

# Skype が与える アプリケーションモデルへの衝撃

Skype というアプリケーションが急速に注目を集めている。Skype は P2P (ピア・ツー・ピア) で実装されたパソコンで動作する IP 電話ソフトウェアであり、驚くほどの高品質な通信を実現している。

このアプリケーションはいったいどのような仕組みで動いているのだろうか。

この新しいネットワークアプリケーションのアーキテクチャーは他のソフトウェアにも大きな影響を及ぼすことになるのである。

上原 孝之

株式会社ガリレオ 事業開発担当取締役

## P2P がサーバー負荷を 解消する

「無料 IP 電話」。あなたはこの言葉からどれほどのインパクトを受けるだろう? 「別にいい、だって、インターネットって無料のサービスばかりでしょ?」。それはそのとおり。でも、こと IP 電話に限っては「完全無料」というのはなかったのである。それはなぜだろう? 一言でいうと、電話は多大な帯域を消費するからである。「え? でも、うちの ADSL は 12Mbps だよ。それに比べると電話の帯域なんて、100分の1以下じゃないの?」。それもそのとおり。たとえ 12Mbps の常時接続といっても、本当に 12Mbps ものトラフィックを「常時」発生させている人はほとんどいない。長い時間の平均を取ると ADSL ユーザー 1 人当たりの平均トラフィックなんてせいぜい数 kbps から十数 kbps 程度のもの。数十 kbps 程度のトラフィックを持続的に発生させる「電話」はいまでも十分に「重い」アプリケーションだといえるのだ。

このトラフィックの「重さ」が持つインパクトを、同じく個人間にリアルタイムのコミュニケーションを提供するサービスである、インスタントメッセージング (IM) と

Skype を比較して、見てみよう。

インスタントメッセージングは 1 対 1 でリアルタイムのテキストメッセージをやり取りしているが、その通信は常にサーバー経由で行われる (図 1-a)。ログインしている人々のステータスを管理するにはその方が都合がよいし、たかが人手で入力するメッセージなのでトラフィックも知れており、サーバー負荷を気にすることもないからだ。

しかし電話だとそうはいかない。多数のユーザーを 1 つのサーバーに収容すると、サーバーを通過するトラフィックは膨

大なものになる。この膨大なトラフィックを処理できるサーバーへの投資が発生すれば、無料でサービス提供はほぼ不可能である (図 1-b)。

ではどうすればよいか。答えは簡単、クライアント同士がサーバーを介さずに直接通信すること、すなわち P2P (ピア・ツー・ピア) である (図 1-c)。ところがこれがそう簡単でもないのである。それは、常時接続ユーザーのほとんどがファイアーウォールまたは NAT (Network Address Translation、つまりプライベートアドレスを使うネットワーク) を介してインターネットに接続されていることに起因する。

## ファイアーウォールや NAT も越える

一般にファイアーウォールや NAT を介してインターネットに接続されている場合、ファイアーウォールの内側から外側 (インターネット側) への通信は可能だが、逆方向の通信は拒絶される。したがっ

