．

今後の課題として画像解析に必要なバンドの選択とデータ圧縮を行い伝送データを少なくすることがあげられる．

参考文献

1）幾志新吉・大倉　博・阿久津亮夫(1986)：ランドサットTMデータから分類した洪水氾濫状況のマッピング，日本リモートセンシング学会誌，Vol.**6**, No.**4**, pp. 21～25.
2）永井正武(1987)：データ通信の現状とプロトコル．トランジスタ技術，Vol.**24**, No.8, pp.335～348.
3）大倉　博・幾志新吉・田中耕平(1985)：ランドサットMSS及びTMデータによる王滝村の崩壊地の検出，日本リモートセンシング学会第5回学術講演会論文集，PP.73～76.
4）高橋　博・大竹正和・熊谷貞治・大八木則夫・島田誠一・松村正三・吉田則夫・植原茂次・幾志新吉・矢崎　忍・岩崎正樹・斉藤政敏(1987)：昭和61年(1986年)伊豆大島噴火災害調査報告．国立防災科学技術センター，主要災害調査第**28**号，64p.

(1987年12月1日　原稿受理)