



Networking and Information Technology  
Research and Development

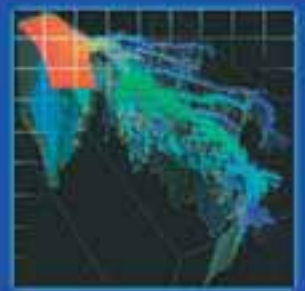
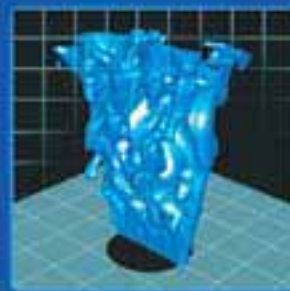
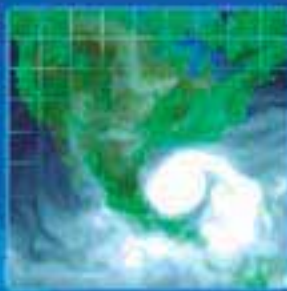
2004 会計年度



ネットワーキング  
及び情報技術研究開発

アメリカの革新のための  
先進的基盤

大統領予算教書補足資料





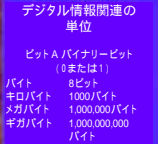
# 情報技術の新時代- 連邦政府 R&D の影響範囲

**凡例**

- 連邦政府による資金援助
- 民間セクターによる資金援助
- 連邦政府による資金援助
- 民間セクターによる資金援助
- 以降(縦線中)

主要人物	J.プレスパー・エカート	J.フォン・ノイマン	グレース・ホッパー	ゴードン・ムーア	ポール・バラン	ダグ・エンゲルバート	JR・リックライダー	アラシ・シュガート	ヴァンセント・サーフ	チャールズ・シモニー	セイモア・クレイ	デヴィッド・バーナース・リー	レオナルド・アデルマ
------	--------------	------------	-----------	----------	---------	------------	------------	-----------	------------	------------	----------	----------------	------------

<p><b>コンピュータ</b></p> <p>1-1890年 自動パンチカード機 (H・ホレス) が空軍機関整備所で使用される。1924年、ホリスの会社が他社と合併しIBMとなる</p> <p><b>ソフトウェア</b></p> <p>1-1940年代 戦争準備のため100人の海軍女性によって最初のエニアック取り扱い説明書が手でタイプされる</p> <p>2-1940年代以降 信号処理の物理学、数学、暗号化、通信、イメージ処理、言語学に関する技術の進歩の基礎</p> <p>3-1946年 モンテカルロ計算見積もり法 (S・ウラム、J・フォン・ノイマン)</p> <p><b>コンポーネント</b></p> <p>1-1947年 トランジスタ (J・バーディーン、W・ブロッテン、W・シッকারーベル) 研究室によって膨大な数の真空管の代りとなる、コンパクトなシリコンステートコンピュータ回路が実現</p> <p>2-40年代後半 磁気記憶素子 (J・フォレスト / MIT)</p> <p><b>ネットワーク</b></p> <p>1-1947年 放射線の誘導放出によるマイクロ波の増幅 (メーザー) (C・タウンズ / コロンビア)</p> <p>4-1956年 磁気ハードディスク技術 (IBM)</p> <p>5-1958年 集積回路 (J・キルビー / キヤシオインストルメンツ / R・ノイス &amp; G・ムーア / フェアチャイルド / コンダクター)</p> <p>1-1957年以降 半自動防空警戒管制組織 (SAGE)、最初の大规模伝信ネットワーク、Winwindプラットフォームが北大陸防空システムの遠隔レーダーとなり、発明、モデム、デジタル電話線による通信、システムのエミュレーション、リアルタイムオペレーションシステム、プログラミング (ORT) 画面</p>	<p>2-1942年 ドイツ語、日本語のコードを解読する機械 (合衆国海軍計算機研究室、NCR)</p> <p>3-1944年 ハードマーク (重55トン)</p> <p>4-1945年 電子数値積分器 (エニアック)、(J・エカート、J・モーケニー) 弾道数値の計算、19000本の真空管</p> <p>5-1950 東部/西部自動コンピュータ規格 (SEAC, SWAC), DoDのために構築された電子のプログラム保存機 (規格基準局)</p> <p>6-1951 陸軍の弾道計算のための電子ディスクリニア変数自動計算機 (EDVAC)、保存プログラムユニット (ENIACチーム、J・フォン・ノイマン)</p> <p>7-1951 フライシミュレーションのためのWhirlwindコンピュータ (MIT)、Vedroscopeグラフィックディスプレイ、ランダムアクセス、磁気ドラム磁気記憶素子</p> <p>8-1951 Univac (ENIACの開発者、レモント・ランド) 国防調査用に届けられる</p> <p>9-1952年 IBM701 (防衛用計算機)</p> <p>10-1952年 LANTITE (MANIAC) 構築</p> <p>11-1954年 IBM650 業務用</p> <p>12-1956年 TX-0、最初のトランジスタベースのコンピュータ (MIT)</p> <p>13-1956年 原子研究用LARC (スベリ・ランド)</p>	<p>14-1960年代以降 時間分割システムRAM、仮想メモリ、共有可能なソフトウェア、あらい理論、表計算のプロトタイプ、ワープロ処理プログラム、MULTICS OS (R・リックライダー)</p> <p>15-1964年 CDC 6600 (S・ライオン / ロールズ・ロイスのスピート・アーキテクチによってスーパーコンピュータ時代が始まる)</p> <p>16-1964年以降 IBM360シリーズ、ビジネスシステム</p> <p>17-1965年、トランジスタコンピュータのアイデア (A・グレイ / MIT)</p> <p>18-1960年代以降 COBOL (共通事務用言語) (D・G・ホッパーが主筆、発行者)</p> <p>7-1960年代以降 人工知能 (ますます高まる、認知科学、ロボット工学、自然言語処理、適応型、インテリジェントシステム、人間機械のコミュニケーション、科学的視覚化)</p> <p>8-1963年 ステータスグラフィックスシステム (I・サザーランド / MIT)</p> <p>9-1960年代半ば NASTRAN構造設計ソフトウェア</p> <p>10-1969年 Univis (D・リッシー、K・トンプソン / ベル研究所)</p> <p>6-1963年 積層型MOS(CMOS) フランク・ワンレス / フェアチャイルド</p> <p>7-1964年 マウス、グラフィカルユーザーインターフェース (GUI) (D・エンゲルバート / スタンフォード)</p> <p>8-1964年以降 ムーアの法則 (G・ムーア / フェアチャイルド)</p> <p>9-1966年 ダイナミックRAM(DRAM)</p> <p>10-1967年 フロッピーディスク、読み取り、書き込み用</p> <p>11-1967年 上部設置ディスプレイ、仮想現実 (VR) 技術の先駆者 (I・サザーランド / ハーバード)</p>	<p>18-1973年 マウス、GUIデスクトップ、イーサネットを使ったプロトタイプ (ゼロックス PARC)</p> <p>19-1976年 LLLNL向けCray-1 ベクトルマシン (133Mフロップス)</p> <p>20-1976年 Apple I、キットとして販売</p> <p>21-1977年 アップルコンピュータ (S・ジョブ、S・ウォズニャク)、カラーグラフィック表示のApple II発売</p> <p>22-1977年 マイクロソフト社 (P・ラッセル、B・グレイ)</p> <p>23-1970年代後半以降 パーソナルコンピュータの台頭、MITS Altair、Radio Shack TRS-80、Commodore PET およびU-64、Digital Research CP/M他</p> <p>11-1970年 リレーショナルデータベースの概念 (E・コッド / IBM)</p> <p>14-1970年代 複製化の改良、WYSIWYG (シモニー)</p> <p>15-1972年 C言語 (D・リッシー / ベル研究所)</p> <p>16-1976年 半ば、リレーショナルデータベースのプロトタイプ</p> <p>17-1976年から78年 公開鍵暗号化技術</p> <p>12-1971年 インテル4004、最初のシングルチップCPU</p> <p>13-1975年以降 超大型集積 (VLSI) 回路のR&amp;D、新しいチップデザイン手法とシステムアーキテクチャ (最初のワーステーション、を実現した超小命令セット (RISC) 処理、短期間でのチップのプロトタイプ作成と製造)</p>	<p>24-1981年 マイクロソフトデスクトップPC (IBM PC)</p> <p>25-1981年 ゼロックス 8010Star、デスクトップ、GUI、マウス</p> <p>26-1982年 ハイエンドグラフィックスのためのRISC技術を開発する、シリコングラフィクス社 (SGS)</p> <p>27-1982年 サマックスコンピュータシステム (スタンフォード大学のネットワーク) (R・ストリックランド、J・L・ジョイ他)</p> <p>28-1982年 Cray X-MP、マルチプロセッサアーキテクチャ搭載</p> <p>29-1984年 アップルマックintosh</p> <p>30-1980年代半ば以降 PCブーム、コンパクト、HP、デル等</p> <p>31-1985年 NSFの大学スーパーコンピュータセンター</p> <p>32-1985年 最初の分散型メモリ並行プラットフォーム (インテル)、ORNLによる開発</p> <p>33-1986年 Cray Y-MP、NASA LANTITE にインストール</p> <p>18-1983年 GNU (LinuxではないGNU) プロジェクト (R・スタルマン / MIT) による自由共有で63プロトタイプ オープン・ソースの1983年</p> <p>19-1985年 マイクソフト、ウィンドウズ1.0 (RISC) 処理、短期間のためのプロトタイプ作成</p> <p>20-1980年代半ば以降 ソフトウェアエンジニアリングとRISC</p> <p>21-1980年代半ば以降 高度な視覚、データマイニングのR&amp;D</p> <p>14-1980年 シーゲイIST-506、最初の、2.5"ディスクドライブ</p> <p>15-1980年代半ば、大容量のデータ保存を実現する、Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID) (UC-バークレイ)</p> <p>16-1984年 CD-ROM (J・リッピン / ストニー)</p> <p>17-1987年以降 合衆国のチップ技術リーダーシップを確立するネットワーク (AT&amp;T等)</p>	<p>34-1992年 マルチプロセッサCray 3ネットワークをヒット</p> <p>35-1994年 最初のBeowulfクラスター (D・ベッカー、T・スターリング)</p> <p>36-1997年 DNA計算デモンストレーション (アデルマン / USC)</p> <p>38-1997年 ASCII Ready (アデルマン) SNLに送り付</p> <p>39-1997年 Linux クラスタースーパーコンピュータ (Linux Network) (BNL)</p> <p>22-1991年 Linux OS (ライナス・トーバルズ / フィンランドの学生)</p> <p>23-1990年代以降 埋め込みシステム用ソフトウェア</p> <p>24-1990年代以降 デジタルライブラリ技術</p> <p>25-1990年代以降 離散型高、インテリジェントシステムのR&amp;D</p> <p>26-1993年 モバイルコンピュータ (イリノイ大学の学生)</p> <p>27-1994年 JAVA言語 (ジャバ / サン)</p> <p>28-1994年 ネットワーク、モジュール開発、無料ソフトウェア</p> <p>29-1995年以降 アプリケーションソフトウェア開発 (GloboNetソフトウェア)</p> <p>30-1996年 Google検索エンジン (ページ、ブリン、スタンフォード)</p>	<p>39-2000年 LLLNLアーカイブ722テラフラップで、ASCI White (EM SP Power3)</p> <p>40-2001年 ビットアークのスーパーコンピュータセンターにて、NSF Lemnaux (コンパクト)、合衆国の宇宙研究で一番速いシステム (6テラフラップ)</p> <p>41-2002年 NSFの分散型テラスケール施設のイニシアティブにより、世界初のマルチサイトテラスケールシステムを開発</p> <p>31-2000年以降 国家の優先的ミッションを達成するための次世代のハイエンドシステムとアプリケーションソフトウェア</p> <p>32-2001年以降 ソフトウェアのセキュリティ、信頼性、ロバート性、コストパフォーマンス、高品質ソフトウェアのための科学的方針</p> <p>33-2002年以降 分散型コンピュータリングとシステムを實現する、モデルウェア/ソフトウェア間のアプリケーションとOS</p>
--	---	---	--	--	---	---



