

新米エンジニアのための

初歩の

インターネット技術

《第2回 ドメイン名とネームサーバー》

浅羽 登志也

asaba@ij.ad.jp

株式会社インターネットイニシアティブ

前回はIPアドレスについて解説しました。しかし、MosaicやNetscapeなどのWWWブラウザを使うときや、FTPでファイルを手にいれるときにもアドレスなんて使いません。きつとなにか仕掛けがあるはずですよ。

今回は、ホスト名からIPアドレスをホスト名に変換するしかけであるネームサーバーについて解説することにしましょう。

はじめに

前回はインターネット上でのすべての通信の基本となるIPアドレスについて解説した。IPアドレスを持っていないならば自分のコンピュータをインターネットに接続することはできないし、また、自分のコンピュータにIPアドレスを設定してインターネットに接続することができたとしても、通信したい相手のホストのIPアドレスが分からなければその相手との通信もできない。これなくしてはまったく何も始まらないのである。

これでは仕方がない。管理者に頭を下げて自分のコンピュータ用のIPアドレスを割り当ててもらおうことにしよう。なにしろこればかりはインターネット全体できちんと管理されているものなので、自分で調べてこっそり勝手なアドレスを使ってしまうわけにはいかないのである。下手にそんなことをして万が一他のマシンと同じアドレスを使ってしまったりすると、恐い部長にどなられる会社もあるそうよ。大丈夫。部長にどなられるまでもなくネットワークを使う上でのその程度のマナーぐらいはわかまえてる。

IPアドレスさえ割り当ててもらえば、もうこっちのものである。これで晴れて私もインターネットの仲間入り、インターネットマガジン片手に21世紀のマゼラン目指して大海原に乗り出すとしよう。

Unknown host!?

まずは大海原に乗り出す準備として、いま話題のWorld-Wide WebのブラウザであるNetscapeを手に入れよう。バージョンがanonymous FTPで公開されているらしい。こういうメジャーなものならIJのFTP

サーバーに置いてあるに違いない。anonymous FTPのやりかたは、おかげさまですでに「自由自在」である。IIJのFTPサーバーの*アドレス*はあちこちで見掛けるftp.iij.ad.jpでよいだろう。やってみよう。

```
urayasu> ftp ftp.iij.ad.jp
ftp: ftp.iij.ad.jp: Unknown host
ftp>
```

はて、Unknown hostなどといわれてしまった。どうやらこの子（自分のマシンを「この子」と呼んでしまうようになったらそろそろ要注意である）はftp.iij.ad.jpというホストを知らないらしい。しかし、なぜ知らないのだろう？ううむ。

だいたい話が違うのではないか？インターネット上のホストと通信するためには、相手ホストのIPアドレスを知らなければいけないはずだ。でも、ftp.iij.ad.jpというの

は、明らかにIPアドレスではない。ならばこんなモノを指定したって通信できないのは当たり前なのではないだろうか？

しかし、どの記事を見てもサーバーのIPアドレスなどは紹介されていない。ftp.iij.ad.jpとかftp.impress.co.jpのように、なにやらメールアドレスみたいなモノしか紹介されていない。他のみんながこれでニコニコ楽しくftpできているのだとしたら、これには一体どんな秘密が隠されているのだろう？

というわけで、前回予告したデータ配送の仕組みについての解説をするまえに、今回はこの秘密について解説したいと思う。

ドメイン名
インターネット上を転送されるデータは

送り側のホストで送り出されてから、受け側のホストで受け取られるまですべてコンピュータにより処理される。したがって、通信したい相手のホストにデータを送るためには、最終的には相手ホストを表す4オクテット（32ビット）の数値であるIPアドレスが必要になる。

しかしこの4オクテットの数値は、およそ人間にとって憶えやすいものではない。世の中には電話番号を憶えるのが得意な人がいるようで、本人がとっくの昔に忘れてしまっている大学時代の下宿の電話番号をいまだに憶えていたりしてびっくりさせられたりする。そういう人ならいざ知らず、電話番号なんて聞いた先から忘れてしまう筆者のような人間にとっては、通信したい相手ホストのIPアドレスを憶えておくのは非常に苦痛である。インターネット上のホストの台数が10や20であれば、それでもなんとかしようもあるが、日本のWWWのサーバーだけでも別冊付録ができてしまうご時世ではお手上げだ。

