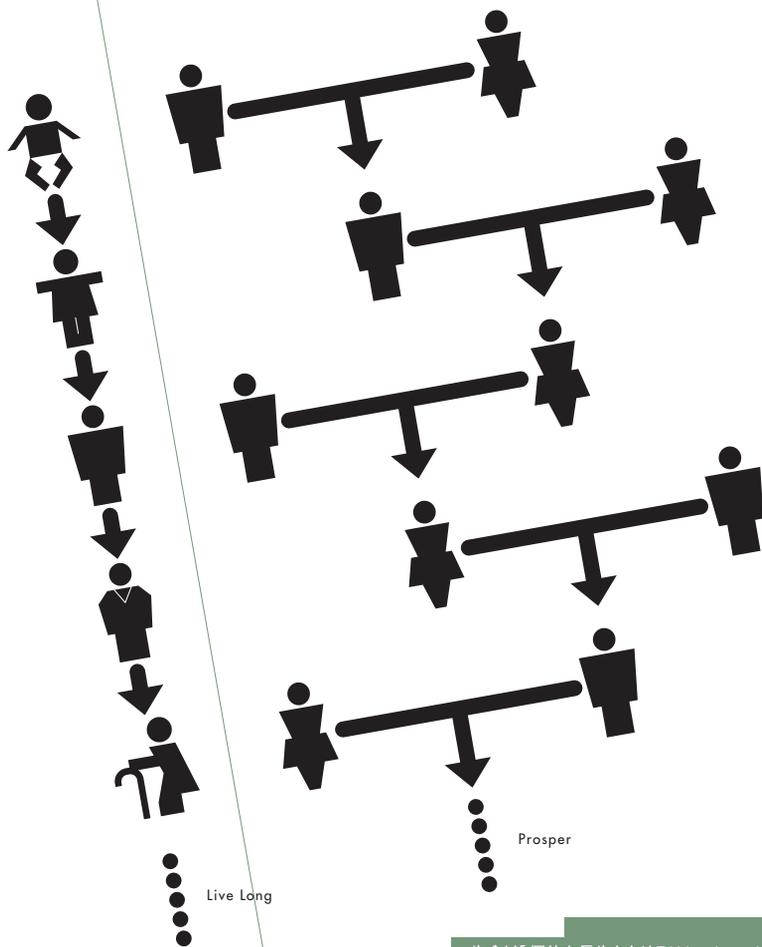


# 第1回 機械とメディアという生命の二面性

いま情報技術(IT)産業の中でもっともホットな領域が「バイオインフォマティクス」だ。バイオと言うとハードルが高く感じるかもしれないが、我々エンジニアから見れば、電気信号で動くという意味で人体もコンピュータだと言うことができる。第1回はイントロダクションとして、バイオインフォマティクスの全体像を捉えてみたい。

浅田一憲 株式会社オープンループ、北海道大学大学院医学研究科  
多田光宏 北海道大学遺伝子病制御研究所、株式会社ジエネティックラボ



生命は「個体を長生きさせる(Live Long)機械」としての側面と、「子孫を多数残す(Prosper)メディア」としての側面を持つ。

## 生命というシステムを知る

ヒト、ひいては生命とは何かを科学的な見地から定義するとき、それらを伝統的な「物質機械」として捉えるものと、リチャード・ドーキンスの著書『利己的な遺伝子』以来の「遺伝情報の担体」とする2つの考え方がある。どちらも生命のある側面を表現しているが、注目すべきは両者とも生命体を何らかの作用をする単なるモノとして捉えている点だ。研究が進むにつれて、ヒトは極めて理論的なシステムであることがわかってきている。もはや生命は神秘的なベールに包まれた不思議な力によって動く特別なものではなく、よくできたマシンでありメディアであると認識したほうがよい。しかし、そうであるにしても生命の神秘さはいささかも失われはしない。我々はこの偉大なシステムを知るにつれて、驚愕を隠さずにはられないのだ。

## 生命に定義を与えてみる

「生命は機械である」、あるいは「生命はメディアである」とする両者の認識を同時に満たす定義を我々が与えれば、「生命とは、エネルギー・情報を吸収し、自



illust.: Suzuki Hidejin

己(物質の統合性および情報量)の維持と複製により、自己を含む「系」互いに作用し合ったり関連を持ったりする、多くのものからなるひとまとまり)のエントロピーを極小化させることを基本目的とするシステム」とすることができよう。ここでのエントロピーとはボルツマンの状態量としてのそれと、シャノンの情報量としてのそれという両方の意味を含み、それぞれ「物質機械」としての状態量、「遺伝情報の担体」としての情報量を示す。前者はDNA情報をたんぱく質に翻訳して個体を形成し、その状態量を長期間維持すること(Live Long) 後者は自己DNAを複製し、同一遺伝情報を持つ個体(子孫)を多数残すこと(Prosper)である。つまり生命は、個体を長生きさせるためのウェットなたんぱく質作用マシンと、子孫を多数残すための遺伝子情報メディアの両方の側面を持っているのだ。映画『スタートレック』でパルカン星人が我々人間に語りかけたように。

#### ヒト種の特筆すべき特徴

「霊長」としてのヒトは脳内に遺伝情報以外の環境情報を保存・処理・伝達する能力に優れ、これを種の保存と繁栄に役立て

てきた。さらにヒトは脳外に情報を蓄積・伝達するための文字や言語を考え出し、ついには脳外での高速情報処理を可能とするコンピュータや、情報の伝達や共有のためのインターネットを発明した。我々は脳の「内」なる記憶以外に、脳の「外」にも情報を蓄積し、それらを処理して他の個体に伝えることができる。このように人類はその誕生以来の長期間の努力の結果、つい最近になって、「脳内と脳外の両方の情報を統合的に扱える」という他の生物種に見られないユニークな特徴を持つに至ったのだ。コンピュータとインターネットの存在はそれを決定的にした。

