

電子メールシステム

増原 英彦

1 基本

電子メールは、計算機を用いて人間どうしが文字情報を交換するためのシステムである。手紙や葉書の郵送によって情報を交換するのに類似した仕組みを、計算機ネットワーク上でやっているものである。

電子メールシステムは、計算機どうしがネットワークで接続される以前から存在していた。学校や企業などの組織内で一台の計算機を多人数で使用していた時代には利用者間でメッセージを伝えるために使われていた。その後、計算機ネットワークが整備されるのにもとない、遠くの計算機システムの利用者にメッセージを伝えることができるようになっていった。今日では、携帯電話を用いたシステムのように広い意味での計算機ネットワークシステムの中でメッセージを交換できるようになるなどして、日常的な情報伝達手段になっている。

人間どうしが情報を交換する手段には、(計算機を用いるものに限らずに) 電話、ファクシミリ、手紙、葉書など様々なものがある。これらの中で電子メールの特徴を考えると、情報の送り手と受け手が同時に作業をする必要がないため、手紙や葉書きに類似したものと言える。

電子メールシステムは計算機ネットワークシステムの上に成り立っている。計算機(後述するメールサーバ)はそれぞれ常時ネットワークに接続されていて、お互いにデータをやりとりできることが前提となっている。(ただし、ネットワークの事故や停電などの際に、一時的に接続できないことも有り得る。そのような場合でも機能するように設計されている。)この計算機ネットワークは、異なる組織によって管理されている計算機ネットワークが互いに接続されたものである。異なる組織どうしが接続されていることは、電子メールシステムを実用的なものたらしめると同時に、いくつかの問題の原因ともなっている。

2 メールアカウントとメールアドレス

電子メール利用者に対応して、計算機システム上にはメールアカウントが存在する。メールアカウントは、学校・企業・ネットワークサービス提供者(携帯電話会社もこれに含まれる)のような組織単位で管理される。学校や企業では、計算機システムのアカウントとメールアカウントを共通化していることが多い。

1つのメールアカウントには1つのユーザ名が付けられている。電子メールを送る場合には、[メールアカウントを管理している組織]と[その組織内でのユーザ名]の2つを使って、送り先を書き表わす。

[メールアカウントを管理している組織]にはドメイン名という名前が付けられている。このドメイン名は、世界中のメールサーバ¹が全て異なる名前を持つように決められている。このような名前を使う理由は、現在の電子メールシステムは世界中の様々な組織がお互いにつながっており、世界中のメールサーバから正しい送り先を見つけなければいけないためである。

問題 4-1: (メールアカウント) メールアドレスの中には、1人の利用者アカウントに対応していないものもある。どのようなものか。

3 メッセージ

電子メールシステムはメールアカウントどうしでメッセージを交換するものだと言える。1つ1つのメッセージ²を送受信しているシステムである。1つのメッセージには、送り主や宛先などが書かれたヘッダ部分と本

¹次回以降に説明するが、メールサーバに限らず、インターネットに接続された計算機にはドメイン名が付けられている。

²英語の“mail”には「(制度としての)郵便」「特定の個人・団体あての郵便物全体」という意味しかなく、個々のメッセージは“a piece of mail”のように表現される。そういえばトム・ハンクスとメグ・ライアンが演じたあの映画も“You’ve Got Mail”であって

文がある。

ヘッダ部分には、

- 送り主のメールアドレス (From)
- 宛先のメールアドレス (To, Cc)
- 送られた時刻 (Date)
- 件名 (Subject)

などの情報が書かれている。そのほか、どのメールサーバを経由して送られて来たかという情報などもある。

本文はテキスト情報からなる。つまり、基本的に電子メールで送ることができるのは、装飾などのない文字だけの文面である。テキスト以外の情報、つまり、装飾のついた文章や、画像、音声、プログラムなどのデータはテキスト情報に符号化して送ることはできる。

4 メールクライアントとメールサーバ

電子メールシステムを構成しているのは、メールクライアントとメールサーバと呼ばれる 2 種類のソフトウェアである。メールサーバは専用の計算機で実行されている場合も多い。その場合、実行している計算機を含めてメールサーバと呼ばれる。