そこで、IPアドレスとは別に、人間にとってより分かりやすいホストの識別子が必要になる。しかもその識別子は、インターネット上のすべてのホストを一意に指し示すものでなければならない。

この、人間にとってより分かりやすいホストの識別子として考案されたのが「ドメイン名」と呼ばれる名前である。たとえばftp.iij.ad.jpは、実はIIJのFTPサーバーを表すドメイン名なのだ。このドメイン名を持つホストはインターネット上には1台しか存在してなく、これによって他のホストと重複することなく、IIJのFTPサーバーを指し示すことができる。

インターネット上のすべてのホストを重複することなく表現するために、ドメイン名は図1のような階層ディレクトリに似た

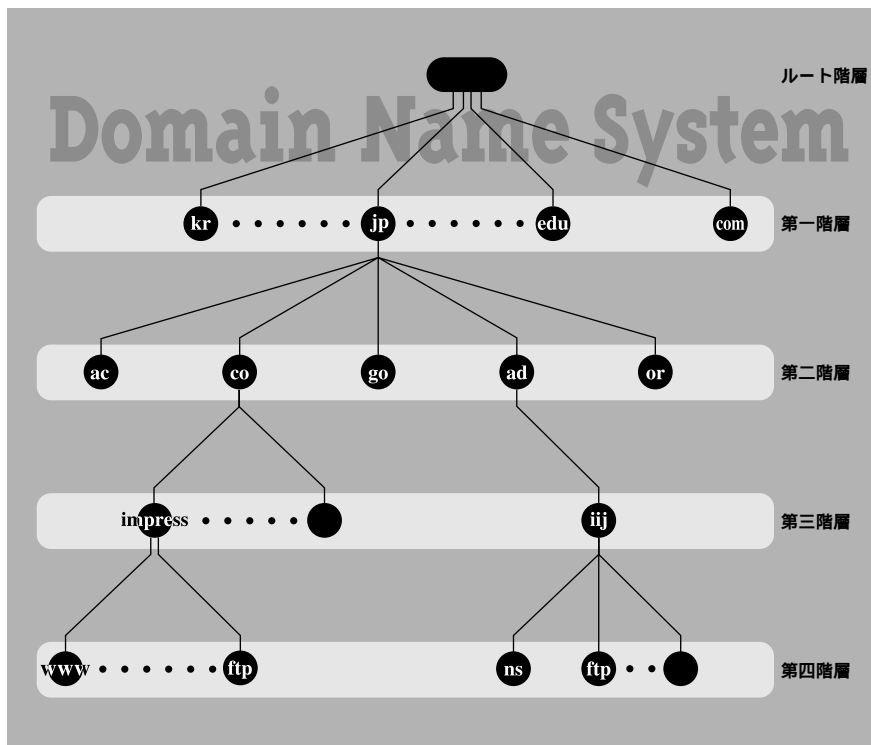


図1 ドメイン名のツリー構造

ツリー構造により定義されている。

ツリーの各階層のノードはその階層に属する「ドメイン」を表しており、それに対応してラベルがつけられている。各階層でのドメインの定義は、インターネット全体でドメイン名を管理する上で都合のよいように行われている。

一般的に、第一階層のドメインは国、第二階層のドメインは組織の属性、第三階層のドメインは組織、をそれぞれ表し、それに対応したラベルがつけられている（第一階層のeduやcom等のドメインは国を表すものではなく、それぞれ米国の教育機関、企業を表すドメインである。これはドメイン名のシステムが考案された当時はインターネットがまだ米国内で閉じていたという歴史的な理由による）。

たとえば図1で、第一階層の「jp」というラベルがつけられているノードは「日本」ドメインを表しており、そのノード以下のサブツリーが日本で管理されているすべてのドメインを表している。第二階層で「jp」ノードの直下の「ac」_、「co」_、「go」_、「ad」_、「or」の各ラベルを持ったノードはそれぞれ

「日本の教育機関」_、「日本企業」_、「日本政府関連組織」_、「日本のネットワーク管理組織」_、「その他の日本の組織」_、に対応するドメインを表している。第三階層で、「co」ノードの直下にある「impress」というラベルのつけられたノードは、「日本企業である株式会社インプレス」のドメインを表しており、また、「ad」ノードの直下にある「ijj」というラベルのノードは、「日本のネットワーク管理組織であるIJJ」のドメインをそれぞれ表している。