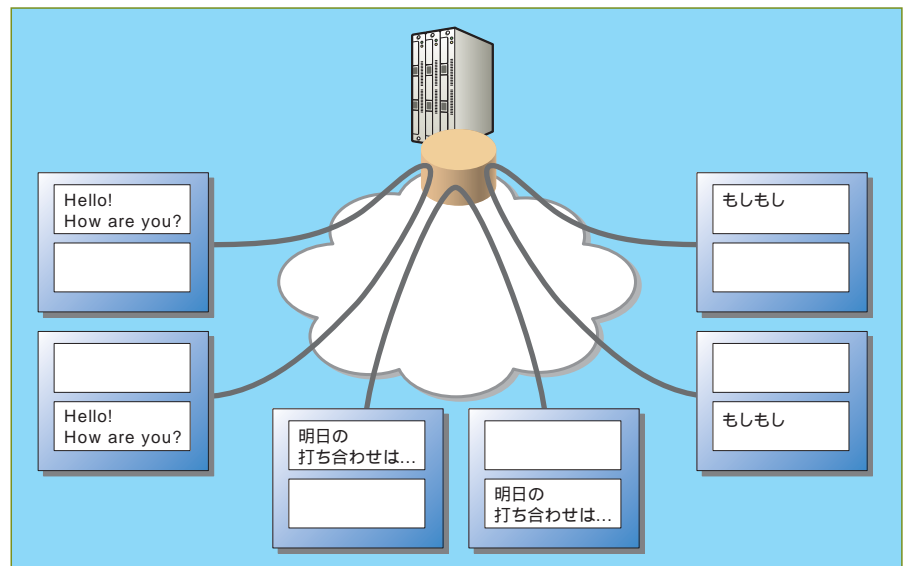


図 1-a インスタントメッセージングでの通信は常にサーバー経由で行われる。

て、双方共がファイアーウォールの内側にいる場合には、どちらの側も通信の「受け手」となることができず、通信が成立しない(図2)ことは周知のとおりだ。

多くの企業で導入されつつある SIP 方式による IP 電話も通信が始まってしまえば SIP サーバーを介さずに、P2P で通信が行われる。しかし、その場合にもファイアーウォールや NAT は避けて通れない問題であり、SIP 方式の IP 電話の場合にはセッションボーダーコントローラーという特殊な機器を使ってこの問題を回避している。しかし、こんなものを用意しているのは「無料」などますます絵に描い

た餅になってしまう。クライアントサーバーならファイアーウォールの問題はないが、サーバーに多大な投資が必要となり、一方で P2P ならファイアーウォールを越える工夫に別の投資が必要になる。何とかこれを回避する方法はないものか？ この問題の解決法として Skype が編み出したのが P2P2P とでもいうべき巧みな中継システムである。

ファイアーウォールがある以上、クライアントサーバー的に内から外への通信しかできないのだから、インターネットのどこかに中継サーバー的なものを置くしかない(図3-a)。ここまでは必然だ。巧み

なのはこれを「中継サーバー」として固定化させたり集中化させたりせずにあくまで自律分散の枠組みの中で、第三者に中継を託するシステムとした点にある。

中継を行う「第三者」は Skype 社が設備を用意するわけではなく、すべてのクライアントソフトが置かれる環境によっては中継サーバーとして機能し得る能力をあらかじめ持っているのだ。したがって、中継が必要な場合には、ファイアーウォールの外側にいる Skype クライアントの中から、あるアルゴリズムによって中継を行うクライアントが選ばれることになる。このとき、そのクライアントを使っているユーザーは、ネットワーク上のトラフィックモニタリングでもしていない限り、自分の Skype クライアントが他人の通信を中継しているということを意識することはない。この仕組みにより、無数の小型中継サーバーがインターネット上に点在するシステムを実現しているのだ(図3-b)。

この分散中継システムにより、トラフィックが集中する点を持たないことから直接通信にかかわるコンピュータに与えられた帯域を存分に使うことができる。このことが Skype の特徴の1つである「高音質」にも寄与しているのだ。

## スーパーノードが SIP の機能を果たす

これで、通信開始後の P2P 通信については問題が解決したが、「完全無料」を実現するにはまだもう1つハードルが残っている。P2P 通信開始までの呼制御の部分を守る SIP サーバーに相当する部分をいかに実装するか、というハードルだ。呼制御にのみ関与することから、音声トラフィックをすべてサーバー経由で中継するモデルに比べれば負荷はずっと軽いといってよい。しかし、ユーザーの増加に伴って負荷は増加し、場合によっては増設などの追加投資が必要になるし、顧客データの管理コストも発生する。