**影響**

上方の各カラーバー下にあるテキストは、カテゴリーごとに年表にまとめたものである。影響を与えた出来事、あるいは失脚と影響を与えた出来事とをまとめた年表の上にある数字の幅は、上表のテキストに合わせて色分けしてある。黄色いテキストが連邦政府による資金援助を受けた研究開発、白い幅と矢印は、民間セクターの資金援助を受けたものである。

**影響**

1940年代後半 光増幅器と分光法

1950年代後半 無線電の秘伝

1952年 Liner 11

1957年 最初のアルファベット

1960年 最初のSGS

1961年 最初のIBM

1962年 最初のTR-1

1963年 最初のIBM

1964年 最初のIBM

1965年 最初のIBM

1966年 最初のIBM

1967年 最初のIBM

1968年 最初のIBM

1969年 最初のIBM

1970年 最初のIBM

1971年 最初のIBM

1972年 最初のIBM

1973年 最初のIBM

1974年 最初のIBM

1975年 最初のIBM

1976年 最初のIBM

1977年 最初のIBM

1978年 最初のIBM

1979年 最初のIBM

1980年 最初のIBM

1981年 最初のIBM

1982年 最初のIBM

1983年 最初のIBM

1984年 最初のIBM

1985年 最初のIBM

1986年 最初のIBM

1987年 最初のIBM

1988年 最初のIBM

1989年 最初のIBM

1990年 最初のIBM

1991年 最初のIBM

1992年 最初のIBM

1993年 最初のIBM

1994年 最初のIBM

1995年 最初のIBM

1996年 最初のIBM

1997年 最初のIBM

1998年 最初のIBM

1999年 最初のIBM

2000年 最初のIBM

2001年 最初のIBM

2002年 最初のIBM

情報技術の始まり	コンピューティングマシン 第二次大戦のコース、弾道学、暗号化、フライシミュレーション、核物理学	オペレーティングシステム 人間とのかかわりがより少ないマルチプルオペレーション	接続システム システム上で時間共有、ターミナルを使った複数のユーザー	ワークステーション シングルユーザー用、ハイパフォーマンス、プロフェッショナル、テクニカルソフトウェアアプリケーション	パーソナルコンピュータネットワーク 商品としてのコンピューティングシステム、ワードプロセッシング	コンピュータネットワーク ローカルエリアネットワーク (LAN)、広域ネットワーク (WAN)、インターネット	ワイヤレスネットワーク ワイヤレス、モバイルに拡張されたネットワーク、埋め込みデバイスとシステム	技術の統一 システムのシステム、デジタル社会
----------	--	--	---------------------------------------	--	---	--	---	---------------------------



## 情報技術の新時代

### 連邦政府 R&D の 影響範囲

左側の年表(広げた表紙カバー裏)は、合衆国における情報技術の歴史の中で、連邦政府が資金援助した研究の果たした役割をまとめたものである。この年表の目的は、まだ発展途上にあるデジタル革命の概要および技術変革の社会的指標の一部を示すことである。包括的な年表を意図したものではない。

#### 年表を読む

情報技術の4分野が色分けされている(コンピュータ、ソフトウェア、コンポーネントおよびネットワーク)。各IT分野において開発されたものには、上から順番に10年ごとに、それぞれの分野ごとに番号がふられ、連邦政府が資金援助した活動は黄色になっている。年表の下にある分野ごとの年表には、これらの開発が系列立ててまとめられている。矢印のついた項目は、大きな影響を与えた画期的な出来事である。