4.1 メールクライアント

メールクライアントは、電子メールシステムの利用者 1 人々々が実行し、操作するアプリケーションソフトウェアである。メールクライアントの主な機能は、以下の 3 つである：

- 利用者がメッセージを作成し、メールサーバに送信を依頼する
- 利用者に送られて来たメッセージの受け取りをメールサーバに請求し、取得したメッセージを表示する
- 受け取ったメッセージを蓄えておく

教育用計算機システムにある「Mail」はメールクライアントの 1 つである。世の中には、これ以外にも多種多様なメールクライアントがある。

4.2 メールサーバ

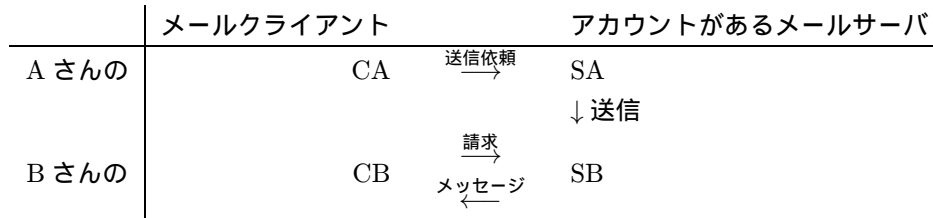
メールサーバは組織ごとに用意され、複数の利用者の電子メールの実質的なやりとりを行う。メールサーバ中の 1 つのアカウントには、そのアカウントへ送られて来たメッセージを蓄えておくメールプールがある。メールサーバの機能は次のようなものである：

1. メールクライアントから送信を依頼されたメッセージの宛先を見て、その宛先のドメイン名を持つメールサーバと通信をし、そのメッセージを送る
2. 他のメールサーバから自身のドメイン名へ宛てたメッセージを受け取り、ユーザ名に対応するアカウントのメールプールにメッセージを格納する
3. メールクライアントからの要求されたアカウントのメールプールに蓄えられているメッセージを、メールクライアントへ送る

“You’ve Got a Mail” ではなかった。

4.3 サーバとクライアント

電子メールの送受信には複数の計算機が関係する。いま A さんが 1 つのメッセージを B さんに送ったとして、関係する計算機を CA, SA などの略号にして、どのような通信が行われるかを図示すると下のようになる。



ここで、CA と SA, SA と SB, CB と SB の間で通信が行われている。CA と SA の間と SA と SB の間で行われている通信は SMTP と呼ばれる手順に従ったものである。メールサーバは SMTP という手順に従う計算機であれば、どのような計算機からのメッセージでも基本的には受け取る。

一方、CB と SB の間の通信には複数の手順がある。主なものは POP あるいは IMAP と呼ばれる手順である。SB が請求を受け付けるのは SB にアカウントがある利用者のメールクライアントからだけである。ここでは利用者のユーザ名やパスワードなどを確認するという作業や、受け取るメッセージを指定するといったやりとりが行われる。

問題 4-2: (メールングリスト 1) メールングリストとはどのようなものかを調べ、あるメールングリストにメッセージが送られたときに、メールサーバはどのような順序でメッセージを送るかを説明せよ。

問題 4-3: (メールングリスト 2) あるメールングリストの送り先に、そのメールングリスト自身のメールアドレスが含まれていた場合、どのようなことが起きるか? 問題があるとすれば、どのような方法で防ぐことができるだろうか?

5 様々な性質

5.1 安全性

上で説明されたように、メールサーバは基本的にどのような計算機からでもメッセージを受け取り、その内容をそのまま転送したり利用者に渡したりする。従って、電子メールシステムであるメッセージを受け取ったとしても、そのメッセージ中に書かれている「送信者」が本当にそのメッセージを送ったかどうかは保証されていない。

一方で、メールクライアントがメールサーバからメッセージを取り寄せる場合には、パスワード等を用いた確認が行われるので、あるメールアドレスに送られたメッセージは、そのメールアドレスに対応する利用者だけが読むことが期待できる。

