

気象学におけるインターネット (9)

TOGA-COARE におけるインターネット利用*

沖 理 子**

1. はじめに

TOGA (the Tropical Ocean and Global Atmosphere)-COARE (Coupled Ocean Atmosphere Response Experiment) の4か月間の集中観測期間が1993年の2月末に終了してから3年あまりの歳月が経った。振り返ってみると TOGA-COARE は、気象学や海洋学関係では初めて、コンピュータネットワークが展開された状況下で行なわれた国際的な観測研究計画であったといえることができる。その中で情報交換には積極的にインターネットが使われた。

ネットワークは計画の前半を中心とした期間には OMNET, 電子メールによる情報交換に、観測期間中には観測データのリアルタイム公開に使われた。また観測終了後には分散型データセンターによるネットワークでの観測データ公開やインターネット環境を活用したデータワークショップの開催という形で利用された。集中観測期間前後からここ数年間のインターネット環境の急激な変化に伴い、TOGA-COARE におけるネットワーク利用にもいろいろな変遷があった。以下ではその様子も可能なだけ盛り込みながら TOGA-COARE におけるインターネット利用について振り返る。

2. OMNET, 電子メールによる情報交換

TOGA 計画全般にわたり、研究者間の連絡には電子メールが多用された。特に初期には、主に国内外の海洋学の研究者コミュニティに普及していた OMNET が使われた。これは民間会社の運営するパソコン通信のようなものであった。その料金支払いが口座にお金

を預けておいて支払う方式であったために、各研究者とも支払いに大いに苦労したそうである(日本のシステムでは請求されてからお金を支払うシステムだからである)。次第にインターネットが普及するにつれ、途中からインターネットの電子メールシステムが使われるようになった。上の段でいけば各研究者にとっては使用料が無料だったことが大きい。日本の主だった TOGA-COARE の研究者たちが本格的に電子メールを使い出したのは TOGA-COARE の集中観測期間のあった1992年ころからである。特に国を越えるような遠隔地を結んで共同研究を行う場合には頻りに会合を持つわけにもいかないので、電子メールは単に連絡の手段としてだけでなく、多対多の議論の媒体として瞬く間に欠かせないものとなった。こうした利便性はメールをお使いの方にはおわかり頂けることと思う。

3. 観測データのリアルタイム公開

TOGA-COARE プロジェクトでは、ネットワークを用いて観測データをリアルタイムで公開するシステムが使われた。アメリカの次の2つのシステムがそれで、1つは NOAA PMEL (Pacific Marine Environmental Laboratory) の TOGA-TAO Data management system, もう1つはデラウェア大学で運用された TOGA-COARE Data Catalog System である。続く小節でこれらのシステムについて説明する。

これらのシステムの優れているのは、データを配布するだけでなくユーザーがそのデータを表示する方法(ソフトウェア)まで手当していた点であろう。これらのソフトを使ってリアルタイムの SST 分布や海上気象データを初めて表示させてみた時には、リアルタイムデータの威力を目のあたりにした感じがした。それまでデータ解析と言えば過去の古いデータしか手に入らなかったことに比べて、あの場所の海象気象は今どうなっているのだろうかとか、ここ1週間、1か月は

* TOGA COARE use of Internet.

** Riko Oki, (現在 NASA/Goddard Space Flight Center (GSFC) 滞在中) 勸リモート・センシング技術センター (RESTEC).

どうだろうかと思えばすぐに見ることが出来るわけだから非常に斬新で魅力的なことに感じられた。最近でこそデータのリアルタイム公開も珍しくなくなったが、観測データのリアルタイム公開はまさにネットワークを使う醍醐味といえよう。