**出典(一部):**連邦政府関連機関および研究室、IT業界のウェブサイト、「改革のための資金援助」(米国学術研究会議、米国アカデミープレス、ワシントンD.C., 1999)、コンピュータ歴史博物館、20世紀のエンジニアリングにおける偉大な功績(米国工学アカデミー)、コンピューティングプロジェクトの歴史、IEEE歴史センター、コンピューティングの歴史(J.A.N.リー、IEEEコンピューティング歴史年報元編集者)、コンピューティングカリキュラムの歴史(米国計算機学会(ACM))、パーソナルコンピューター年表(ケン・ポルソン)、共通ゲートウェイインターフェース(CGI)の歴史年表(ウェイン・E・カールソン)

**注:**主要な開発の日付は、ITの歴史について記したのものによって異なることがよくあり、日付が異なっても、通常、進歩の大きな方向は変わらないが、年表の中に故意によるものではないがこのようなエラーがあることを編集者よりお詫び致します。



ネットワーキングおよび  
情報技術の研究開発

## アメリカの革新のための 先進的基盤

2004 会計年度  
大統領予算教書補足資料

情報技術研究開発に関する省庁間  
ワーキンググループによる報告書

国家科学技術会議  
技術委員会

2003年9月

このBluebook2004の日本語訳は、the National Coordination Office for Information Technology Research and Development (NCO/IT R&D)により作成された資料を、NCOの許諾を得た上で、産業技術総合研究所技術情報部門(AIST/TID)が日本情報処理開発協会先端技術調査・普及グループ(JIPDEC/AITRG)の協力のもと、翻訳したものです。

## 国家科学技術会議 (NSTC) について

国家科学技術会議 (NSTC) は、1993 年 11 月 23 日、大統領命令により設立された。この閣僚レベルの委員会は、科学、宇宙および技術に関する政策を、大統領が連邦政府全体をまとめるための重要な手段である。NSTC は、連邦政府の研究開発事業のさまざまな部門をまとめる、科学技術の「仮想エージェンシー」としての役割を果たしている。NSTC の議長は大統領が勤め、委員会は、副大統領、科学技術担当大統領補佐官、閣僚、科学技術に関係する他の政府機関の長、および、そのほかのホワイトハウス閣僚といったメンバーで構成されている。

## 科学技術政策局 (OSTP) について

科学技術政策局 (OSTP) は、1976 年の国家科学技術政策組織優先法に基づいて設立された。その責務は、科学技術が重要な要素となっているすべての問題について政策設定および予算作成を行う際に大統領に提言すること、大統領の科学技術政策およびプログラムを明確にすること、そして、連邦政府、州政府、地方自治体と、産業界や学会における科学団体との間の連携を強めること、である。科学技術担当大統領補佐官が、OSTP 局長を勤め、大統領に代わって、NSTC を指揮する。

OSTP のウェブサイトは、[www.ostp.gov](http://www.ostp.gov)。OSTP についての詳しい情報は、(202) 4546-7116 まで。

## 表紙および本のデザイン

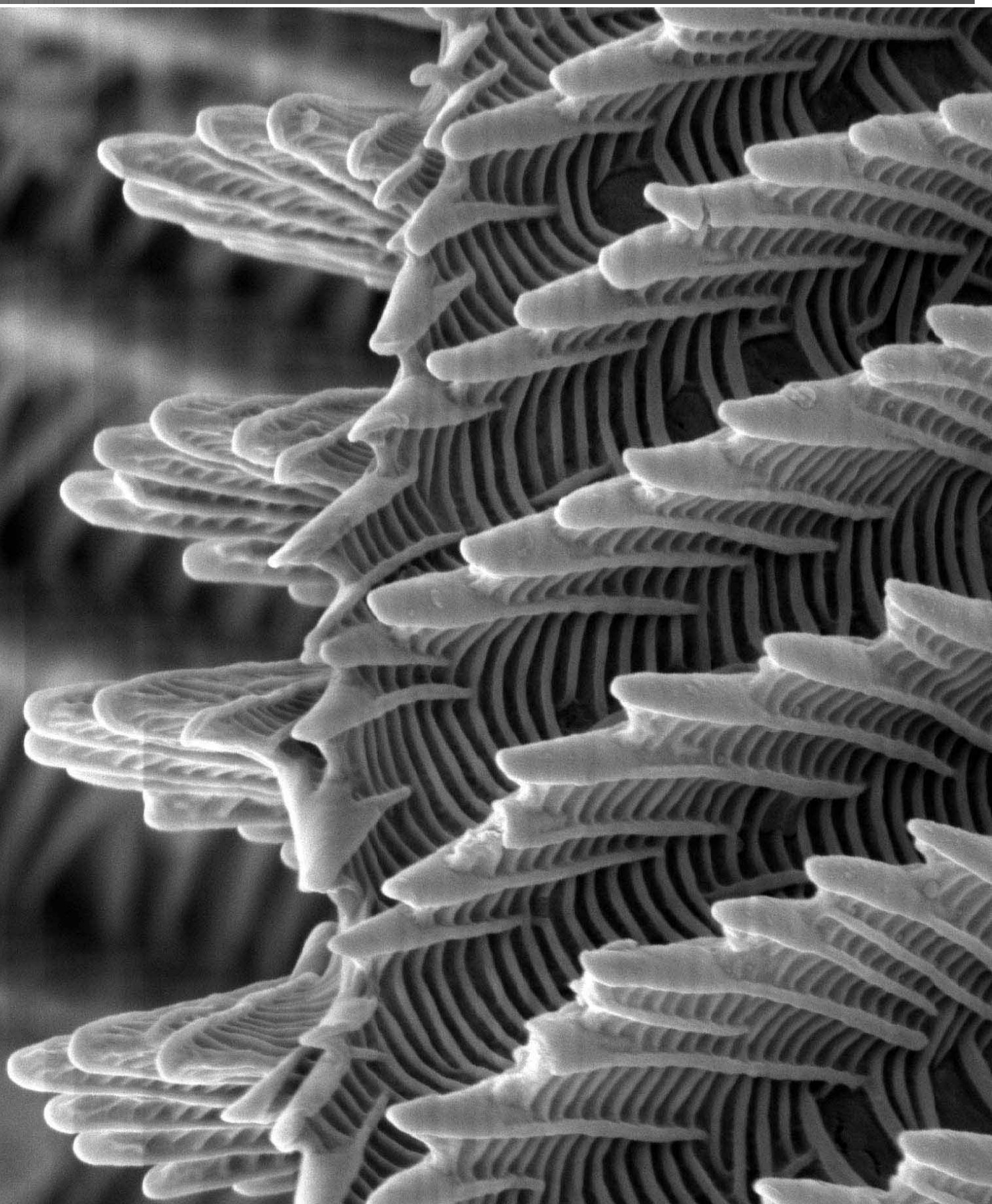
本報告書の、表紙、ブックデザイン、年表およびイラストの一部は、NSF のデザイン出版部門のジェームズ・J・カラスによる作品である。表紙のイラストは、21 世紀のデジタルワールドと、地、風、火、水という基本要素との比喩的、科学的関係を表している。

## 著作権について

本報告書は、アメリカ合衆国政府の著作物であり、公有財産である。複写、頒布は自由だが、情報技術研究開発国家調整局 (NCO/IT R&D) の了解を得ること。絵や画像を使う場合は、そのクレジットに書かれている提供者、または、提供者がわからないときは NCO に、リクエストすること。

このページは  
故意に  
白紙にしてあります





目に見えない世界：NSF の虫顕微鏡プロジェクト (<http://bugscope.beckman.uiuc.edu>)

最先端の電子走査顕微鏡によって、  
自然の驚くべき複雑さを、小学生が調べることが可能になる。  
科学者スコット・J・ロビンソンがNSF の虫顕微鏡プロジェクトのために作った  
この高精細なデジタル画像は、翼を持つ優雅な生物のごく一部か  
どんなに入り組んでいるかを示すものである。詳細は50 ページを参照。