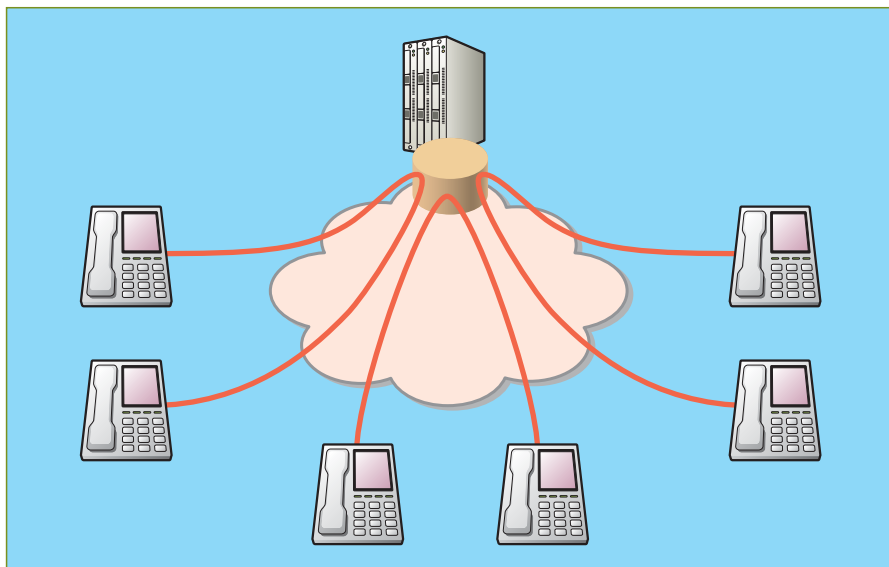


図1-b 電話のような膨大なトラフィックを1つのサーバーで処理することは難しい。

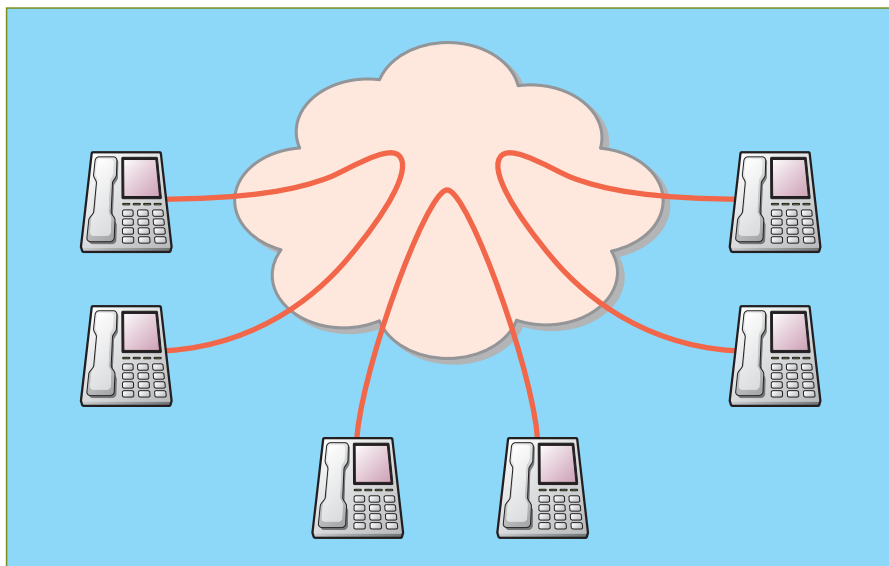


図1-c クライアント同士がサーバーを介さずに直接通信する P2P。

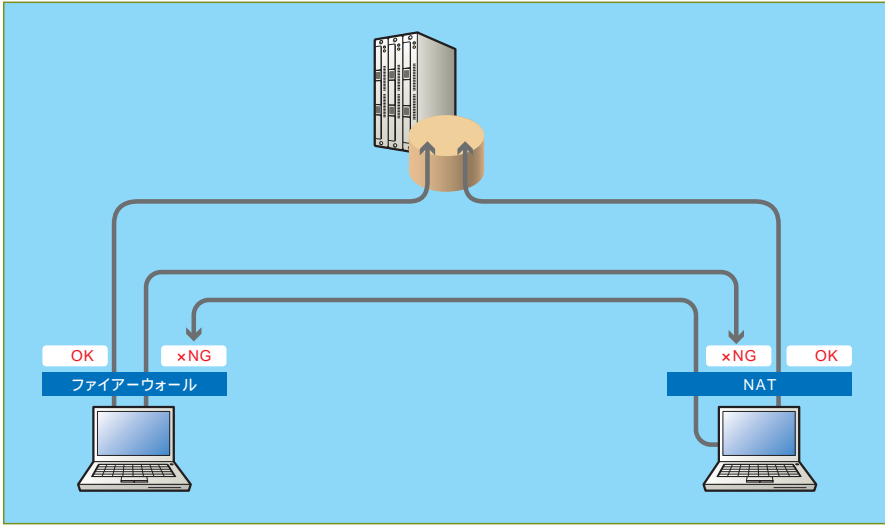


図2 双方のクライアントがファイアーウォールを介してインターネット接続している場合、通信が成立しない。

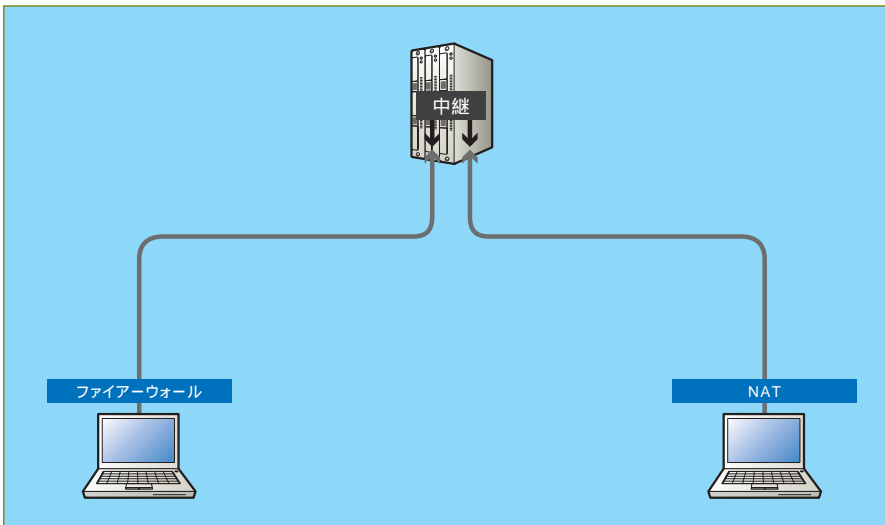


図3-a ファイアーウォールがある場合、P2Pを実現するにはインターネット上に中継サーバーを置くしかない。

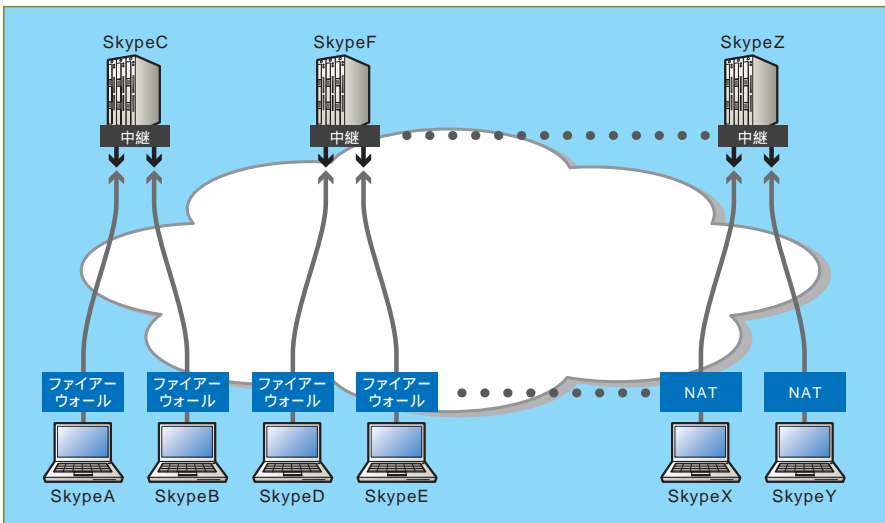


図3-b SkypeはP2Pで無数の小型中継サーバーがインターネット上に点在するシステムを実現する。