3.1 TOGA-TAO Data management system

3.1.1 システムの概要

NOAA の PMEL (Pacific Marine Environmental Laboratory) は、TOGA 計画に合わせて海洋上の自動観測システムパイ (ATLAS) を開発した。パイは、太平洋上の西経95度から東経137度の範囲の赤道域(緯度南北0, 2, 5, 8度)に、経度間隔約10度で配置されている。その数は現在約70になっている。この観測網は国際協力のもとに組織され、TOGA-TAO Array と呼ばれている。観測要素は海上気象(地上気温、露点温度、風)と海洋上層の温度、圧力である。このデータは ARGOS システム(衛星を使った通信システム)を用いて、データセンターであるアメリカ西海岸の PMEL にほぼリアルタイムで送られる仕組みになっている。このデータが PMEL からインターネットを介して公開されているので、ネットワークを利用して我々はほぼリアルタイムのデータにアクセスすることができるわけである。TOGA-TAO Array による観測とそのデータ公開は、TOGA-COARE 集中観測期間のみならず現在も続いている。アクセスポイントは、

<http://www.pmel.noaa.gov/toga-tao/>

(PMEL の TOGA-TAO ホームページ) である。

3.1.2 TOGA-TAO ディスプレイソフトウェア

このシステムではデータ表示のソフトウェアが作成されて一緒に配布された。データとソフトウェアは anonymous ftp サービスで公開された。ftp は TCP/IP で接続されている計算機間でファイルの転送に使われる。anonymous ftp とは、事前に登録されていないユーザーでも ftp によってデータを入手できるように設定されているシステムのことである。現在でも上述のアドレスから探せるようになってきている。

ソフトウェアはワークステーションの主要な機種、OS に対応している。またワークステーションの管理に精通した人でなくてもすぐ使えるように、インストールのためのプログラムまで用意されており、説明に従ってコマンドを少し打つだけで準備できるようになっている。ソフトウェアは視覚的にできていて操作は簡単で、マウスでボタンを押した項目を選択していただくだけである。コマンドをいちいち覚える必要は

ない。アニメーションもできて、色の設定も良く画像も鮮明で楽しめる。

驚いたのは、UNIX の機能を利用してデータを毎日アップデートするプログラムがついており、これを起動しておくとも自動的に自分のワークステーション上のデータを最新のものに更新(上書きだから容量が増え続けるということはない)してくれる、というアイデアであった。データをマニュアルの ftp でいちいち取ってくる手間も馬鹿にならないわけで、もしこの機能がなければ余程データに関心のあるユーザーでなければデータを更新し続けはしないだろう。データを使ってもらうための工夫である。

WWW が流行り出すとすぐに、ソフトウェアをインストールしなくても TOGA-TAO システムのうち幾つかの種類 of データ表示は PMEL の WWW サーバー上で簡単に見ることができるようになった。インタラクティブなシステムになっており、ボタンをマウスでクリックしながら表示させたい変数等を選べるようになってきている。興味のある方はホームページにアクセスして御覧になるとよいかと思う。

TOGA-TAO Array そのものが TOGA-COARE の主要な成果の一つと言われている。もちろん観測機器を開発してデータを取得する部分があつてこそその TOGA-TAO management system であるが、リアルタイムのデータ配布、表示ソフトの配布、いち早く anonymous サーバー、WWW サーバーを立ち上げて様々なアピールを行って来たことなど、常に時代の一步先を行く先見性が結局はデータが使われることにつながった。

3.2 TOGA-COARE Data Catalog System

3.2.1 システムの概要

TOGA-COARE Data Catalog System は、TOGA-COARE 計画のデータベースとしてデラウェア大学が運用しているシステムである。WOCE (World Ocean Circulation Experiment) のデータベース作成を担当してきたデラウェア大学が、TOGA-COARE でも独自にデータベース開発そのものをも目的として提案し採用された経緯があるらしい。

公開は集中観測期間の頃であつたと記憶しているが、当初はインターネットを利用してシステムを運用しているマシンに所定のユーザー名でログインするとメニュー形式のシステムが始まり、キーボードからメニュー番号を入力するかマウスでクリックして項目を選択しながら図書館のカードをひくような感覚で