スティーヴン・ウィリアム・ホーキングが予言しているように、近い将来、ヒトは電子的・光学的な情報ストレージを脳に接続して持ち歩くようになり、その記憶能力は飛躍的に高まるのだろう。今は五感しかない内外インターフェイスの制限も、近い将来、脳に接続できる装置が考え出されるにつれて徐々に薄れていき、大量の情報を脳内と脳外で高速にやり取りできるようになるに違いない。人間が宇宙に行きたいのと同じように、多くの知識を得て思考したいという願望は新たな技術を生み出し、好むと好まざるとにかかわらず、脳



#### 『利己的な遺伝子』

著：リチャード・ドーキンス 発行：紀伊国屋書店  
ISBN：4314005564 価格：2,718円＋税  
「親子の愛情も、雄が雌を取り合う行為も、縄張り争いも、すべて遺伝子が自己を生き長らえさせようとする本能メカニズムである」という利己的な遺伝子論を展開した名著。

エントロピー・・・物質の系の熱力学的状態を表す量。その系の乱雑さの度合いを示す。エントロピーが増大すると、物体の機械的利用価値が減りエネルギーが熱に変わるため、すべての現象は死滅に近づく。

エンジニアのための「バイオインフォマティクス」の招待

レベル別に分類したバイオインフォマティクスの重要課題とその関連性

| レベル     | 記述データベース    | 解析方法論      | 低次モジュールモデル   | 包括的モデル       | 臨床応用      |
|---------|-------------|------------|--------------|--------------|-----------|
| ゲノム配列   | ゲノムデータベース   | 遺伝子検出・構造決定 | 遺伝子機能推定      | 遺伝子機能発現モデル   | 疾病予測・個性診断 |
| cDNA 配列 | cDNA データベース |            |              |              |           |
| SNPs    | SNP データベース  | 遺伝子型・表現型解析 | 発現調節推定       | システムシミュレーション | 治療設計      |
| mRNA 発現 | トランスクリプトーム  | 発現関連解析     | 遺伝子部分ネットワーク  | 包括的ネットワークモデル |           |
| タンパク発現  | プロテオーム      | 高次元データ解析   | たんぱく部分ネットワーク | 治療ターゲット同定    | 治療反応予測    |
| アミノ酸配列  | プロテインデータベース | たんぱく相互作用解析 | たんぱく3次元構造予測  |              | ゲノム創薬     |

表の見方: 左の2項目によって右の項目が可能になることを示す。たとえば、「遺伝子検出・構造決定」と「遺伝子型・表現型解析」という解析方法論を用いることで、両項目の右隣にある「遺伝子機能推定」が可能になるということ。

には装置が付けられて、シリコンとたんぱく質の接合が行われることになるだろう。

バイオインフォマティクスの歴史的意義

このようなヒトの英知を駆使して、情報科学・インターネットの発達とゲノムプロジェクトの成果の上に構築されようとしているのが「バイオインフォマティクス(生命情報工学)」である。バイオインフォマティクスの誕生は、自己の遺伝情報を包括的に理解し、遺伝子の営みに介入し、働きかけ、種の繁栄に役立てるといふ、内のおよび外的情報の統合という新たな歴史的段階にヒトが至った証明とも言える。我々はようやく、偉大な存在によって作られた我々自身を、自らの手によって解明し、意思を持って働きかけていく段階に達したのである。

バイオインフォマティクスは単にゲノムDNA配列33億塩基対の一次情報(約7ギガビット)のみを扱うのではなく、25億年におよぶ進化により蓄積されてきたたんぱく質の形態・機能、たんぱく質相互作用によるシステム構築、酵素触媒機能による有機・無機物質代謝といった裏に隠された情報を塩基配列情報から探る科学である。

“Homo sapiens”から  
“Homo informatics”へ

バイオインフォマティクスが取り扱う情報

量と解析計算量は膨大なので、これは事実上インターネット上のみ構築・共有可能な知識体系だと言えるだろう。はるか昔から存在するヒトという存在について、そのメカニズムを紐解いていくためには、なるべく多くの人が日々いろいろな視点でゲノムや遺伝子のデータを眺め、突っつまわすのが良い。そのためにはインターネットを使うのが一番である。バイオとインターネットは切っても切れない密接な関係にあり、技術では数学と情報工学が解明の鍵を握る。

情報を取り扱うIT(Information Technology)と生体を取り扱うBT(Bio Technology)はその本質を突き詰めていくと同じ技術になるに違いない。人類は生物学的にはHomo sapiens(知恵のあるヒト類)と呼ばれる種である。バイオインフォマティクスによって遺伝子の秘密が完全に解明され、それらに自由に働きかけられるようになった暁には、ヒトは“Homo informatics(情報のあるヒト類)”という新しい種になってしまうかもしれない。それは、超ひも理論などで宇宙の秘密が解明されたり、時空を瞬時に移動できるワームホールが実現したりすることよりは、ずっと現実的な話だと思う。

今後数回にわたり、ヒトが自己システムの本質を理解する新たな試み=「バイオインフォマティクス」についてITの視点を多く交えて解説する。

塩基……核酸などの構成成分である窒素を含む環状の有機化合物。プリン塩基とピリミジン塩基に大別される。



## [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)