大統領府  
**科学技術政策局**  
ワシントン D.C. 20502

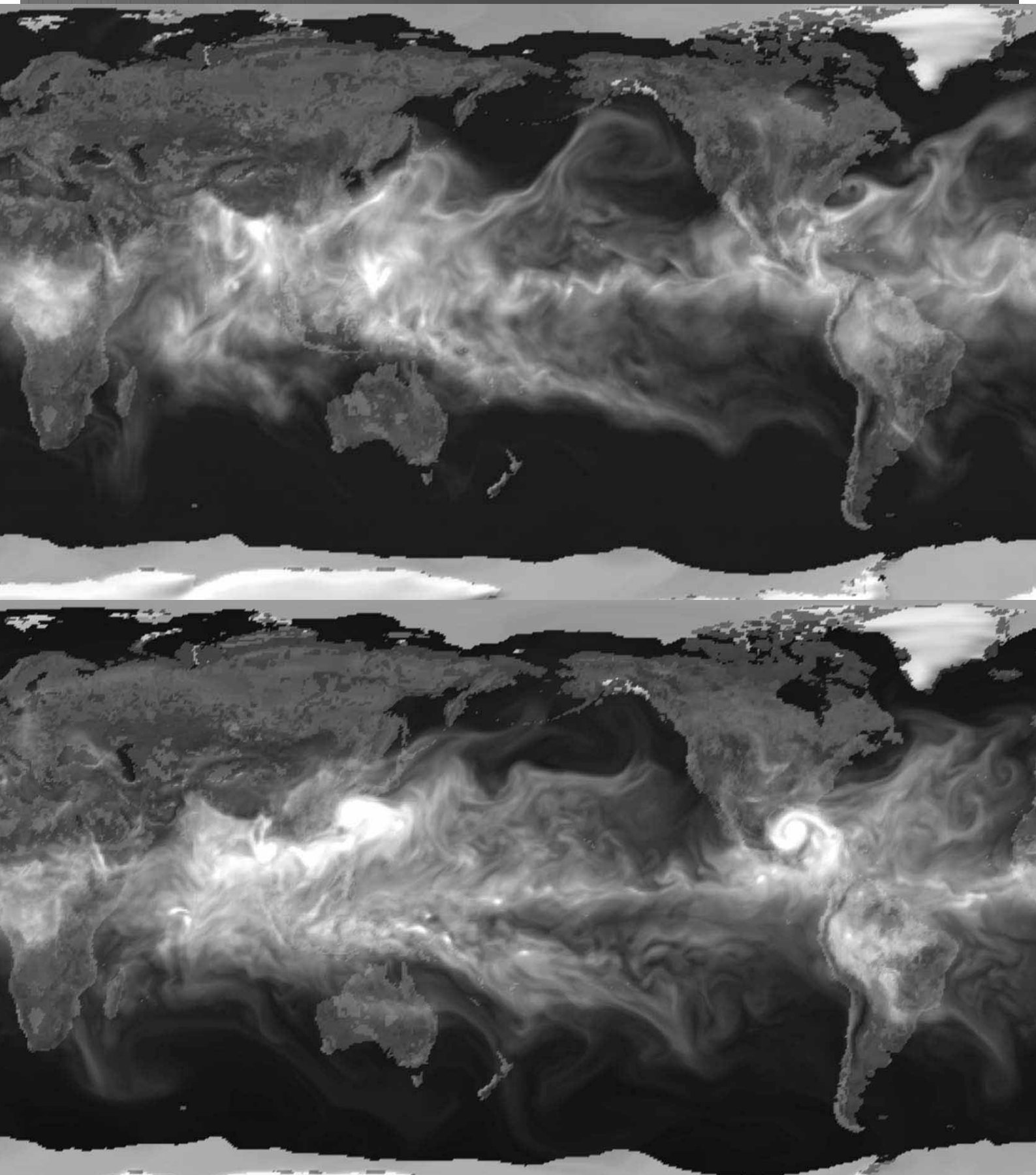
2003 年 8 月 29 日

連邦議会議員の皆様

複数の連邦政府関係機関で構成される、ネットワーク及び情報技術研究開発 (NITRD) 計画に関する年次報告書とともに、この手紙を皆様にお届けできることを大変うれしく思っています。本報告書は、2004 会計年度大統領予算教書補足資料であり、合衆国の NITRD への投資によって開発された、先進的なネットワーク及び情報技術について説明しています。この投資によって、合衆国の無敵の革新能力 - 国家安全保障、経済開発、および、全アメリカ国民の生活水準の継続的な向上を実現するためにもっとも重要な国家的リソース - を絶え間なく向上させることができます。

このドキュメントで言及されている NITRD 計画によってもたらされる広範囲にわたる影響力は、NITRD の研究団体だけでなく、そのほかの合衆国のプログラム、官民のパートナーシップおよび、民間セクターによって達成された成果を象徴するものです。2004 年度の補足資料では、国家安全保障、科学技術の分野におけるリーダーシップ、研究、学習、および 21 世紀の社会、といったことの基盤に、本計画が貢献していることなどをまとめ、主に、合衆国の NITRD 研究活動によってもたらされた業績について述べています。この報告書では、今後何年にもわたり、国家の発展に影響を与えるであろう、広範囲に及ぶ革新を行ううえで欠くことのできない技術的土台を提供する、戦略的な国家資源として、合衆国の NITRD の研究を位置づけています。

ジョン H・マーバーガー III  
局長



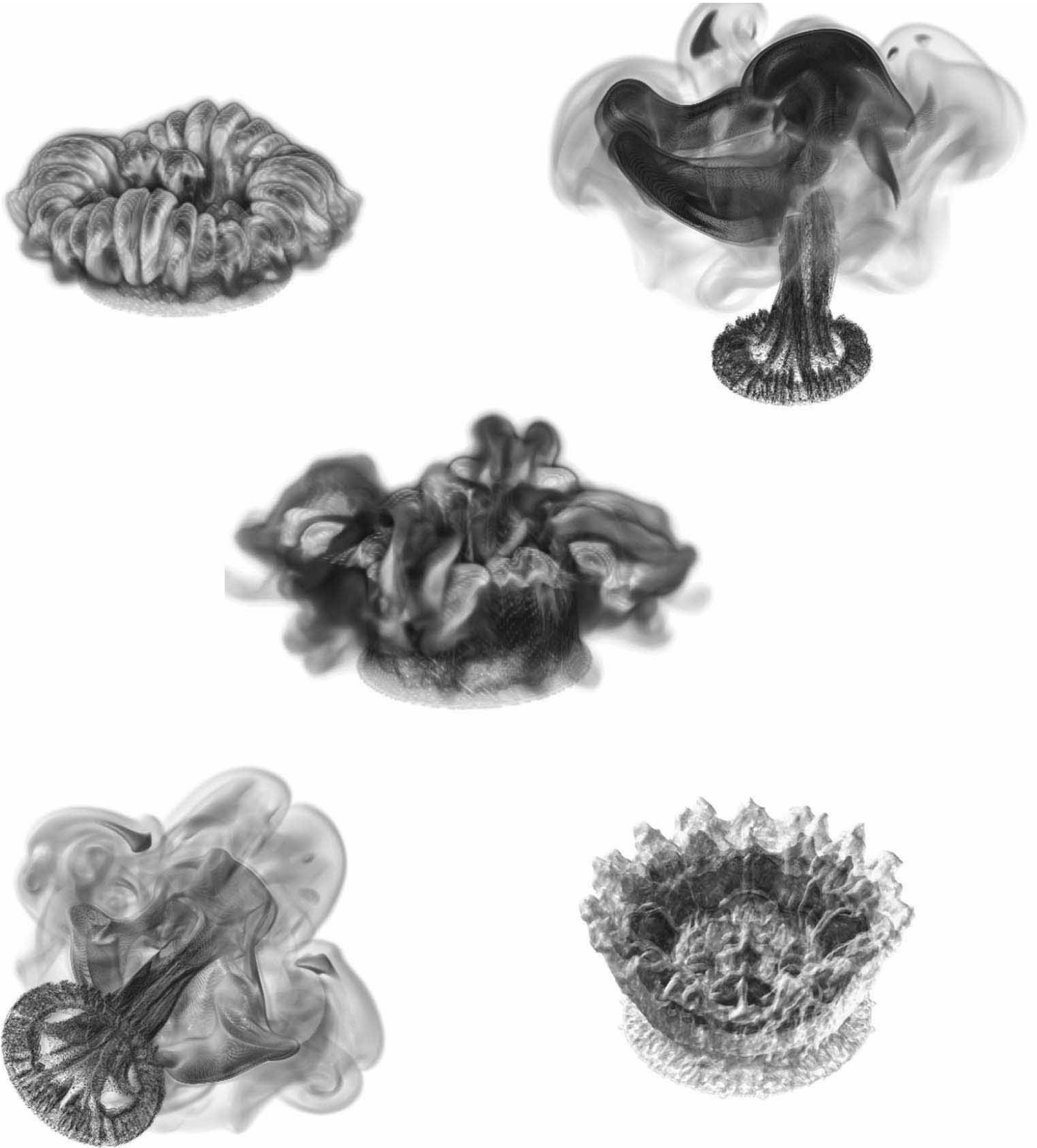
雲ではなく「湿気」：地球の大気圏のダイナミクスをシミュレーションする大循環モデル（GCM）を高解像度で使用して計算された湿気を視覚化したものである。このGCMは、NASA およびNSF がサポートする国立大気研究センターとの共同作業によるものである。GCM のデータは、気候研究や天気予報において中心的な役割を果たす。技術的詳細は50 ページを参照。