通常、インターネットに接続される組織には、その組織全体を表すドメイン名としてこの第三階層のドメインが割り当てられる。

各組織では、自分の組織に割り当てられたドメイン以下の階層（通常は第四階層以下）に関して決定権を持つことができる。たとえば、IJJが所有するネームサーバーホストやFTPサーバーホストを表すために、「ijj」ノードの直下に「ns」や「ftp」といったラベルを持ったリーフ（ホストを表すリーフには普通ホスト名をラベルとして使う）を作ることができる。もしくはIJJの各部署を別々のドメインに分けて、「ijj」ノードの直下に部署ドメインを表すノードを作り、各部署が所有するホストはさらにその下のリーフとして表すこともできる。これらは各組織で資源をどのように管理しているかに対応して決めればよいのである。

こうしてホストに対応するリーフが決まり、そのリーフにつけるラベルが決まれば、ツリーの根本からそのリーフに至るまで、ツリーをたどったときに経由するノードにつけられたラベルを右から順番にドット（「.」）で区切って並べたものがホストを表すドメイン名となる。

したがってIJJのFTPサーバーホストのドメイン名は、図2に示すように「ftp.ijj.ad.jp」

となるのである。このようにすれば、仮に株式会社インプレスとIJJで「ftp」というたまたま同じ名前前のホストを持っていたとしてもドメイン名では互いに異なるものとなるのである。

ドメインネームシステム (DNS)

さて、これでもかくIPアドレスをいちいち憶えなくてもドメイン名を憶えておけばインターネット上の任意のホストを指定することができるようになった。しかしこれだけでは冒頭の「Host Unknown問題」は解決されない。前節で解説したようにftp.ijj.ad.jpは、曖昧さなくIJJのFTPサーバーを指し示すドメイン名である。すなわち、IJJのFTPサーバーのドメイン名がftp.ijj.ad.jpであることさえ分かれば、少なくともわれわれ人間にとっては「Host Known」なはずである。

問題はコンピュータにとっては、ドメイン名だけが分かってもどうしようもないということだ。前節でも述べたように、コンピュータがデータを目的のホストに向けて送り出すためには、どうしても相手ホストのIPアドレスを知る必要がある。つまりftp.ijj.ad.jpにftpしようとしたときに「Host Unknown」などといわれたのは、ftp.ijj.ad.jpというドメイン名を持つホストのIPアドレスが不明なのよ、という意味だったのだ。この人間とコンピュータの間の相手ホストの指定の方法の不一致が「Host Unknown問題」を解き明かす鍵となる。

幸い、ドメイン名で指定しようがIPアドレスで指定しようが、そのどちらも正しく相手ホストを指し示すものである限りは、両者の間のマッピングをとることは可能はずである。つまり人間の都合で与えられたドメイン名をコンピュータがなんとか自分

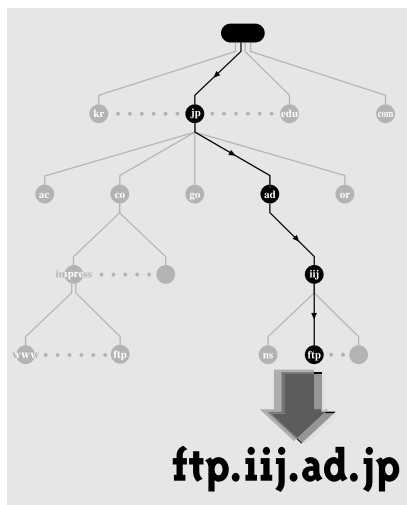


図2 IJJのFTPサーバーを表すドメイン名

にとって都合のよいIPアドレスに変換する手段があればよい。

この手段を提供するのが、ドメインネームシステム(DNS)と呼ばれる機構である。DNSは、前述の階層的なドメイン構成の方式と、ネームサーバーと呼ばれるサーバプログラム、および、リゾルバと呼ばれるネームサーバーへの問い合わせをするクライアントルーチンから構成されている。