COARE 観測のデータ収集状況を調べられるというものがなかった。

最近もっぱら WWW による情報公開が世の趨勢であるのに従って、現在では装いもすっかり変わって TOGA-COARE Data Catalog System も CDIU (the COARE Data Information Unit) の WWW ページ中に取り込まれている。アクセスポイントは、

<http://www.cms.udel.edu/coare/>
(CDIU のホームページ) である。このページについては次の TOGA-COARE データアーカイブセンターの項目で更に述べる。

3.2.2 観測期間中には

TOGA-COARE の集中観測期間中には、ミラー関係にあるオーストラリア・タウンズビルのオペレーションセンターとアメリカのデラウェア大学に置かれた 2 台のマシンでこのシステムを運用し、概要の項目で述べたような使い勝手で TOGA-COARE データのカatalog情報をリアルタイムで公開していた。

オペレーションセンターで毎日データ入力が行なわれるとその情報は 2~3 日に一度の割合で自動的にアメリカのマシンに反映された。ユーザーはアメリカのマシンにアクセスすると、遙か西太平洋の彼方で行われている TOGA-COARE の観測情報にほぼリアルタイムでアクセスできる、という仕組みであった。オーストラリアの現地で地道にデータ入力を行っている努力が見えるような気がしたものである。オーストラリアから直接公開を行わなかったのは、不特定多数のユーザーからのアクセスに耐えられるだけの回線能力がなかったからである。

カatalog機能が中心だったので、観測で取得されたデータをモニターする機能は強力ではなかった。つまり時系列を見たり、空間分布を見たりするような視覚的な作りにはなっておらず、またデータに直接アクセスできるという機能もなかった。それでカatalogシステムとは別に日々の高層気象観測点や観測船の配置図などだけは視覚的に見られるようになっていた。これには、あちらの X ウィンドウシステムを利用した画像表示機能をこちらのマシンの X ウィンドウ上で利用するという方式が使われた。この方法でもブイの漂流する様子の簡単なアニメーションなどは見ることが出来てなかなか良かった。

4. 分散型データセンターによるネットワークでの観測データ公開

4.1 TOGA-COARE データアーカイブセンター

4.1.1 集中観測期間から1995年まで (TCIPO)

観測直後から TOGA-COARE データは、基本的に全て NCAR の TOGA-COARE International Project Office (以下 TCIPO と略す) に収集されるとの合意が研究者の間でなされていた。スケジュールとしては集中観測期間 (1992年11月から1993年2月28日まで) 終了後 2 年以内、つまり 1995年3月1日までに全てのデータを公開することが目標として決められていた (TOGA-COARE Data Management Plan, 1993)。だから各観測の担当者にはデータを優先して解析する時間の余裕が多少あって、多くの各研究者は preliminary な解析の後にデータを送付した。TCIPO のデータ収集の努力は大変なもので、TOGA-COARE 期間中専任の人材を雇ってデータを収集および維持をしていた。担当者はどんな観測が誰を責任者に行なわれたかをよく把握していて、日本の各 PI (Principal Investigator) も、データ送付の催促を度々直接に受けたことと思われる。

収集されたデータは TCIPO からインターネットによって順次公開された。公開は anonymous ftp サービスから始まったが、2~3年前にアメリカのあちこちで WWW サービスが広まり出すと TCIPO の TOGA-COARE のデータ公開もすぐに WWW サービスに切り換えられた。TCIPO のホームページには TOGA-COARE Announcements, Meetings, Workshops and News 等の項目があり、過去のシンポジウム、ワークショップのまとめやこれからの予定、TOGA-COARE に関係する研究者のリスト等様々な TOGA-COARE 情報を発信していた。

4.1.2 1996年以降 (デラウェア大学)