# 目次

## 序論

1 . NITRD 計画: E Pluribus Unum (多数から一つへ)	1	5 . 21 世紀の社会のための基盤	30
2 . 国家安全の基盤	4	教育、トレーニング、科学技術、機会	30
前線での作業における NITRD 技術	4	6 . NITRD 関係機関: 研究の方向性	35
3 . 科学分野でのリーダーシップの基盤	8	2004 会計年度省庁研究計画	
21 世紀に向けての研究の方向性	9	個別研究分野 (PCA)	36
「見て」「理解する」新しい方法	10	PCA による NITRD 予算省庁	39
大規模な科学分野での共同研究	14	情報技術研究開発に関する省庁間ワーキンググループ	40
グリッドの研究	16	連邦政府 NITRD 活動への参加	41
そこにある確実な存在: 道具と視覚化	18	各省庁連絡先	42
境界線を越えて - 学際科学	22	謝辞	49
ナノスケール科学と技術	24	画像クレジットと技術の記述	50
4 . 研究と学習のための基盤	26	摘要	バックカバーの中
共有化された知識とリソース	27	アメリカ製品購入	バックカバーの中
		追加コピー注文の申し込み	バックカバーの中



さまざまな炎の形・広がるヘプタンのプールの炎のシミュレーションのイメージは、炎の温度を3次元力学的に示している(暗い色の部分ほど熱い)。火災・爆発事故シミュレーションセンター(C-SAFE)作成のデータから生成されたもので、DOE/NNSAの高度シミュレーションおよびコンピューティング(ASCI)プログラムの一部である。C-SAFEの目的は、ハイエンドのモデリング技術を使い、火事や爆発のプロセスに対する理解を深め、緊急時のプランニングおよび対処の助けとなることである。詳細は50ページ。

## 序論

「政府の役目は、富を生み出すことではない。合衆国政府の役目は、企業家が活躍し、精神が解き放たれ、科学技術が新しいフロンティアに到達するような環境を生み出すことだ」

- 大統領 ジョージ・W・ブッシュ -

**ア**メリカ人の想像力は、重要な国家のニーズに応える、新しい技術の発明に挑戦し、世界中を完全に圧倒したデジタル革命に着手し、それに力を注いできた。今日、合衆国の創造力は、広範な新しいアプリケーションやデバイス実現のための、コンピューティング、ネットワーキング、ソフトウェアおよび情報管理技術の進歩を推進している。これらは、国防能力および国家の安全保障能力を形成し、向上している経済生産性をさらに高め、最先端の科学・医学の分野の研究をサポートし、また、市民の労働、学習、コミュニケーション方法、および市民と政府との交流方法に強力な新しい手段を加えるものである。

各連邦政府関係機関は、その情報技術(IT)に関する基礎研究についてこのドキュメントで説明されているように、情報時代の基礎となった科学分野の飛躍的な進歩の多くに資金を提供してきた(前表紙折り込みの年表を参照)。複数の連邦政府関係機関で構成される米国ネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)計画との共同作業により、各連邦政府関係機関は、比類ない合衆国の革新能力 - 国家安全保障、経済開発および全アメリカ国民の生活水準の継続的な向上を実現するめにもっとも重要な国家的資源 - の促進を続ける。

この 2004 会計年度大統領予算教書補足資料は、1991 年の高性能コンピューティング法案の定めるところにより、NITRD の構成機関がコーディネートした研究活動および 2004 年度の計画をまとめている。Blue Book としても知られている 2004 年度の補足資料では、

国益のあらゆる局面における革新に先進的な基盤を提供する際の、IT に関する基礎研究の果たす重要な役割に特に焦点を置いている。

ネットワーキング及びコンピューティング技術は、しばしば、新しいものごとを生み出す(enabling)技術と呼ばれる。それは、ネットワーキング及びコンピューティング技術は、その有用性、そして、その広範囲にわたる重要性を、その技術が生み出す人類の進歩や能力を基盤として、さらにその上に実現するからである。国家安全保障の基盤、科学の分野における基盤、研究・学問の分野における基盤、21 世紀の社会の基盤といった、本報告書の主なセクションが焦点を置くのは、こうした基盤に基づく進歩についてである。

このドキュメントで言及されている、NITRD 計画によってもたらされた広範囲にわたる波及効果は、NITRD の研究団体だけでなく、そのほかの合衆国のプログラム、官民のパートナーシップ、および、民間セクターによって達成された成果も含めたものである。2004 年度 Blue Book は、連邦政府の NITRD の研究を、戦略的な国家資源として意義づけている。それは、この計画が、21 世紀における国家の研究開発の道筋をこえたはるか先までの革新をささえる本質的技術基盤を提供するものであるからである。

NITRD 計画の概要については、2 ページと 3 ページを参照のこと。NITRD 参加の連邦政府関係機関の研究内容、2004 年度の研究活動案、および NITRD 計画の予算の詳細については、35 から 41 ページを参照のこと。



## NITRD 参加連邦政府関係機関

## NITRD 計画：多数から一つへ

米国医療研究品質局  
(AHRQ)

国防高等研究計画局  
(DARPA)

国防情報システム局  
(DISA)

米国防総省国防研究技術局  
(ODD&E)

米国エネルギー省・  
国家核安全保障管理局  
(DOE/NNSA)

米国エネルギー省科学局  
(DOE/SC)

米国環境保護庁  
(EPA)

米航空宇宙局  
(NASA)

米国国立衛生研究所  
(NIH)

米国連邦標準・技術局  
(NIST)

米国海洋大気庁  
(NOAA)

米国国家安全保障局  
(NSA)

米国国立科学財団  
(NSF)



1 991年の高性能コンピューティング法案(P.L. 102-194)および1998年の次世代インターネット法案(P.L.105-305)にもとづいて開かれた議会によって公認されたNITRD計画は、連邦政府関係機関が共同で行うフレームワークであり、先進的なネットワーク、コンピューティングシステム、ソフトウェア、情報管理技術の分野において、ならびに、こうした新しい技術を社会経済や労働力に対して実践する際の、基礎的な研究開発を行う。連邦政府に存在する数少ない正式な省庁間連携機関のひとつであるが、その取り組みによって、NITRD計画は、主なIT研究機関が、各々の利点を活用すること、重複を避けること、連邦政府の研究開発に対する投資の有効性を最大限に生かすため研究成果の相互運用性を高めることを目的とする個々の計画や活動のコーディネートが実現されている。