ネームサーバー

ネームサーバーは、ドメインに関するさまざまな種類の情報を管理し、それらの情報に関する問い合わせに回答をするプログラムである。実際には本稿で話題に取り上げている、ドメイン名に対応するIPアドレスの問い合わせ以外にもさまざまな種類の問い合わせに対応している。だがここでは簡単のために、単に与えられたドメイン名から対応するIPアドレスを調べることにのみ焦点を当てて話を進める。

ftpなどのインターネット上のアプリケーションプログラムは、ユーザーから任意のドメイン名を与えられたときに、それに対応するIPアドレスを調べるためにネームサーバーに対して問い合わせをする。図3に示すように、ネームサーバーは与えられたドメイン名からそれに対応するIPアドレスを調べて、問い合わせを行ったアプリケーションプログラムに返す。IPアドレスを返されたアプリケーションプログラムはそのアドレスを用いて、相手ホストとの通信を開始する。

ここで、ネームサーバーは任意のドメイン名に関する問い合わせに答えると言ったが、インターネットに接続されているホストの数を考えると、それだけでもネームサーバーは莫大な量の情報を持つことになる。

またそれらのホストが相互に通信していることも考えるとネームサーバーが処理しなければならない問い合わせの数も膨大な数になるだろう。この莫大な量の情報の管理と、膨大な数の問い合わせの処理をいっただうやってネームサーバーは行っているのだろうか？

ドメイン情報の分散管理

インターネットは元来分散型のネットワークである。さまざまな組織を持つローカルなネットワークがさまざまな形態で接続され、それら相互の間で通信を行っている。前述のように、これらの組織には通常第三階層のドメインが割り当てられ、そのドメインの内部の情報の管理はそれぞれの組織が自律的に行っている。

ネームサーバーもこれに対応して、ドメインごとに分散されて配置されているのである。各組織を表すドメイン内部の情報は、その組織が管理するネームサーバーにより管理される。外部からそのドメイン内の情

報に関する問い合わせが来た場合には、そのドメインのネームサーバーが回答するのである。

たとえば、誰かがIJ(iij.ad.jpドメイン)のホストA上でnetscapeを起動して、株式会社インプレス(impress.co.jpドメイン)の上げているWWWのサーバー、www.impress.co.jpにアクセスしようとした場合には、以下のようなステップでアドレスの問い合わせが行われ、実際のWWWのセッションが開始される(図4参照)。

- ① ホストA上のnetscapeのソフトウェアが、ネームサーバーAにwww.impress.co.jpのIPアドレスを問い合わせる。
- ② ネームサーバーAは、impress.co.jpドメインの情報を管理しているネームサーバーBに、www.impress.co.jpのIPアドレスを問い合わせる。
- ③ ネームサーバーBは、自分が管理している情報の中から、www.impress.co.jpのIPアドレスを見付け、それをネームサーバーAに返す。
- ④ ネームサーバーAはネームサーバーBか

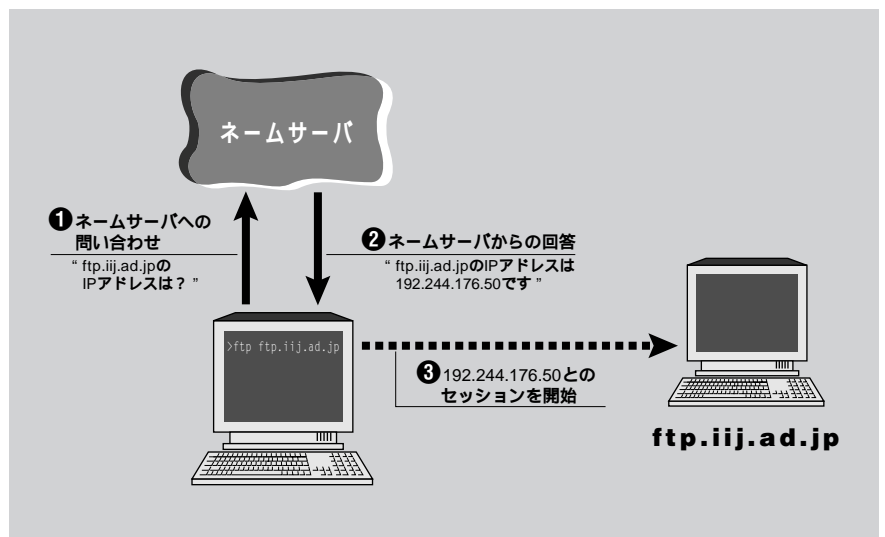


図3 ネームサーバーへの問い合わせ

ら返されたアドレスをホストA上のNetscapeに返す。

- ⑤ ホストAのNetscapeは、ネームサーバーBから返されたIPアドレスを用いてwww.impress.co.jp上のWWWのサーバーにアクセスを開始する。