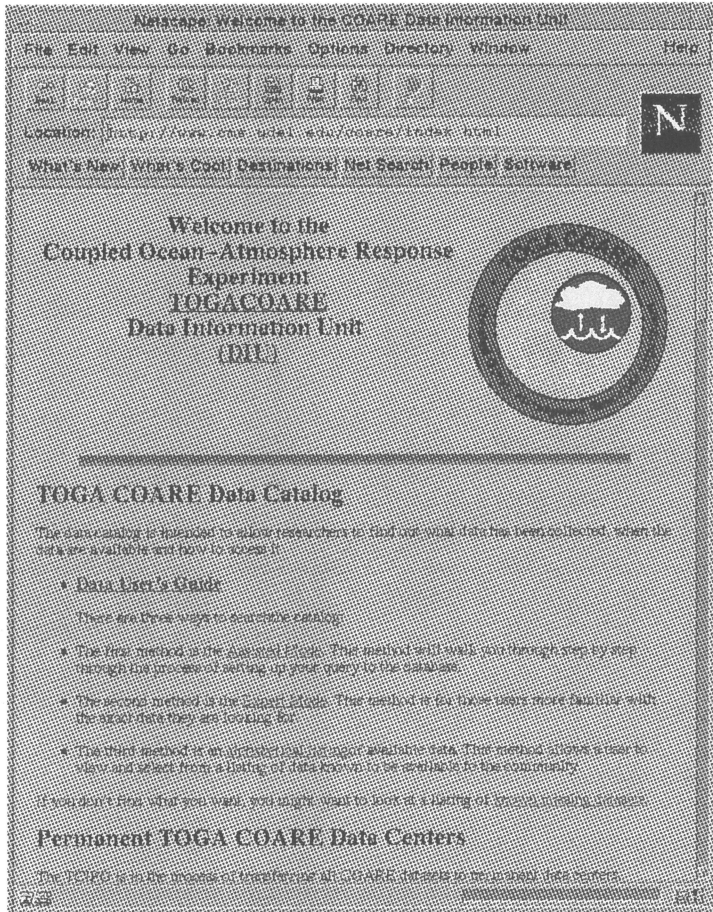
1996年6月に TCIPO がその役目を終えて解散すると、TOGA-COARE データ配布の役割は TCIPO からデラウェア大学に移された。アドレスは

<http://www.cms.udel.edu/coare/>

で、TOGA-COARE について知りたいという方は、まずとにかくここにアクセスして御覧になられるとよい。

第1図は、TOGA-COARE Data Information Unit のホームページである。このページは

- TOGA-COARE Data Catalog
- Permanent TOGA-COARE Data Centers
- TOGA-COARE Data Inventories and Platform Positions



第1図 TOGA-COARE Data Information Unit のホームページ。

- TOGA-COARE Browse products
- TOGA-COARE Community Information
- Other COARE Data Websites

の各項目から成っている。TCIPO が全てのデータをアーカイブして配布していたのに比較すると、このページは分散するいくつかの Permanent TOGA-COARE Data Centers を統括する役割だけを担っており、その際にデータの検索機能として TOGA-COARE Data Catalog を併せ持つという構造になっている。実はこのカタログシステムが3.2節で述べたものの現在の姿で、html の form 機能を使ってユーザーが入力したデータをサーバプログラムに渡すことでインタラクティブにデータの検索が行なえるようになっている。

Permanent TOGA-COARE Data Centers には、TOGA-COARE データの恒久的なデータアーカイブ

を行なう複数のデータセンターがリストされている。TOGA-COARE が終了して、恒久的な TOGA-COARE のデータセンターとして、気象データは NOAA の National Climatic Data Center

<http://www.ncdc.noaa.gov>

に、海洋データは NOAA の National Oceanographic Data Center

<http://www.nodc.noaa.gov>

に、ゾンデの特別観測データは NCAR の OFPS Data Management Center

<http://www.ofps.ucar.edu/codiac/>

に、地上気象データは Florida State University の Center for Atmospheric Prediction Studies

<http://www.coaps.fsu.edu/coare>

に、放射データは Pennsylvania State University Department of Meteorology Field Project Data