NITRD参加各機関が行う、連邦政府の研究室、大学、研究機関および、産業界との連携も含めたバランスの取れた多様な取り組みは、商業的な市場ではめったに触れることのできない最先端のIT能力を研究者が入手することを支援するという連邦政府の重要な要求を満たす助けとなっている。中核機関は、国防や国家の安全や科学研究のための進歩のみならず、科学、工学、そして先進的産業技術において直接米国全体の優位性確保に貢献する応用も生み出すような高性能の次世代技術開発にも力を入れている。

### 民間セクターへの実績の流れ

連邦政府が長期的なIT発展に重点を置いているのに対し、民間セクターは、短期的研究と短期間における製品開発に、必然的に競争的焦点をおいており、これらはお互いを補完する形になっている。IT産業のリーダー達は、「NITRDの活動の重要な目標は、革新的なアイデアや技術的概念を新世代の革新的商品へと具体化する米国の研究のパイプラインを満たすことであると指摘している。また、NITRDの研究資金は、米国をリードするIT研究者、起業家、発明家、および、技術専門家に対する高度な教育やトレーニングを支援する重要な資源である。

連邦政府の研究開発から、より大きな経済へと続くアイデアの流れは、大統領科学技術顧問委員会(PCAST)が、2002年に行った国が投資する研究の役割の評価研究において言及している。PCASTは、「新たな経済成長を生み出した研究開発投資から広がった活動は、特許の数や、公表された発見の数は、かつてないほど増加している」と述べている。連邦政府の研究開発は、合衆国の研究開発の全投資の30%しかないが、すべての特許の40%は連邦政府の研究開発が元になっていると、PCASTは報告している。





NIST



## 個別研究分野の研究開発の構造

### 2004年度政府の研究開発におけるプライオリティ

2004年度の大統領予算案は、研究開発活動全体に対し、2003年度予算案から7パーセントアップの、1230億ドルという記録的な額の予算を提案し、連邦政府の研究開発の戦略的国家的重要性を強調している。NITRD計画は、対テロ戦争に勝利し、自国を守り、合衆国経済を強化するという、大統領の目的を達成するために重要な、政府の研究開発におけるトッププライオリティである。2004年度計画では、NITRD計画に、2003年度の予算割当額、19億7600万ドルより1億7100万ドル多い、21億4700万ドルを充てている。2004年度のNITRD参加連邦政府関係機関の研究計画についての詳細は、36 - 39ページを参照のこと。NITRDの予算の詳細は、39ページに掲載されている。

### 組織的管理

NITRDの活動は、技術委員会、国家科学技術会議 (NSTC) 間ワーキンググループ (IWG) がまとめている。IWGのメンバーは、参加各機関の代表、OSTP、NSTC、行政管理予算局 (OMB)、および国家調整局 (NCO) の代表から構成されている。IWGは、一機関の代表 (現在は、NSFのコンピュータ情報科学および工学理事会の副理事長) およびNCOの局長が合同で議長を務める。参加各機関は、OMBおよび審議会と協力しながら、標準的な連邦機関の予算計上プロセスおよび大統領署名によって法として成立する予算策を通して、NITRD研究に資金を提供する。

NCOは、IWGに代わって、広範囲にわたる技術的活動・管理活動を行い、NITRD計画の立案、予算獲得、評価活動等を行い、NITRD計画に対する全面的なサポートを提供する。NCOはまた、IT研究開発の問題点について、他に依存せず、批評と指導を行うことを目的として、大統領によって任命された民間セクターの委員会、大統領直属情報技術諮問委員会 (PITAC) に対するサポートも行う。

この報告書も含む、NCO出版物のコピー、NITRDの活動に関する情報、および、参加各機関と関連ウェブサイトへのリンクは以下のアドレスへ。  
<http://www.nitrd.gov/>

NITRD参加の連邦政府関係機関が共同で作成した研究課題一覧は、コンピューティング技術およびネットワーキング技術における長期的な基礎研究の特定の側面に焦点を置いた、個別研究分野 (PCA) において実施される。各PCAでは、それに関連する研究分野の連邦政府関係機関のプログラムマネージャで構成される調整グループが月に一度会議を開き、情報交換したり、その分野における複数機関による活動をサポートしたりする。

PCA および各 PCA の主な研究分野は以下のとおりである。

・**ハイエンド・コンピューティング (HEC) には、二つの PCA がある** - インフラストラクチャ & アプリケーション (I&A) および研究開発である。これらには、ともに、ハードウェア、ソフトウェア、アーキテクチャおよびアプリケーションシステム、量子・生物学・光コンピューティングにおける高度な概念、複雑な物理学、化学および生物学的システムとプロセスのモデリングおよびシミュレーションのアルゴリズム、そして、情報集約的科学および工学のアプリケーションの進歩が含まれる。

・**人間とコンピュータのインタラクションと情報管理 (HCI&IM)** - 人間とコンピュータのインタラクションのモードと方法を発展させ、情報リソースを管理、活用する人間の能力を向上させ、電子情報のアーカイブの保管と活用を実現する、高度な技術の研究開発。

・**大規模ネットワーク (LSN)** - ワイヤレス・光・モバイルコミュニケーション、分散アプリケーションおよび情報普及のためのネットワーキングソフトウェア、インターネットの測定とモデリングおよびスケーリング、エンドツーエンドパフォーマンスの向上、テストベッドおよび研究開発インフラストラクチャ、といった分野における研究開発。LSN ではまた、**連合技術チーム (JET)**、**ミドルウェア & グリッド・インフラストラクチャ調整部 (MAGIC)** および **ネットワーキングリサーチチーム (NRT)** の 3 チームも活動している。

・**ソフトウェアのデザインと生産性 (SDP)** - ソフトウェアの開発と品質を向上させるための研究開発で、費用と品質との間のトレードオフを理解すること、複雑なシステムのソフトウェアエンジニアリング、エンドユーザーのプログラミング (ドメインごとの言語や例を使ったプログラミングなど)、コンポーネントベースのソフトウェア開発、組み込みソフトウェアおよび自立的なソフトウェア、分散システム向けのミドルウェアが含まれる。

・**高信頼のソフトウェアとシステム (HCSS)** - 情報サービスの、高レベルの可用性、信頼性、安全性、セキュリティ、生存性、保護能力、復旧性をコンピュータシステムが実現させるために必要な、重要な技術における研究開発。

・**IT の社会・経済・労働力への影響及び IT 労働力開発 (SEW)** - 情報技術と人間・社会との複雑なインタラクション - 組織、経済市場、コミュニケーションプロセス、個人の財産権および知的財産権、デジタル社会への参加、に対する IT の影響 - における、複数の専門分野からなる研究開発。

## 国家安全保障の基盤

## 前線での作業における技術

**N**ITRD 計画は、必要不可欠な国家防衛、国家安全、および本土防衛の能力 - 精密な指揮統制、コミュニケーション、武器システムから、機密情報の収集および分析のための高度なシステム、合衆国に対するテロリストの攻撃を検知・阻止するため、また、全アメリカ国民のセキュリティを高めるための技術およびツールまで、力を注いでいる、デジタル技術における基本的な進歩を促進する主要な源である。さらに NITRD 参加の連邦政府関係各機関の専門家は、米国国土安全保障省 (DHS) への応用を支持し、連邦政府の技術リソースを整理、集結しようという政府の取り組みをサポートしている。

2004 年度の NITRD の研究計画は引き続き、危機的なアメリカのネットワーク、ハイエンド・コンピューティングシステムおよびデジタルインフラストラクチャの、全体的な安全性、信頼性、および頑健性を高めることをトッププライオリティとしている。この作業には、ブロードバンド・光・ワイヤレスネットワーク、および、その他特定の目的のために作られたネットワークのための“信頼できる”技術、信頼性の高いソフトウェアを設計する手法、さらに、複雑なシステムやソフトウェアにおける前例のないほど高度な信頼性と安全性、つまり、「高信頼性」を実現するための新しい科学的・工学的アプローチ、を開発することが含まれる。ほかに NITRD が 2004 年度研究計画において取り組むのは、国家防衛用アプリケーションに使う、データマイニングや言語翻訳といった高度な計算能力を達成することである。さらに、NSTC と協力して、NITRD 参加の連邦政府関係各機関は、国家の安全および防衛から基本的な科学にまで及ぶ重要な任務を果たすため、ハイエンド・コンピューティングに対する連邦政府の投資を促す、包括的な計画の策定も行っている。