「完全無料」のためには、このようなコスト要素は排除しなければならない。この点についての解決策にもP2Pならではの手法が使われている。SIPサーバー相当の機能はスーパーノードと呼ばれるマシンが分散して担っている。しかも、中継サーバーと同じく、スーパーノードはSkype社が用意するのではなく、Skypeのクライアントのうち、一定の条件を満たしたものがスーパーノードに自律進化する。つまり、ダウンロードされたすべてのSkypeソフトウェアにはスーパーノードとなり得る機能があらかじめ含まれているのだ。しかし、実際にスーパーノードとなる人の数は全体の1%未満。その条件は、1)十分な接続帯域とCPUパワーを持ち、2)グローバルアドレスを付与されている人だけが、周りの状況に応じてスーパーノードになるという。

スーパーノード同士は階層構造のないフラットなメッシュネットワークを構成しており、それぞれのスーパーノードは自分が管理するクライアントのデータベースを持ち、一方で、他のすべてのスーパーノードのアドレスを把握している(図4)。分散システムのゆえか、コンタクトリストのオンライン状態の更新に若干時間を要しているように見受けられるが、呼設定時間は下手な携帯電話よりは速いというレベルでボランタリーな分散システムとは思えない優秀さである。

## 電話の発想を捨てTCP/IPらしいアーキテクチャーへ

「電話」という多大なる投資に支えられたインフラと同様のものなどが、ユーザーのコンピュータの余剰能力を集積して実現されていることにはP2Pという技術の持つ無限の可能性を見せ付けられた思いがする。ともすれば、違法かつ趣味的な世界と見られがちであったP2Pに合法的かつ実用的な「電話」というアプリケーションをいくつかの技術的ブレーク

スルーとともに持ち込んだ Skype の功績は大きい。今後、Skype に触発された P2P の新たなアプリケーションが続々と現れることを期待したい。

Skype 自身の今後の展開であるが、API( Application Programming Interface )を公開し、さまざまなアプリケーションとの連携を図っている点に注目したい。これによって単体の「電話」ではなくインターネットにおける標準コミュニケーションツールとしてさまざまなアプリケーションに組み込まれることを狙っているようだ。

筆者は昨今の IP 電話が既存の電話をそっくりそのまま置き換えることを指向している点に常々違和感を覚えていた。IP 電話には IP 電話ならではの長所短所が

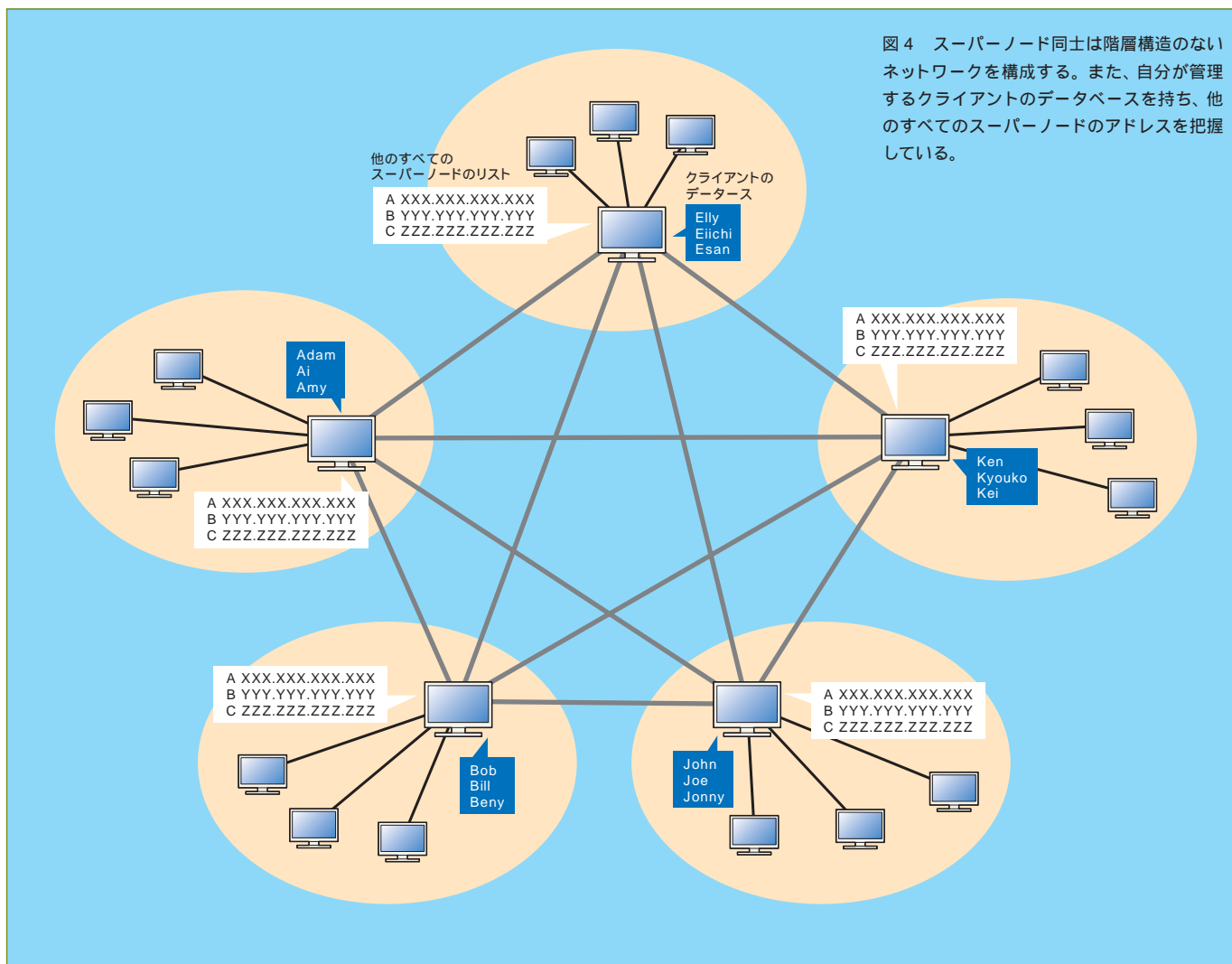
あるのだから、既存の電話と共存しながら IP 電話の適用領域を広げていくような普及の仕方であるべきではないかと思うのだ。そうはいつでも「既存の電話よりも安い」というだけの売り方であれば、買い手の側が既存の電話とまったく同じ機能を求めるのも無理のない話である。

その点 Skype のように「完全無料」であれば話は違ってくる。「もう 1 台あっても邪魔になるわけでもないし... 」という考え方に変わり、既存の電話の置き換えでなく、共存していくことになる。これこそ、苦手な機能は既存の電話に任せて、他のアプリケーションとの連携などの得意分野を思い切り追求できるのだ。この点から、今後の IP 電話発展の方向を示す存在としても Skype には大きな期

待を寄せずにはいられないのである。

## P2P のディスカバリーを解決する

これまでのサーバー・クライアントシステムではなく、P2P で通信できることがそもそもの TCP/IP のアーキテクチャーであることを考えると、このような通信相手の見つけ方(ディスカバリー)とトラフィックの中継の仕方のアイデアは他のアプリケーションにも転用できる可能性がある。今後、サーバー・クライアントの呪縛から解放され、ネットワークアプリケーションの可能性をさらに広げる意義の深いアーキテクチャーだといえる。





## [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](mailto:im-info@impress.co.jp)