Archive

<http://www.warc.essc.psu.edu>

にそれぞれアーカイブされることになった。同時に全ての COARE データは近い将来 NCAR

<http://www.ucar.edu>

にも保存される予定である。NCAR での TOGA-COARE データのページはまだ整備中だそうだが、このアドレスからだ Data, Data Support Services Section と選択して行くと、

<http://www.scd.ucar.edu/dss/>

に辿り着く。このページ中で Special projects を選ぶと表示される、数あるプロジェクトの1つとして整備されるそうである。しかしこちらは飽くまでも secondary なセンターで、デラウェア大学の方を主に利用して欲しいとのことである。これらの WWW サーバーはリンクされていてサーバー名が青い文字で表示されているところをマウスでクリックするだけで、すぐさま新たな WWW サイトに接続される。

TOGA-COARE データのアーカイブに関しては、計画当初より分散型データセンターの構想が提案されていた。1つには予算や人材確保の問題があらう。TOGA-COARE が終了すればその名目で予算を取ってデータアーカイブセンターを維持するのは難しい。また1つには専門性の問題もあらう。観測データは観測の実施主体になった研究者が解析も引き続き行い最もそのデータについて知っているという状況が殆んどであるから、観測後もデータの品質チェックをしたり高次データを作ったりしたら担当研究者のサイトから情報を発信するのが自然だろう。こうした状況から現実的な方法が採用されたものと思われる。

その他、関連するサイトの情報は Other COARE Data Websites で調べると良い。また最近では publish された TOGA 関連論文に関する情報が充実しており TOGA-COARE Community Information の項目で調べることが出来る。

4.2 日本の TOGA-COARE データサーバー

日本も TOGA-COARE の集中観測期間中に観測に参加し、そこで得られた観測データは、東京大学気候システム研究センターに集められ、anonymous ftp で公開が行われている。このデータには

<http://www.ccsr.u-tokyo.ac.jp/>

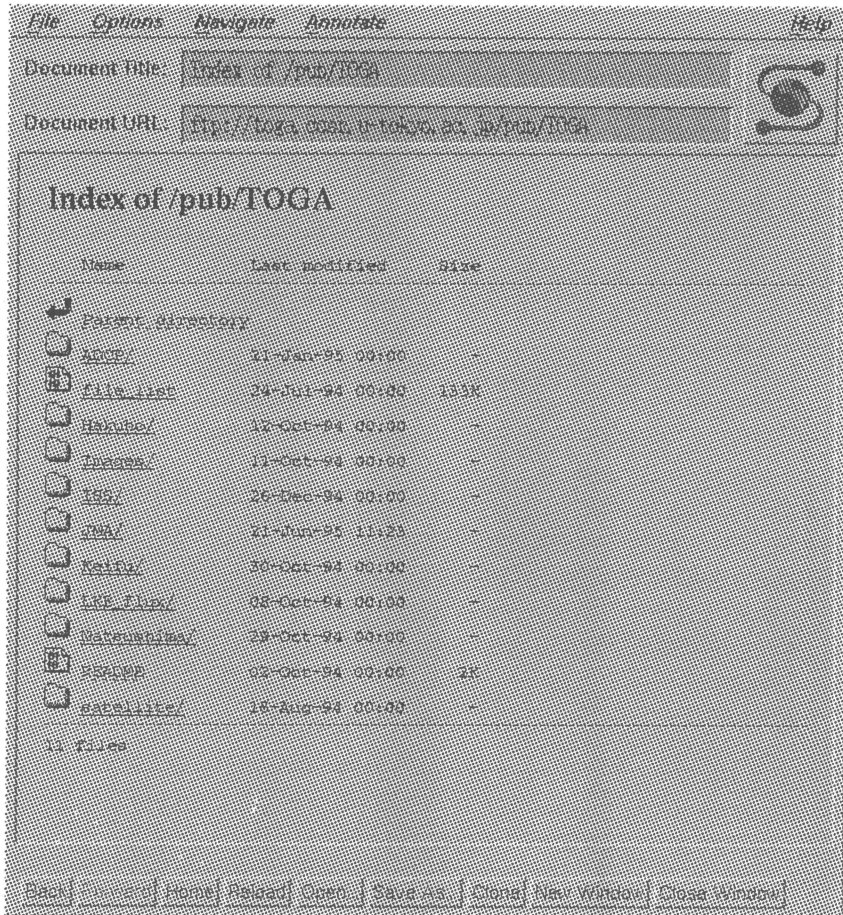
(CCSR のホームページ)からアクセスできる。ただし容量が大きくてネットワーク上で公開できないデータは除いてある。

