メールはなぜ届くの？

國頭 吾郎[†]

キーワード：電子メール，インターネット，DNS

1. ま え が き

インターネットのキラーアプリケーションの一つである電子メールは、今や実に身近なものとなっている。電話と異なり、送信者が送りたい時に送ることができ、その時受信者がネットワーク上に存在しなくても良く、受信者は自分が都合のいい時にネットワークに接続し受信すれば読出すことができるのが電子メールの利点である。ここではこのインターネットメールがどのように届けられるかを紹介する。

2. インタネットの電子メール

電子メールの配送はしばしば郵便の配送に例えられる。そこで、単純化した電子メール配送を郵便配送の流れに例えて示そう。

- ① 手紙の本文を書く
- ② 正しい書式で宛名を書く
- ③ 手紙を郵便局に出しに行く
- ④ 郵便局では宛名を調べ、宛先の管轄の郵便局を調べる
- ⑤ 宛先の管轄の郵便局に送る
- ⑥ 宛先の郵便受けに配達する
- ⑦ 受け取り人が郵便受けに手紙を取りに行き、取り出して読む

電子メールは、ユーザがメールの送受信をするためのプログラムである Mail User Agent (MUA) と、メールの転送などを司る Mail Transfer Agent (MTA) とによって配送される

(図1). 上の郵便配送の例では①, ②, ③, ⑦がMUAの役割で、残りがMTAの担当である。すなわち、ユーザがMUAでメールを作成しMTAに渡すと、MTAが受信者のメールボックスに届け、ユーザはMUAでメールを読む。これが単純化したインターネットメールシステムの概要である。以下ではMUA, MTAそれぞれの役割を示す。

2.1 MUAによるメールの送信

MUAの役割は、ユーザが任意の受信者宛にメッセージを発信する機能を提供することで次のような仕事を行う。

- ・メッセージを適切なフォーマットで作成する
- ・ユーザの選択したMTAにメッセージを送信する

適切なフォーマットとは、インターネット標準に準拠したインターネットテキストメッセージである (RFC822¹⁾)。

インターネットテキストメッセージでは、ヘッダと(省略可能な)本文とが空行で区切られている。現在、多くのMUAでサポートされているMIME (Multipurpose Internet Mail Extensions)⁴⁾は、インターネットテキストメッセージに任意のバイナリデータを添付するための仕組みである。これによって、本文の暗号化や電子署名の利用も容易になった。

MUAは生成したテキストメッセージをユーザに指示されたMTAに渡す。インターネット標準のメール転送プロトコルであるSMTP³⁾で送る場合もあれば、MUAが実行しているホスト上でMTAが使える場合にはシステムコールでMTAに渡すこともある。

2.2 MTAの役割

MTAの仕事は大きく3つに分けることができる(図2)。

[†] 東京大学大学院 新領域創成科学研究科
"Introduction to Mail Delivery" by Goro Kunito
(Department of Frontier Informatics, Graduate
School of Frontier Sciences, The University of
Tokyo, Tokyo)

図2 MTAの役割

foo.domain.com.	IN	MX	0	mailhost.foo.domain.com.
foo.domain.com.	IN	MX	10	mailhost2.foo.domain.com.
foo.domain.com.	IN	MX	50	mailhost.bar.domain.com.

図3 foo.domain.comのMXレコードの例

図4 senderからmailhost.fooに送ることができなかった場合

メールボックスが別のシステムにあるか、ローカルシステムにあるかを判断し、メッセージのルーティングを行う。

2.2.2 他のMTAへの転送とDNS

あらかじめMTAの設定でメールの転送先が指示されている場合を除いては、MTAは宛先のドメイン名から転送すべきMTAを調べる必要がある。これにはDNSのMXレコードが用いられる。MXレコードには、ドメイン、メールエクスチェンジャと呼ばれるそのドメイン宛のメールを引き受けるホスト名、さらにメールエクスチェンジャの優先度を示すプリファレンス値というパラメータが登録されている。この値は小さいほど優先度が高い。例えば図3はfoo.domain.comドメインのMXレコードを示しており、mailhost.foo.domain.com、mailhost2.foo.domain.com、mailhost.bar.domain.comがメールエクスチェンジャで、それぞれのプリファレンス値が0, 10, 50であることを示している。MTAは最初にプリファレンス値が最小のメールエクスチェンジャへの転送を試み、接続できない場合には次にプリファレンス値が大きいものへの転送を順に試みる。この転送にはSMTPが用いられる。