## 高度な戦場での能力

NITRD による研究は、今までと同様、対テロ戦争における前線各地で応用、展開されていく。イラクでは、高性能ネットワークコミュニケーション、偵察衛星、分散情報管理および精密誘導兵器システムが、ひとつになってかつてないような効果を発揮して、米国の戦場における行動をサポートしたため、「ビジネスウィーク」誌は、この戦争を世界初の「デジタル戦争」と名づけた。新しい機能には、DARPA の音声翻訳機フレーズレーター、および、情報分析のための、複数言語対象の情報検知・抽出・要約 (TIDES) ソフトウェア等があった。

イラクにおいて重要な役割を果たした「高度な概念を持つ」機能のひとつ、無人機 (UAV) は、遠隔操作、テレメトリ、遠隔地からの指揮統制を実現する安定したワイヤレス・ネットワーキング技術等、ソフト・ハードウェアのコンポーネントに対し NITRD が達成した技術的進歩を反映する、高レベルの精巧さを実現している。こうした航空機搭載システムは、あらゆるサイズの軍務に適用され、さま

a

a) イラク解放作戦中、南イラク上空を飛行する合衆国陸軍のブラックホークヘリコプター。中継車やマルチディスプレイの指揮統制センターにおいて判断を下す際に活用する、戦場での画像技術を向上する手法やツールの研究は、ODDR&E の総合大学研究イニシアチブが焦点を置いてい





b



c



d



e

さまざまなタスクを実行するように整備されており、広範囲、長時間にわたって行われる（一回が長時間に及ぶ）複合的な（さまざまな種類の検知・走査デバイス）偵察業務を遂行し、兵士を危険にさらすことなく攻撃を行う、多様なプラットフォームを提供する。

**危険検知のためのセンサー技術**

ロボット工学、小型化、コミュニケーション機能といった分野、および、センサー、アクチュエータ、シグナルプロセッサ等、マイクロ電気機械システム (MEMS) とデジタルコンポーネントとの統合という分野の NITRD 参加の連邦政府関係各機関による研究によって、軍用への応用のためのみならず、宇宙開発や科学研究のための高度な遠隔操作・ネットワーク化された組み込みシステムが実現される。こうした技術は対テロ戦争において、生物学的病原体、

- b) 任務の前に、合衆国空軍プレデター無人偵察機 (UAV) の地上点検を行っている。
- c) 精密誘導型巡航ミサイル、トマホークが東地中海で米軍艦ウィンストンチャーチルから発射された。
- d) カタールの合同作戦センターの空軍将校が多国籍軍任務の情報をまとめている。

- e) B-52「スーパーフォートレス」のナビゲーターが、ワイヤレスコンピュータコミュニケーションシステムで地上管制と戦闘の詳細をチェックしている。
- f) NASA 2003年3月25日、イラクの衛星写真がひどい砂嵐を写している（オレンジの筋）。ジョンホプキンス大学及びコロラド大学が開発したコンピュータ気象モデルもまた、多国籍軍が砂塵の状況を予測するのに役立つ。





化学的危険性・放射線の危険性および爆発物の検知・認識に使われる、小型・低コストのデバイスにも応用される。

DOE/SC とロッキードマーティンコーポレーションとの提携によって生まれた、SniffersSTAR は、UAV に搭載できるように設計された、

神経ガスやびらん剤を検知する半オンス(訳 4 グラム)のユニットである。1 ワットの半分の電力で動き、マイクロプロセッサボードとその上部にあるバッテリー塗りの大きさのセンサープラットフォームで構成される。複数のセンサーが 20 秒に一度気流のサンプルをとり、浮遊微小粒子のかたまりを電子の振動数として登録し、プロセッサにシグナルを送信する。このデジタルデータは、UAV または地上のリンクへと送信され、そこで、ただちに危険なガスのデータパターンを多数持つライブラリと比較される。そのほかの新たなセンサー技術には、炭素菌や天然痘などの複数の病原体を検知できる、チップに搭載された安価の DNA マイクロアレイのセンサー、密閉容器内の物質の化学成分を音波を使って判断する音響センサー、現在では市販され、本国の防衛活動に使われている、手持ちサイズの放射能検知機、などがある。

### 小型デバイスのネットワーク

ソフトウェアおよびネットワーキングの分野での NITRD による進歩は、さらに、特定の目的のために作られたワイヤレスネットワークにおけるマイクロセンサーアレイの統合も可能にする。これは、戦場での偵察だけでなく、産業、健康、環境分野のモニタリングにも使えるという可能性を持っている。センサーの小型化を目指す DARPA プロジェクト、「Smart dust」は、カリフォルニア大学バークレイ校における DARPA と NSF によって資金援助された研究およびインテル社との提携によってもたらされた結果として、こうした機能を取り入れている。研究者たちは、センサーのプロトタイプをリエンジニアリングして、プロセッサ、センサー、ラジオそして出力分配システムを搭載した、モジュラー、コンポーネントベースのコンピューティングプラットフォームに変えた。オペレーティングシステム - TinyOS - とデータベース - TinyDB - がオープンソースのソフトウェアで、インテルがワイヤレス・ネットワーキング技術をシェアしているため、複数の分野の開発者たちが商業アプリケーションの開発に取り組んでいる。

DOE/SC, NOAA およびパートナー企業は、センサーと

質量分析法、ワイヤレスネットワークと有線ネットワーク、気象関連機器、リモートテレメトリとプロトタイプの SensorNet におけるコンピュータ・モデリング、化学、生物、放射線および核の恐怖の検知とアセスメントをリアルタイムで行う全国規模のシステムをリンクさせている。この取り組みの目的は、周囲に存在するこのような物質の性質、重大度そしてすでに発生しているかもしれない分散について、最初に応答した者に対し、科学的に正確な情報を即座に提供することである。この研究は、生物剤や化学物質による害を防ぎ、汚染を軽減する新しい方法の開発を目的に、NIH と NSF によって行われた基礎的な調査を補足するものである。

### 技術の質を保証する

合衆国の主要な測定・規格研究機関として、NIST は、超精密センサーに関する研究を行い、ほかの連邦政府関係機関や産業界と密に協力して、新しい危険検知技術によって可能になった測定の正確さを確保するための規格を策定する。米国連邦航空局 (FAA) とともに NIST がイニシアチブをとるのは、たとえば、質量分析法 - IT がサポートする強力な検査室方式で、物質特有の化学的指紋を認識する - を使って、通り抜け式爆発物検知機の効果を評価することである。EPA と NIH との共同で開発した、NIST の、14,000 という数の化合物の大量スペクトルプリントのデジタルライブラリは、現在販売されているほとんどの質量分析計に標準リファレンスガイドとして同梱されている。

### 最初の応答者に対するヘルプ

国立司法研究所からの資金援助により、NIST は、一般の安全団体と協力して、緊急時対応ネットワークのための、ワイヤレス通信および IT アプリケーションの技術およびプロトコルの標準化に取り組んでいる。NIST はまた、最初の応答者が現場で使うための次世代の分散情報収集システムおよびインタラクティブコミュニケーションシステムにおける、センサー、リアルタイムビデオ、「スマートタグ」、そして内蔵型マイクロプロセッサデバイスを統合するためのウェブベースの技術を開発している。