第2図は、日本の TOGA-COARE 観測データのディレクトリである。ディレクトリは基本的にプラットフォーム毎にまとめてある。Keifu, Hakuho, Natsushima はそれぞれ日本から参加した観測船、気象庁の啓風丸、東京大学海洋研究所の白鳳丸、海洋科学技術センターのなつしまである。また Manus はマヌス島のことで、ここには北海道大学のレーダが持ち込まれて様々な観測が行われた。これらのデータもその多くは TCIPPO のデータセンターに送付してあるが、いくつかのデータ、例えばより高次なプロダクトなどには、こちらにしか置いていないものもある。初めのうちは、全てのデータを TCIPPO に送付すれば日本で独自にサーバーを持つ必要はないのではないかと考えた。しかしやってみると全てのデータをデータセンターに送付するという事は、不可能に近いといえる。つまり国内の顔見知りの研究者になら公開しても良いが、全世界に公開するとなると抵抗がある、というデータは必ず存在するものなのである。また日本語の README ファイルなどは送付しても意味がないのでこちらにしか置いていない。

ちなみにこのデータ整備および WWW サーバーの立ち上げは学生のボランティアベースで進められた。学生は研究して論文を書くのが本業であるから、こうしたことに時間をとられ多少なりとも負担になることには問題があると思われる。PMEL などでは先に紹介した TOGA-TAO データ整備やソフトの開発、その公開の仕事には数人のプログラマーが関わっている。たぶん2~3人とはいわず4~5人に見えるのだが、その人数であれだけの開発と維持を行っている事を考えると、日本でもこういったサービスを本格的に行うためにはそれなりの専門の人間が必要であると言えるだろう。しかし日本の特に大学ではそのような職種の人を雇えるようにはなかなかない。そうでなければこのような仕事も研究の一貫として評価されるようになるかしないと、サーバーの維持管理だけでも意外に難しい問題なのである。

5. TOGA-COARE データワークショップ

1994年7月末から8月始めにかけてフランスの Toulouse で行われたワークショップは、Data Workshop と銘打ったこれまでにない趣旨のものであった。このようなワークショップが試みにも開かれたのは、過去の観測計画から得られた観測データの重要性に対する認識に依るところかもしれない。もちろん計算機



第2図 東京大学 CCSR の J-COARE データのページ。

やネットワークが発達し、データ交換が容易になった時代なればこそである。

会場の様子を再現してみると、まずメインの大会議場では、発表の際にワークステーションを演壇に持ち込みその画面でデモンストレーションするアニメーションを同時に聴衆の見る大スクリーンに映し出し、技術力の進んだ所をアピールしているように見えた。また何といても特筆事項は、ネットワークに接続された約20~30台のワークステーションが設置された端末部屋が用意されていたことであろう。ここには SUN や HP や SGI 等複数の機種と OS が揃えてあった。種類を揃えて誰でも使えるようにという配慮のようである。全てのマシンがインターネットに接続されているので、ワークショップでディスカッションしながら必要になった画像などは、たとえ OHP を持って来ていなくても自分の研究室のマシンに接続して取得