しかし、メッセージの交換に用いられているインターネット上の通信では、通信の秘密が保証されていない(次回以降に説明)ので、メッセージ自体は第 3 者に見られてしまう可能性がある。従って、電子メールを使ってパスワードやクレジットカード番号のような秘密を送る場合には、暗号化によって受けて自身しか解読できないメッセージを送る必要がある。

5.2 到達性

現在の電子メールシステムではメールサーバを実行している計算機は、常にネットワークに接続されている。しかし、ネットワークが一時的に使用できないことや、停電・故障などでメールサーバを実行している計算機が一時的に動いていないこともある。

電子メールシステムは、そのような場合であっても、ほとんどの場合には、メッセージが受け手のメールサーバへ届くように設計されている。メールクライアントからメールサーバへメッセージの送信が依頼されると、

メールサーバは、まずメッセージをメッセージキューと呼ばれる場所にしまう。その後、メッセージキューに入っているメッセージを順に適切なメールサーバへの転送し、消してゆく。メッセージが転送できなかった場合は、メッセージはメッセージキューに留まり、時間を置いて再度転送が試みられる。そのため、電子メールでは、メッセージを送った順に相手に届くとは限らない。

一方、宛先のメールサーバまで送られたメッセージは、利用者が「メールを読む」までメールプールに留まり続ける。従って、送り手は「受け手がメッセージを読んだかどうか」を知ることはできない。

電子メールシステムでは、メールアドレスが正しいのかも保証されていない。間違ったメールアドレスにメッセージを送った場合は、以下のようなエラーメールによって報告される：

- メールアドレスのドメイン名が間違っていた場合、送り手のメールサーバは宛先のメールサーバを見つけられないので、エラーメールを送り返す
- メールアドレスのユーザ名が間違っていた場合、送り手のメールサーバは間違いかどうかを知ることはできないので、そのまま宛先のメールサーバにメッセージを転送する。宛先のメールサーバで指定された名前前のアカウントが無いことが判明した場合、メッセージに書かれている送り手のメールアドレスに向けてエラーメールを送り返す。

従って基本的には「エラーメールが返って来なければメッセージは相手のサーバに届いた」と期待できる。しかし(特に後者の場合)、メッセージ中の送り手のメールアドレスも間違っていたり、ネットワークの不調などでエラーメールが届かないことも有り得るため、エラーメールが返って来ないことは目安にしかならない。

5.3 問題点

電子メールシステムは広く普及してきている。そのため日常的な情報伝達手段として電子メールシステムを考えると、問題点も見えてくる。

- 複数の宛先を持ったメッセージは、(サーバとクライアントのところで説明されたように、)送り手のメールサーバが、各受け手のメールサーバメッセージを転送することで送られる。この仕組みは、非常に多数の相手にメッセージを送ることも容易にしている。このことは、電子メールによる宣伝を増やす要点となっている。
- 安全性のところで説明されたように、電子メールの受け手は、メッセージにある「送信者」が本当にそのメッセージを送ったかどうかは保証されていない。そのため、他人の名を騙ったメッセージを送ることができてしまう。最近では、金融機関から送られかのように装ったメッセージを送ることによる詐偽も起こっている。
- メッセージ本文に書かれるものはテキスト情報だけであるが、より厳密には7ビットの符号化によるものしか送ることができない。そのため、シフト JIS 方式や UTF-8, UTF-16 方式などの8ビットや16ビットを使って符号化された本文を送った場合は、メッセージが転送される途中でデータが失われてしまうこともある。この場合、受け手には「文字化け」をしたメッセージとして見えるが、送り手は転送途中でどのように情報が失われたかを知ることはできない。
- テキスト以外の情報を一度テキスト符号化して送ることは、現在では広く行われている。しかし、そのようにして送られたデータが受け手でどのように見えるかは、送け手が使っているメールクライアントソフトウェア次第である。
- 画像などをテキストに符号化して送る方法は、基本的にどのようなデータでも送ることができる。その一方で、メールクライアントによっては、そのようにして送られてきたプログラムを(半)自動的に実行するものもある。この仕組みは、メールウイルスと呼ばれる悪意を持ったプログラムが広まる原因にもなっている。メールウイルスは、前述の「宣伝メール」と似ているが、宣伝のかわりにプログラムを不特定多数のメールアドレスに送る。このときに、自分自身のプログラムを送ることで、受け手が(不注意