このような機構により、各ドメインのネームサーバーは、そのドメイン内部のデータのみを持てばよくなり、また、同じドメイン内部のホストからの問い合わせと、他のドメインのネームサーバーからの自分の管理するドメインの情報に対する問い合わせに答えるだけですむようになる。全体では莫大な量になる情報の管理と、膨大な数におよぶ処理がうまく分散されていることがわかる。DNSはいわばインターネット全体に散らばった分散データベースシステムということが可能なのである。

ところで、上記ステップ1がうまく動くためには、各ホストが、自分のドメインのネームサーバーホストのIPアドレスを知っていなければならない。これの設定の仕方は利用するソフトウェアによって異なるが、かならず何らかの形で設定する方法が用意されているはずである。代表的なソフトウェアでの設定方法は、創刊号の「パソコンで始めるインターネット」特集の中で解説されているので参照して欲しい。また、BSD系のUNIXの場合には、/etc/resolv.confというファイルの中に記述すればよい。そう、この設定がちゃんとなされていなかったのが結局「Host Unknown問題」の原因だったわけだ。

ネームサーバーの階層

どうもまだ腑に落ちない。図4で、どうやってネームサーバーAは、impress.co.jpドメインの情報を持っているネームサーバ

ーがネームサーバーBであることを知るのだろうか？

実は前節の問い合わせのステップには、ステップ1.5が必要になる。これは、ステップ2で問い合わせるべきネームサーバーを見付け、そのIPアドレスを得るためのステップである。

この相手ドメインのネームサーバーを見付けるといふステップを可能にするためにDNSでは、図1のドメイン名の階層構造のツリーの各階層のドメインごとにネームサーバーを配置している。

ある階層のドメインに対応するネームサーバーは、その直下のドメインのネームサーバーのドメイン名と、IPアドレスの情報を保持している。これにより、ドメインの階層のツリーをルート階層から順にたどって行って、目的のドメインのネームサーバーを見付けることが可能になるのである。

図5に、ルートドメインのネームサーバーからドメインの階層を順にたどって、

impress.co.jpドメインのネームサーバーにたどり着くまでを示す。

最初に問い合わせに行くルートドメインのネームサーバーのドメイン名とIPアドレスだけは自動的に得ることができないので、すべてのネームサーバーは起動するときにこのルートドメインのネームサーバーに関する情報を設定ファイルから読み込んでおく。

ドメイン名の管理

インターネットに接続される各組織へのドメインの割り当ても、IPアドレスと同様に他と重複がないようになされなければならない。日本でインターネットに接続される組織であれば、JPNICに申請を行いドメイン割り当てを受ける必要がある。つまり、JPNICという機関が、図5のドメインのツリーのうち、「jp」ノード以下のサブツリーを管理しているわけである。