することができるわけである。議論の流れによって発表内容を多少変更したりするのに、新しい OHP をその場で作成している姿なども見られた。

ネットワークに接続された端末が用意してあったことは、データ交換という意味で確かに重要だったように思われる。容量の大きいデータはともかく、小さいデータならすぐに自研究室のマシンから ftp で持ってくるのができたので、盛んにデータ交換が行われていた。もっとも皆が頑張ってデータを持って来すぎて、ハードディスクがすぐに一杯になってしまったこと、8mm テープドライブも大変な需要があつて用意されていた台数では足りず減りに空かなかったことが不便ではあった。

同時に各研究グループごと (TOGA-COARE では、flux グループ、mesoscale グループ、large-scale-atmosphere グループ等々のグループ分けを用いてい

る)に用意された控室にも、議論に用いることができるようにとネットワークに接続されたマシンが設置されていた。実際日本からの参加者で、自らのデータの説明を日本に接続しデモンストレーションしながら行っている方の姿なども見受けられた。

このようなワークショップは、データを見せあうことで議論を具体的に進めようという姿勢の表れであったといえるだろうし、そうするためにはインターネットに接続されたマシンは必要なファシリティであったといえるのだろう。実状としては、初めてであったこともあって内容が追い付いていないとの感否めなかったが、試みとしては非常に面白いことであった。今後はこのような会合がより洗練された形で増えていくのかもしれない。

6. 終わりに

TOGA-COARE のデータ公開に見られたように、国際的な研究計画におけるデータ公開、交換におけるネットワークの利用は今後もますます盛んになっていくと思われる。TOGA-COARE のデータ公開を数年間見てきて筆者が興味を感じたのは、分散型データセンターと集中型データセンターの各々の善し悪しである。もちろん WWW サーバーをリンクしあう分散型データセンターの良い面はたくさん認めることができる。しかしリンクされた先にとんでみると、データの記述の文体も文書の形式もばらばらでいつの間にか全体像がわからなくなっている、ということもしばしばである。情報を探したい側からすれば情報は集中してくれていた方が探しやすい。実際にかつての TCIP0 のホームページではここさえ見れば TOGA-COARE の大よそが一望出来たのに比較すると、現在の CDIU のページから Permanent Data Centers へとぶと多くは直接 TOGA-COARE データのページではなくて、より上位のそのデータセンターそのもののホームページに行き着いてしまいデータを探し難い場合が多いように思われる。

しかし現在の CDIU のページでデータを検索するのに大いに救いとなるのは、Data Catalog の最初に載っている Data User's Guide である。これは TOGA-COARE データの全リストで、各データのアクセス先、データ取得の背景、データフォーマット、連絡先が統一したフォーマットで書かれている優れ物である。おそらく殆んど1人の手によって編集されたと思われるのだが、そのせいか非常に読み易い。これなら TOGA-COARE についてよく知らなくてもデータの検索が出来ることと思う。この例はこういったデータに関するドキュメントの整備が分散型データアーカイブにおいていかに重要かを示しているように思う。前の段落で述べた分散型データセンターの短所を補うにはこのようなインデックスとなる文書の充実が必要なのだろう。その意味で観測直後に1つの集中データセンターを作ってデータを収集するという方式は優れていたのではないか。もし最初から分散型だったならばデータ収集も困難であったろうし、このような Guide を作ることは出来なかつただろうから。

TOGA-TAO や CDIU が登場した時、アメリカは進んでいるのだなと大変に驚き、同時に自分たちも日本からこのように情報を発信したいものだと思ったことを思い出す。最近ではネットワークが普及して、それこそ WWW サイトも無数に存在し情報過多の感さえある。TOGA-COARE のいくつかの事例も含めて WWW サイトを見ての感想は、数ある WWW サイトの中で有力な情報発信源になるためにはいかに有益な情報を生み出すことができるかにかかっているのであって、ネットワークだ何だと環境は変わろうとも本質は何ら変わらないだろうというごく単純なものである。それでも情報をどうアピールするかアイデアにも多少は凝らなければいけないことも教訓である。

1995年6月号より連載してきた気象学におけるインターネットの解説シリーズは今回で終了します。

(「天気」編集委員会)