にも) 受け取ったプログラムを実行してしまった場合、受け手の計算機から不特定多数のメールアドレスにメールウイルスを含むメッセージを送り出し、広まってゆく。

問題 4-4: (身に覚えのない電子メール) 自分が送った覚えがないのに、「あなたが XXX というメールアドレスに送ったメッセージは配達できませんでした」というエラーメールが来ることがある。どのような場合にそのようなことが起こるのだろうか?

6 電子メールと他の伝達手段

個人間の情報伝達的手段として、(a) 電話 (b) ファクシミリ (c) 電子メール (d) 手紙 (e) 葉書を考え、それらを以下の点で比較してみよ。

1. 同じ内容を多人数に伝える場合の容易さ
2. 伝えるのコストを負担するのは送り手が受け手か、両方か
3. 受け手が不在の際にも送ることができるか
4. 伝える内容の量と伝達にかかる料金の関係
5. 受け手が、送り手本人から送られて来た内容であることを確認する方法
6. 送り手が、内容が相手に届いたことを確認する方法
7. 宛先の指定方法は世界中で統一されているか
8. 受け手がある「住所」から移動した際に移転先を知る方法
9. 内容を他人に知られる可能性。他人に知られていないことを確認する方法。

7 実習: 電子メール

練習 4-5: (シミュレータによる電子メールの原理) HWB「8.8.5. 電子メールシミュレータ」に従って、電子メールがどのように送られるかを体験せよ。

1. user3@host.b.jp から user4@host.c.jp にメッセージを送った場合、人間が行う操作と、計算機と計算機間の通信はどのような順序が起こるか
2. user3@host.b.jp から user1@host.a.jp と user4@host.c.jp に同じメッセージを同時に送った場合、どの計算機がメッセージを複製する(つまり同じ内容のコピーを作る)か
3. user3@host.b.jp から user1@host.a.jp と user2@host.a.jp に同じメッセージを同時に送った場合、メールサーバ間では何回通信が行われるか
4. IMAP サーバと POP サーバでは、利用者がメールを読んだ際にどのような違いがあるか
5. 存在しないメールアドレスにメッセージを送った場合、どこまでメッセージが送られるか? それはメールアドレスのドメイン名によって違うのか? 現実の電子メールシステムとの違いはあるか?

練習 4-6: (自分自身への送受信)

1. HWB「8.1 電子メールとメールアドレス」「8.2 Mail の起動と終了」「8.3 電子メールを送る」を読み、自分自身にメッセージを一通送れ。件名は「練習 4-6」とせよ。内容は何でもよい。
2. さらに「8.4 電子メールを読む」で、自分自身に送られたメッセージを読んでみよ。

練習 4-7: (隣人との送受信)

1. 同じ机に着席した者どうしで、口頭で互いのメールアドレスを交換せよ。(一人しかいない机だった場合は、他の席へ移動せよ。)
2. メッセージを作成し、同じ机に着席している全員(自分自身を含む)へ同時に送信せよ。件名は「練習 4-7」とせよ。本文には、自己紹介を一行で書け。

8 課題

課題 4-8: (エディタと電子メール) 練習 3-5 で作成した文章と、練習 3-6 で作成したレポートの見本をもとに、レポートを完成させ、masuhara-js-report@lecture.ecc.u-tokyo.ac.jp へ提出せよ。ただし、

- レポートは本文中に直接テキスト形式で書いたものを提出すること。添付ファイルによる提出や、HTML形式で書かれた提出は不可とする
- 課題を完了するのに要した時間(作文・レポートの見本の作成を含む)と授業に対する感想も書くこと
- メールは必ず教育用計算機システムから送ること
- 自分自身のメールアドレスを Cc 欄に含めて送ること

提出期限 2004 年 5 月 10 日 (月) 23 時 59 分

提出完了の確認 期限内に提出されたレポート提出者は、翌日までに授業の web ページ上にログイン名を掲示する。