申請には、まず自分の組織がどういう属

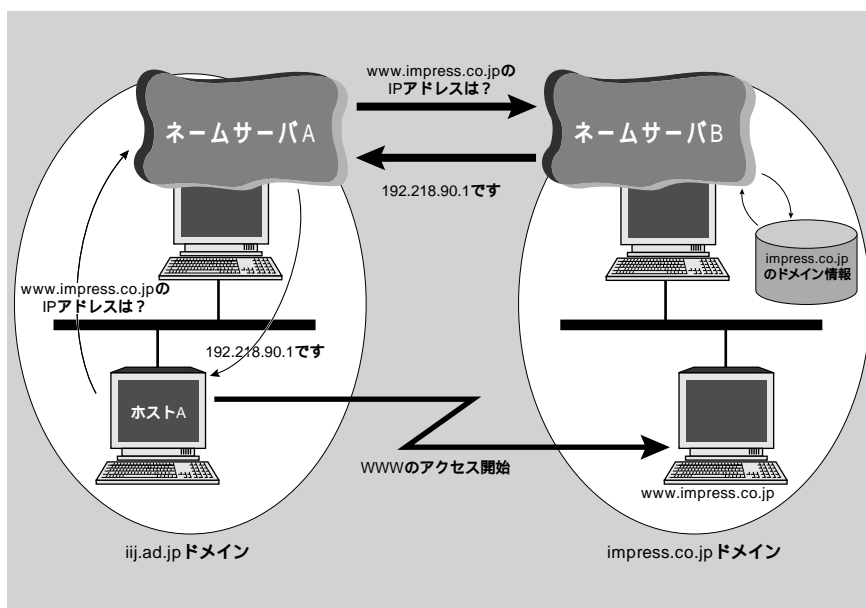


図4 異なるドメインに対する問い合わせの例

性を持っているのが考えた上で、第二階層である、「ac」、「co」、「go」、「ad」、「or」のどのドメインの下に付くか決めなければならない。それを決めた上で、さらに自分のドメインを表すラベルを申請用紙に書き添えて、申請を行う。ラベルとしては、基本的にほかと重複がなければ大丈夫だが、2文字ラベルなど短すぎるものなどは認められていないので、あらかじめJPNICが配布している「組織ドメイン名選択のためのガイド」などのドキュメントを参照して欲しい。

これらのドキュメントは、申請用紙とともに、ftp.nic.ad.jpからanonymous FTPで入手することができる。

またJPNICは、ドメインの割り当てのみではなく、「jp」ドメインのネームサーバーや、その下の階層の「ac.jp」、「co.jp」、「go.jp」、「ad.jp」、「or.jp」の各ドメインのネームサーバーの運用・管理も行っている。したがって、割り当てを受けたドメインの情報を持つネームサーバーの立ち上げが終わったら、そのネームサーバーホストのドメ

イン名とIPアドレスをドメインの第二階層に応じてこれらどれかのネームサーバーに、登録してもらう必要がある。こちらも申請が必要だ。

おわりに

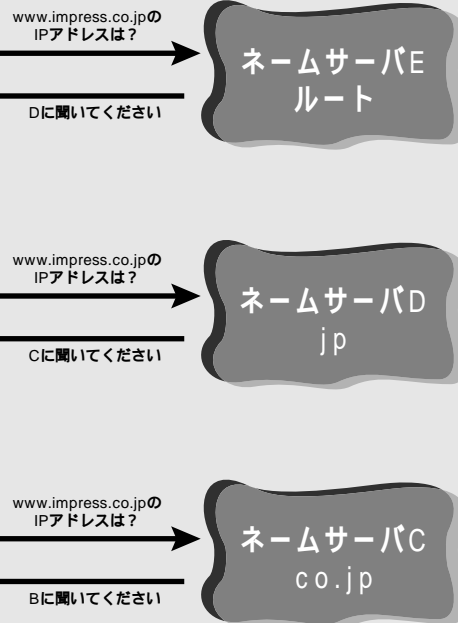
さてこれでもかく「Host Unknown問題」も片付いた。管理者様にうちのネームサーバーのアドレスも聞いたし、設定もちゃんと済ませた。この子も無事にftp.iij.ad.jpというドメイン名をIPアドレスに変換できるようになったはずである。長い道のりだったけれどもようやくニコニコ楽しくnetscapeを手に入れることができそうだ。何度もいうようだが、anonymous FTPはすでに「自由自在」なのである。さあ気分も新たにもう一度いってみよう。

```
urayasu> ftp ftp.iij.ad.jp
ftp: connect: No route to host
ftp>
```

げ、今度はNo route to hostなどといわれてしまったぁ...

というわけで、今回はこの「No route to host問題」に焦点を当てて解説しよう。

Step: 1.5



Step: 2

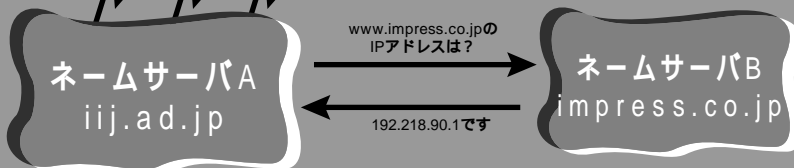


図5 目的ドメインにたどり着くまで



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp