

リニューアル
記念海外特別
インタビュー

コンピュータ、
通信、
放送、
すべてが融合を
始める今だから。

デジタル・パラダイムシフトの預言者、そしてルーツ

Dr. ダグラス・ エンゲルバート

37年も前に、いま我々が日常的に行っているデジタルコミュニケーションスタイルを考案し、具体化して見せた研究者がいた。彼はなぜそれを志したのか、どんな方法でそれを実現したのか、そしていま何を考えているのか。現在のパーソナルコンピュータやインターネットを含めたデジタルイノベーションのルーツ、Dr.ダグラス・エンゲルバートを、米国シリコンバレーに訪ねた。

Text & interview : 塩田 紳二
Photo : Akiko Nabeshima
Produce : 編集部 & 山崎敦史



すべてはここから始まった

いまから37年前の1968年、サンフランシスコで開催されたFall Joint Computer Conference(FJCC)で行われたDr. Douglas Engelbart(ダグラス・エンゲルバート)のデモ(写真1)は、コンピュータ関係者に衝撃を与えた。

いまでも、「The Demo」とも呼ばれるDr. Engelbartのデモは、マウスを使い、アウトライン構造のデータを扱い、他のファイルへのリンクを実現したハイパーテキストやウィンドウによる複数データの表示、カメラで撮影した映像とコンピュータ出力画面とのスーパーインポーズ、コンピュータ画面を共有した会議機能(写真2)や電子メールなどを実現したものであった。1962年から開発が続けられていたNLSと呼ばれるシステムが初めて公開されたのが、このデモだったのである。

1968年とは、アポロ8号が有人宇宙船として初めて月の周回軌道に入り(月着陸は翌1969年のアポロ11号)、インテル社が設立された年。コンピュータと言えば、大型計算機(メインフレーム)が主流

だった時代だ。多くのコンピュータは、端末装置を使ったタイムシェアリングか、カードなどによるバッチ処理が主流だった。計算機でやることと言えば計算処理が主体で、コンピュータを「ツール」や「メディア」として使うことは一般的には行われていなかった。Unixさえ、最初のバージョンが実装されたのは、翌1969年である。

現在のインターネットの前身にあたるARPANETの最初の4つのノードが稼働したのも翌1969年で、1968年にはまだ、インターネットの片鱗さえなかったのである。

ハードウェア的には、CPUの論理回路を複数のICで構成するところまできていたが、半導体メモリーが採用されるのは、1970年のSuper NOVA SCからで、磁気コアメモリーが主流だった。1968年創業のインテルの当初の目的は、市場が立ち上がっていないコンピュータ用の半導体メモリーを製造することであり、マイクロプロセッサもまだ生まれていなかったのである。

つまり、このデモは、現在のコンピュー

タの基礎となるハードウェアやソフトウェアなどがまったく出来上がっていない時期に行われたのである。

NLSとは？

このときEngelbartが作り上げたのは、NLS(oN-Line System)と呼ばれるものだった。これは、当初Scientific Data Systems社(のちにXeroxが買収)のSDS940上に作られており、マウスやキーボード、ディスプレイなどを接続するためのハードウェアが製作された(図1)。

コンピュータのメモリーからの表示出力は、一旦、ベクターディスプレイに出力され、これをテレビカメラで撮影して映像信号にしたうえで、各ワークステーションに配信された。これは、当時のベクターディスプレイが大きく取り扱いが大変だったためである。しかし、こうした構成を採ったことで、ワークステーション側(写真3)は、通常のラスタースキャンCRTが利用でき、さらにアナログの映像信号をオーバーラップさせて表示することが可能になった。

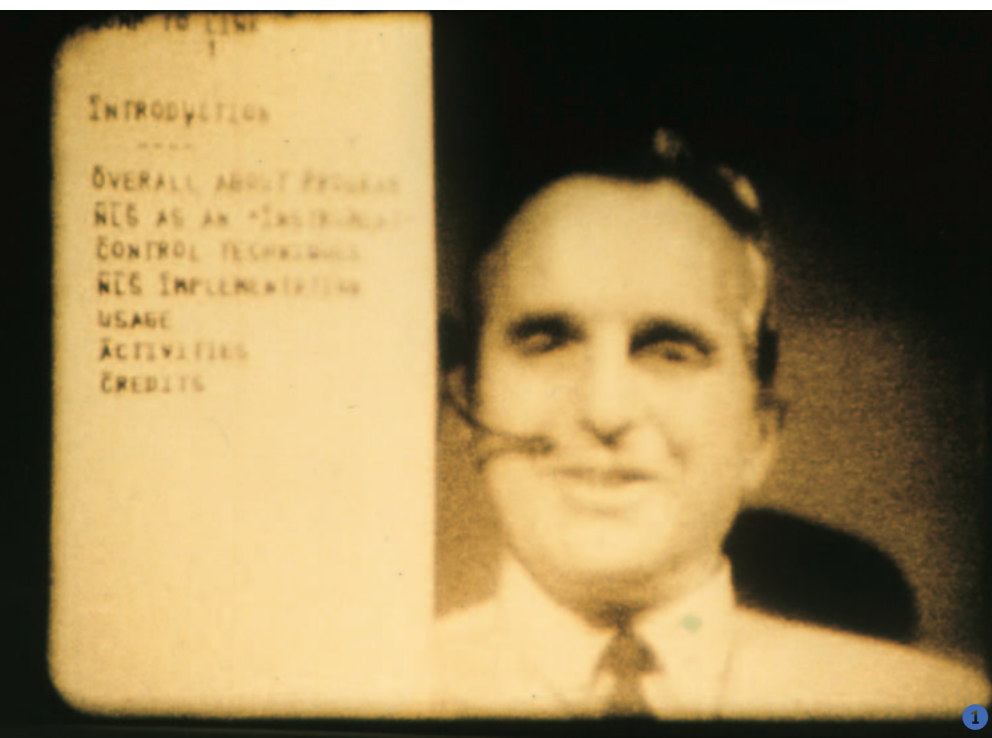


写真1 ヘッドセットを付けたEngelbartの映像とNLSの出力が合成され、デモは進行した。

1968年のデモで、操作するEngelbartとコンピュータの画面、あるいはSRIにいた研究者の顔を表示できたのは、こうした機構を持っていたからだ(写真4)。

原理は違うが、これは、現在のパソコンがテレビやカメラからの動画を扱うことと同じである。この時点で、すでに「マルチメディア」への対応が行われていたわけだ。

各ワークステーションには、フルキーボードとマウス、そして5本指キーボードがある。フルキーボードは、文章などを入力するためのものだが、5本指キーボードとマウスを使うことで通常の文字入力も可能だったという。マウスには3つのボタンがあり、これと5本指キーボードで合わせて8つのボタンがあったからだ。

5本指キーボードは、簡単に言えば、文字を2進コードで入力するものだ。マウスと同時に利用できるために、高速な操作が可能だったという。

NLSが扱うファイルは、アウトライン構造を持っていた。これは、Engelbartが、本のように固定した構造の情報ではな

写真2 NLSでは、画面を共有することが可能であり、複数のユーザーが同じ画面を見ながら、会議を行うことができた。また、のちに端末装置でのNLS(DNLSと呼ばれた)の利用も可能になり、遠隔地との会議も実現した。

写真3 NLSのワークステーション。モニターには、テレビと同じラスタースタディスプレイが利用された。

写真4 SRIのラボとデモ会場で同じ画面を共有してNLSの検索機能のデモを行っているところ。



く、さまざまな見方ができる情報を「伝達」するためのものとしてNLSを作ったからである。ある意味、すでにコンピュータをメディアとして使うことが考えられていたわけだ。

このアウトライン構造に対して、特定のレベルまでの表示や下位レベルの表示、パラグラフの先頭部分だけを表示するといったさまざまな表示方法をユーザーがコマンドで指定することができた。これは、本で言えば、章や節の見出しだけを表示させたり、本文を表示させたりするといったことに相当する。このような特徴により、構造を持った情報を表現できるようになっていたのである。また、画面を区切ることで複数のファイルを同時に表示するウィンドウ機能も装備されていた。

マウスは、作業中に対象となるパラグラフや文章の一部、文字などを指定するために使われた。ただし、NLSでは、マウスは対象を指定するだけで、ボタンやアイコンのクリックといったことで機能を実行するためには使われていなかった。

各パラグラフには、レベルと順番に応じて数字とアルファベットを組み合わせた「アドレス」が付けられ、外部からアクセスできるようになっていた。

ファイル名とこのアドレスを指定するこ

とで、ファイルから、他のファイルにある特定のパラグラフへの移動が可能になっていたのである。これがNLSのハイパーテキスト機能である。もっとも、ハイパーテキストという用語は、1965年にTed Nelsonが提唱したもので、Engelbartのほうが実装は早かったものの、その概念に名前を付けてはいなかった。

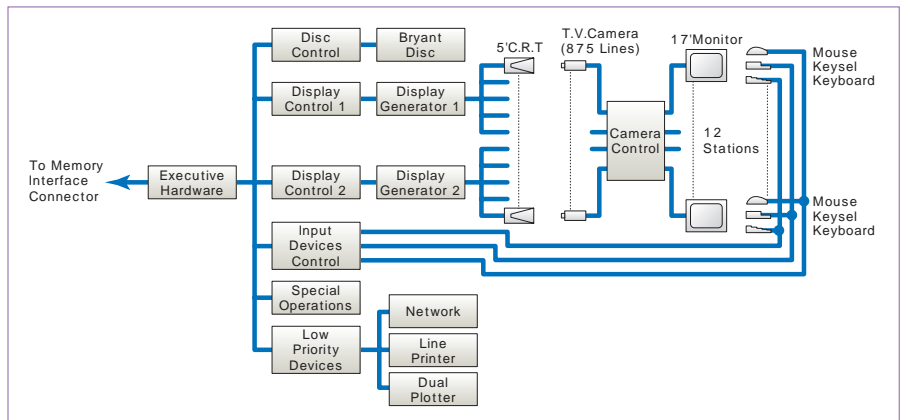
もう一つの特徴として、NLSは、文法を持つコマンドランゲージインタープリター「Control Processor」で動作するが、これは、「Control Meta Language」(CML)で記述されている。

さらに、CMLをコンパイルするCML Translatorは、Tree Meta Languageで記述されているため、CML自体を変更することも可能になっていた。

プログラミングの機能は、NLSが当初、ソフトウェアエンジニアの作業を支援することを想定したこともあったが、システム自体を進化させるために必要な機能でもあった。

また、NLSには、Journalと呼ばれる文書の配布システムが考案された。これは、ユーザーやグループがNLSの文書を管理、配布するための仕組みだが、利用者やグループにメールアドレスのような識別子を持たせ、文書のオーナーを記録するとともに、文書の配布先として利用

図1 NLSは、ベクターディスプレイの出力をTVカメラで撮影することで、小型のラスタースタディスプレイの利用を可能にした。マウスやキーボードは直接コンピュータ側に接続されており、ワークステーション自体は独立したハードウェアにはなっていない。(Engelbart, A Research Center for Augmenting Human Intellect (1968) より)



した。

実際に、これは電子メールと同じように利用できた。考案されたのは1966年だが、途中で開発中止などがあり、稼働し始めたのは1970年頃である。

Douglas Engelbart

Douglas Engelbart は、1925年生まれ。電気エンジニアとしてそのキャリアを開始した。第二次対戦中、レーダー技術者として訓練を受け、戦後、カリフォルニア大学のバークレー校の大学院でコンピュータプロジェクト CALDIC に関わる。

1957年に SRI に研究者として入ったが、すでにこのとき、コンピュータを人間の能力を増大させるものとして利用することを考えていた。

Engelbart が1962年に発表した論文が注目され、1963年 ARPA から資金提供を受けるようになると、NLS のプロジェクトが動きはじめる。

1964年からは NASA から資金援助を得る。このときの担当者 Robert Tyler は、その後 ARPA に移り、さらに支援が続く。

この Robert Tyler は、のちに Xerox 社に移り、Parc の立ち上げを行うことになる。Engelbart と Parc の関係は、すでに Parc 設立以前からあったのだ。のち

に Tyler は、Engelbart の研究室から16人の研究者を Parc に移籍させた。

大きな影響

FJCC に参加していた1000人ほどの聴衆は、ほとんどがコンピュータ関連の研究者。彼らにこのデモは大きな影響を与えた。

すでに小型のコンピュータを使い、コンピュータを個人で占有して、さまざまな用途に使う「Personal Computing」といった考えはあったが、コンピュータをメディアやツールとして使うことは、研究者の間でも一般的ではなかったのである。

現在のコンピュータの方向性を決めた研究者の1人、Alan C. Kay は、当時ユタ大学の大学院にいた。その彼が1969年に提出した「Flex マシン」という論文には、はやくもマウスが付けられている。

このマウスも、1968年のデモで初めて世間に公開されたものだ。

現在のコンピュータで使われている技術の多くは、そのルーツを Xerox 社の研究所である Parc に持つ。しかし、その Parc の設立は1970年である。ここに Douglas Engelbart のデモの影響を大きく受けた人々が集まった。

さらに、この Parc には、Engelbart の

SRI/ARC から Willam K. English ら16人の技術者が移籍した。NLS の商用版とも言える POLOS(Parc On-Line Office System)の開発を行ったが、結局、システムとしては ALTO に道を譲り、NLS のエッセンスを Parc に導入しただけになってしまった。しかし、ALTO も NLS の影響を受けている。マウスがその証左であるが、初期の ALTO には、5本指キーボードも装備されていた。

もちろん、ALTO に実装されたウィンドウなども NLS に実装されていたものであり、コンピュータをメディアとして使うという考えも NLS と同じである。もっとも、Engelbart は、「メディア」という言い方はしていなかった。コンピュータがメディアであるとの認識は、おそらく1977年に Kay と Goldverg の論文として公開された「Personal Dynamic Media」あたりからである。

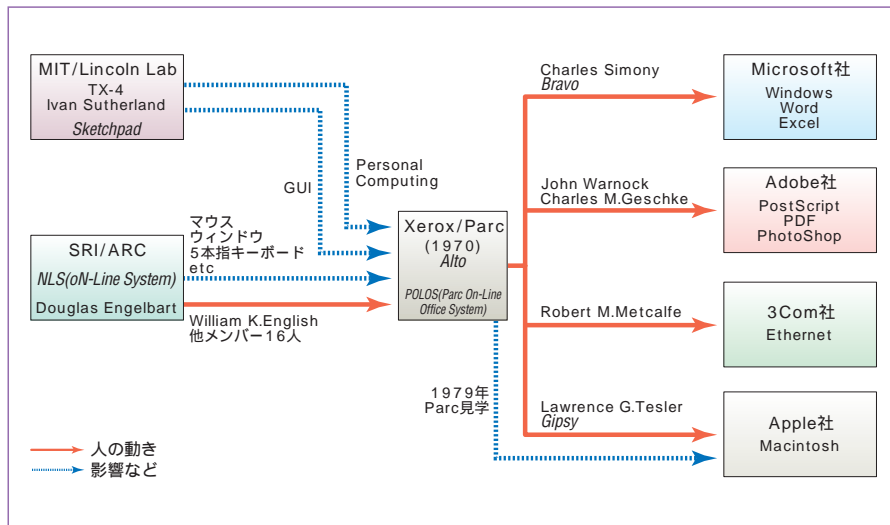
この Parc にいた人材は、マイクロソフト社やアップル社に移籍したり、自ら企業を興すなどして、Parc の作った方向性(パラダイム)を広く広めることになる(図3)。

ある意味で、現在のコンピュータの直接の祖先は Parc で生まれたが、1960年代にすでに Engelbart により多くのものが提示されていたのである。



写真5 マウスの原型。

図2 Engelbart のデモに刺激を受けた人々と Engelbart の研究室である SRI/ARC(Augmentation Research Center)から人材が Parc へ移動、さらに Parc からさまざまな企業へ人が移っていくことでその考えが広まっていった。



i n t e r v i e w

Dr. ダグラス・エンゲルバート
聞き手：塩田 紳二

レーダーと同じように

最初は、電気関連のエンジニアとしてキャリアをスタートさせたとのことですが、コンピュータに出会ったのはいつ頃でしょう？

25歳の頃、プロフェッショナルとしてのゴール、つまり自分が何をすべきなのかということがはっきりとしていなかったのので、いろいろなことを調べるようになりました。その中で、世の中の様々な問題に気が付き、これを解決するにはどうしたらいいのかと考えるようになったのです。

1950年の3月のある土曜日の朝、世の中のさまざまな問題を解決するには、それぞれが独立してやるのではなくて、「集団的」に行く必要があるのではないかと思いつきました。では、どうすれば、問題解決を「集団的」に行うことができるのか？ それを見つけることを自分のキャリアにできないかと思いました。

戦後、大学を卒業し、まだ、2つか3つぐらいしかコンピュータがない時代で、「巨大頭脳」などと呼ばれていたのので、それに興味を持ちました。これを使って自分がやろうとしていることに関して、何かできるのではないかと考えました。

コンピュータを「道具」として使うと考えたのもそのころからですか？

そう、そのとおりです。海軍では、レーダーの技術者として教育を受けました。レーダーは、装置を人間が操作し、装置が遠方のものを検出して、これをスクリーンに映し出します。コンピュータ自体を深く理解してはいませんでした、

同じようにコンピュータを操作して、スクリーンにさまざまな情報を表示させることができるのではないかと思ったのです。そして、複数のレーダーが共同して連絡を取り合いながら探索を行うように、それぞれのユーザーが、自分のコンピュータのスクリーンを見ながら共同して作業をするというイメージを持ったのです。

具体的にはどのような形で研究をスタートさせたのでしょうか？

カルフォルニア大学パークレー校の大学院でできたばかりのコンピュータサイエンスの研究室に入り、その後SRIに入社しました。ここならば、自分のアイデアを売り込めると思ったのです。

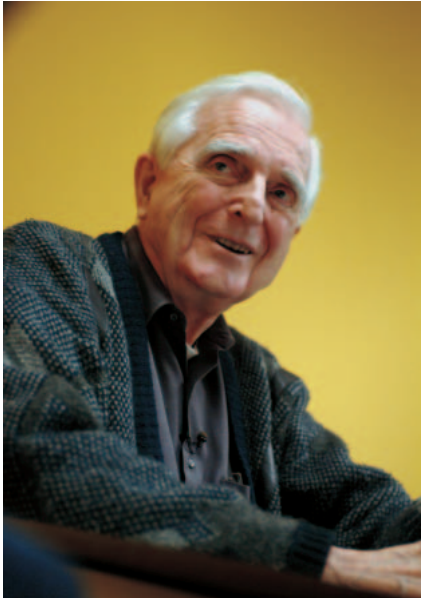
SRIでの最初の1年は、政府機関からの委託研究として行いました。さまざまな対話用の表示装置やマウスやトラックボールといったポインティングデバイスを研究しました。たとえば、どんなデバイス



なら、画面上の対象をすばやく指定できるか、どうすればすばやく入力が行えるかといったことです。当時のコンピュータは、いまから比べるとかなり遅いものでしたが、それでも、スクリーン上でテキストを編集するインタラクティブなエディターを作ることが可能な程度にまでは処理速度が上がってきました。

その後、1963年にNASAやARPAからの援助が増えてきたために、実際にコンピュータを使ってシステムを作ることになりました。こうしてできたのがNLSです。

1962年の論文「Augmenting Human Intellect」は、あまりに現実離れしていたところもあったので、理解されず、上司からは研究所の名前を汚すと言われ、1年ほど研究所の仕事から遠ざけられていて、その後のことです。NLSが動き出してから、我々の考えはあまり理解されず、なかなかメッセージが伝わらない状態が続いていました。それで、思い切って、多くの人の前でNLSそのものを公開することにしました。これが1968年のデ



モで、大きな効果がありました。

能力を増大させる

論文や研究室などの名称に盛んに使われている「Augmentation」とはどういう意味なのでしょう？

私が1962年に研究を始めたときに、コンピュータについては「Automation」という用語が盛んに使われていました。たとえば、「Office Automation」というようなコンピュータの使い方です。しかし、我々を取り巻いている状況は複雑になりつつあり、さまざまな問題をコンピュータを使って解決しようというときに、なんでも「自動」で行うことはできません。また、何十年もそのまま使えるような技術にはなりません。

そこで、Automationに対する言葉としてAugmentationということになりました。コンピュータを使って情報を整理、分析、あるいは伝達できるようになることで、人間の問題を解決する能力を「増大」させることができるのではないかと。これが「Augmentation」です。

NSLのシステムでは、ユーザーがプログラムを作ったり、NLS自身を変更できるように作られています。これは、ツールとしてのコンピュータに必要なことなのでしょう？

重要なのは、「可能性」や「素質」という意味での「Capability」です。この「Capability」をどのように構築するのが重要なことなのです。そのためには、機能を向上させるための改良が可能なようにシステムを構築しておく必要があります。プログラミングにより、ツール自身を改良できるようにしておくことで、ツールとそれを使うユーザーはさらに高い段階に上がることができ、より高度な問題に対応することが可能になるわけです。