図4はsender.domain.comのMTAがfoo.domain.comドメイン宛にメールを送信しようとする例を示している。senderは最もプリファレンス値が小さいmailhost.foo.domain.comへ接続しようとしたが接続できなかったため、次に優先度が高いmailhost2.foo.domain.comに転送を行った。その後mailhost2.foo.domain.comはmailhost.foo.domain.comに接続でき次第メールを転送する。

なお、メールの配送中に宛先メールボックスがない場合や受信拒否などの致命的なエラーが発生した場合には、他のメールエクスチェンジャに転送を試みることなく送信者にエラーを返す。

2.2.3 ローカル配送

ローカルに配送すべきドメイン宛のメールの場合には、対応するメールボ

- (1) MUAやMTAからのメールを受け取り、他のホストに転送すべきか、ローカルに配送すべきかを判断する。
- (2) 宛先が他のホストに転送すべきドメインの場合には他のMTAに転送する。
- (3) 宛先がローカル配送すべきドメインの場合にはその処理を行う。

これらを順に説明する。

2.2.1 MUAやMTAからのメールの受け取り

MTAは、MUAやMTAからメッセージを受け取ると、最初にメッセージの送信者を決定する。もし宛先にメールを送ることができない場合に、送信者宛にエラーメールを送信するためである。また、宛先のドメインに対応する

ックスを調べ、メールを格納する。設定があれば他のプログラムを起動してメールを渡す場合もある。該当するものがなければ送信者にエラーを返す。

2.3 メール受信時のMUAの仕事とメール読み出し用プロトコル

ユーザが使用するホスト上にメールボックスがある場合には、MUAが直接メールボックスを読み出すことが可能である。しかしながら、メールボックスはサーバ上にあり、ユーザはメールボックスに書込まれたメッセージをインターネット経由で読み出さなければならない場合が多い。このような場合に使われるプロトコルが、POP (Post Office Protocol) とIMAP (Internet Message

Access Protocol) である (図5)。

POPを用いると、サーバからローカルのメールボックスにメールをコピーすることが可能になる。サーバ上にメールを残すことも可能であるが、メールボックス上のメールを操作する機能は非常に限られている。一方IMAPは、メールサーバのメールボックスをリモートから編集することが可能で、メールボックスの作成、操作、削除といった強力な機能を備える。

MUAは直接メールボックスを読めない場合には、これらのプロトコルを用いてメールを読み出し、ユーザに表示する。このようにしてユーザの手元にメールが届けられるのである。

3. む す び

本稿ではメールが宛先のメールボックスまで転送される仕組みとユーザがメールソフトウェアなどでメールボックスからメールを取得する方法について紹介した。近年、Webメールシステムや携帯電話といったさまざまな新しいメールサービスが多数登場している。このような異なるメールシステム間であっても、オープンなインターネット標準のプロトコルを使用することによって互いに通信できるのである。

(2002年2月4日受付)

〔文 献〕

- 1) D. H. Crocker : "Standard for the Format of ARPA Internet Text Messages", RFC 822 (Aug. 1982)
- 2) David Wood : "Programming Internet Email" (Aug. 1999)
- 3) J. Postel : "Simple Mail Transfer Protocol", RFC 821 (Aug. 1982)
- 4) N. Freed and N. Borenstein : "Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) Part One; Format of Internet Message Bodies", RFC 2045 (1996)
- 5) Paul Albitz and Cricket Liu : "DNS & BIND", 3rd edition (Sep. 1998)

くにとう ごろう
國頭 吾郎

1995年、東京大学工学部電子工学科卒業。2000年、同大学院工学系研究科電子情報工学専攻博士課程修了。同年、同大学院新領域創成科学研究科基盤情報学専攻勤務。現在、同大学リサーチアソシエイト。モバイルインターネット、ユビキタスコンピューティング、モバイルエージェントの研究に従事。工学博士。