どんなに便利なシステムであっても、機能が固定されていれば、ユーザーとそのツール(システム)は、一定の段階にまでしか向上することができません。

階層構造とハイパーテキスト

NLSはアウトライン構造を扱うことができたが、これはなぜ必要だったのでしょうか？

NSLは、階層的な構造を扱うことができるようにしてあります。情報に対して、さまざまな見方を提供することが有効だと考えたのです。階層的な構造を使えば、たとえば、最初にトップレベル、チャプターの先頭行やセクションの先頭行だけを表示して、そこからさらに関心のある部分について、詳細なレベルへ入っていくことができるようになります。この機能を我々は、Flexible Viewingと呼んでいました。

このため、ドキュメントに対して階層的な構造を作ることができるようにし、そのための入力編集機能と、さまざまな見方が可能な表示機能をNLSに持たせたのです。

それとは別にハイパーテキストというか、他の文書へのリンク機能も実装されてますが、これはどうして必要だったのでしょうか？

ハイパーリンクは、アウトライン機能とは別にまた必要な機能でした。ハイパーリンクで重要なことが2つあります。1つは、ドキュメントのどこに飛んでいくのかということと、どのように見たいのかということです。つまり、リンク先のアドレスと、その場所の表示方法です。

単なるドキュメントではなく、リンク先の指定方法を限定してしまわないようなやり方、ドキュメント内のすべてのオブジェクトを、最小の単位であるパラグラ

フのレベルから、セクションやチャプターといったレベルまで指定できる「Addressability」が必要だと考えました。文書内のどんなものにもリンクできるような機能が大切なことでした(注)。

もう一つは、リンク先をどのように表示するのかということです。アドレスを指定するだけでは、単に対象が表示されるにすぎません。これに Flexible Viewing を組み合わせることで、複雑なドキュメントであっても、自分の見たい形式で見ることが可能になります。

NLS では、コマンドの組み合わせで、リンクへのジャンプを表示方法を指定して行え、別のウィンドウに表示したり、表示したあとに元の文書に戻るといったことが可能になっています。

このようにすることで、複雑なドキュメントであっても、その中を自由に動き回りながら見ていくことができます。

このような機能を持たせたのは、コンピュータを介して他人にドキュメントという形で情報を伝達できるように考えたからなのですか？

たとえば、本は情報を他人に伝達するためのものですが、その構造や見方は固定されていて、ユーザーが好きなように表示させることはできません。

しかし、コンピュータを使うことで、フレキシブルな構造で、ユーザー自身が理

解しやすいと感じる表示方法で情報を受け取ることができるようになるわけです。NLSはこのために作られたのです。

Collective IQ

現在、Bootstrap Institute を主宰していらっしゃいますが、Bootstrap とはどういう意味で使っているのでしょうか？

Bootstrap の本来の意味は、靴紐を引っ張って、自分自身を空中に引き上げることです。Augmentation では、人間の能力を引き上げ、ツールであるコンピュータとともにさらに高い段階に上がるというプロセスを考えました。さらに

組織、社会や国家といったレベルで「集合的 IQ (Collective IQ)」を向上させることで、複雑で困難な問題にも対処できるようにしていく、そういう戦略を Bootstrap と呼んでいます。

日本でも、1950 年代、工業製品の品質を向上させるために工場の人々がコミュニケーションしながら、いろいろと考えていく品質管理のやり方が行われました。このようなやり方で、組織としての問題解決能力が向上したわけです。私たちは、Bootstrap を行うためのさまざまな方法を考えています。

本記事に収録しきれなかった内容を
ストリーム映像でプレゼント ▶ 130 ページへ



注)NLS では、アウトライン構造で作られたパラグラフに、数字とアルファベットを交互に使うアドレスが付けられた。たとえば、

トップレベル 1 行目	1
下位レベル 1 行目	1a
さらに下位レベル 1 行目	1a1
さらに下位レベル 2 行目	1a2
下位レベル 2 行目	1b
トップレベル 2 行目	2

となる。この例では「1」でトップレベルの 1 行目とその下位レベルすべてを、「1a1」とすることでトップレベルの 2 つ下のレベルにある最初のパラグラフを指定できる。



[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