### 緊急時プランニングのための強力なツール

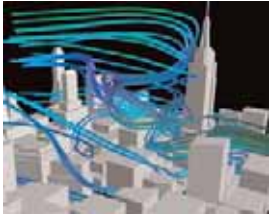
現在、NITRD の研究で最初に開発された、コンピュータモデリング、シミュレーションおよび視覚化といった能力は、緊急時プランナー、最初の応答者、環境衛生関係者、建築技師といった人々が、大惨事によってもたらされる複雑な影響をよりよく理解し、またそれに備えるための助けとなっている。以下に例をあげる。

a) バッテリー塗りの大きさのセンサー、「SniffersSTAR」は、毒性物質を検知するため空気のサンプルをとり、ワイヤレスシステム経由で発見した物質の情報を送り、機知の毒性物質のデジタルアーカイブとチェックを行う。



●DOE/SC の研究者は、ビルやそのほかの建造物で発生する爆破の影響をシミュレーションする、高解像度の構造力学モデルを開発した。シミュレーションは、非常に高性能の計算能力を必要とするが、構造上のもろさを評価したり、爆破耐性のある建築デザインの開発を支援したり、現存する建造物を補強したりするために使用することが可能である。

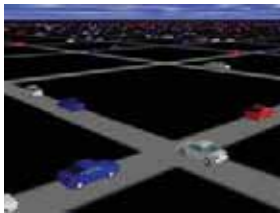
●NIST が開発したコンピュータモデル、Fire Dynamic Simulator および SmokeView という名前の関連ソフトウェアは、世界貿易センターで



起きた惨事の調査員による、ビルの幾何学、燃料の分布、風の状態が、タワーの内と外で、どのように煙や炎と相互に影響しあったかについての研究を可能にする。現在、産

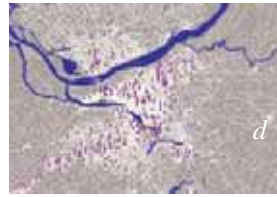
業界と共同で行っているビルの材質の評価活動とともに、NIST は、また、ビルの所有者、契約者、設計者、および緊急要員が、ビルの属性がいかに危険発生の要因になるかを考える際の助けとなる、ソフトウェアツールも含む、技術アシスタントパッケージを準備している。

●TRANSIMS (輸送分析およびシミュレーションシステム) は、全米インフラシミュレーション分析センター (DOE/SC から DHS へ移った) の科学者たちによって運



輸省のために開発されたハイエンドソフトウェアツールで、一人の歩行者や一台の信号機といったレベルから車や人の集まりにいたるまで、長時間にわたる都市部全体の輸送や交通の流れ

を表す、相互に作用する何百万もの変数を統合する。このツールは、大都市のプランナーに、交通による影響、交通渋滞、空気の質について、精度の高い包括的状況を提供するよう設計されたのだが、現在、緊急時プランナーが、災害時に備える体制を向上するために、複雑な都市基盤に発生する混乱の影響を分析する際の助けとなっている。IBM ビジネスコンサルティングサービスは、TRANSIMS の使用許諾を入手し、州や地元の役人と協力して、このツールと自社の分析結果との統合に取り組んでいる。



●上記システムから派生したツール、EpiSIMS (疫学シミュレーションシステム) は、人口移動のデータと疾病の伝染モデルを結合し、プランナーがさまざまな環境衛生応答戦略の有効性をテストできるようにするものである。

### サイバーセキュリティ向上のための NITRD のガイドライン

NITRD 参加の連邦政府機関は、民間セクターと提携して既存のネットワークやコンピュータ設備のセキュリティを向上するという連邦政府の取り組みに対する、主要な貢献者である。NIST、NSA およびその他 DoD 機関による研究は、公共団体や民間団体が自主的に活動する共同体、インターネットセキュリティセンターが 2002 年に全国に配布した「セキュリティベンチマーク」のセットの基礎となっている。現在最も広く使われているオペレーティングシステムやネットワーキング技術のセキュリティを向上させるためのこれらの説明書やソフトウェアツールは、徹底的な評価とテストに基づいて、ベストプラクティスに官民のコンセンサスを反映することから、IT 業界では、「ゴールドスタンダード」と呼ばれている。NIST と NSA は、共同で、IT 商品进行评估するための有効なセキュリティ基準を適用する国々から構成される国際同盟、米国情報保証パートナーシップをサポートする。

NSF と NIST は、2002 年のサイバーセキュリティ研究開発法案(P.L/107-305)によって、この分野における重要な国家的ニーズに対処する活動を即座に行う権限を与えられた。NSF は、サイバーセキュリティの研究と教育を先導することを任せられ、これまでに、基礎的なセキュリティ技術に対する研究投資を 2 倍以上に増やし、現在、サイバーセキュリティのプロを養成するトレーニングをサポートしている。NSF の計画では、労働力の開発というこの重要な分野において、教育活動および能力向上のための活動を展開中である。新しい法に定められている NIST の責務は、国家基盤の脆弱性の評価、セキュリティ技術・規格を進歩させる官民の提携関係の強化、博士課程修了者向けのサイバーセキュリティ奨学金の設立、および、NSF とその他の連邦政府関係機関における IT セキュリティ研究の協議事項のコーディネート等である。

NITRD 計画の代表は、NSTC の重要情報基盤保護のための省庁間ワーキンググループに参加し、セキュリティ関連の技術への応用に関する長期的な NITRD 研究開発による研究の展望と結果を提供している。

b) EPA は、世界貿易センターから飛び散った物質の広まり具合の評価に 9 月 11 日以降計算流体力学シミュレーションを使っている。

c) TRANSIMS は、歩行者、車、大量輸送、信号機、道路の特徴といったさまざまな変数の何百万というデータポイントを組み込んだシミュレーションを実現する。

d) DOE/SC の研究者は、オレゴン州ポートランドの関係者と協力して、EpiSIMAS モデルを使って、市内における地域ごとの天然痘の蔓延状態(紫が蔓延している地域)をシミュレーションした。さまざまな診療活動と何も活動しないこととの比較が調査された。

科学分野での  
リーダーシップへの基盤

## 21 世紀に向けての研究の方向性

### コオロギが知識を得る方法

NASA のコンピュータ分野の科学者は、コオロギの細胞の三次元分岐、木のような回路構成の情報処理能力についてさらに詳しく知るために、コオロギの複雑な神経信号システムを調査している。信号を生成、送信するような生物学的システムにおいて、超小型コンピュータデバイスやそのほかの電子デバイスに使える、革命的な新しいモデルを見つけることを期待している。

グウェン・ジェイコブスのデータを使い、腹部に突き出ている感覚軸策が送信する入力信号の神経マップを「読む」高度に枝分かれした神経細胞、コオロギの介在ニューロンをクリス・ヘンゼが視覚化。およそ 10,000 色もの帯によって、細胞の樹木状の分岐点や直径の変化を正確な 3D 画像によって表している。





**合** 衆国の科学・工学研究所では、NITRD の研究によって実現された高性能のコンピューティング、ネットワーキング、ソフトウェアおよび情報管理の機能によって、発見のスピードが早くなっているだけでなく、個人個人の科学者が研究するという形からほかの専門領域とのつながりへと、科学的活動の形が変わっている。物理化学、生物化学の分野では、巨大なものから小さなものまでありとあらゆる規模で、生物・無生物の構造、性質、進化の調査が、いまや、NITRD が推し進めた進歩によって実現したハイエンドでバーチャルな研究室の環境に集中している。

コンポーネント技術、システムおよびストレージアーキテクチャ、システムソフトウェア、科学的プログラミング環境における欠くことのできない飛躍的進歩は、最先端の研究活動のための、世界一多様で広範囲にわたるハイエンド・コンピューティング機能を合衆国の科学界に提供する。ブロードバンド・光・ワイヤレスネットワーキング技術における NITRD の研究と工学技術によって、合衆国の研究者は、高速の研究ネットワークへのアクセスが可能になる。さらに、NITRD の研究者による、グリッドコンピューティングやオープンソースグリッドソフトウェアの Globus Toolkit の発明は、このようなハイエンドな接続性の汎用性を拡大し、ネットワークインテグレーションおよび最先端の機器、データストレージ、コンピューティングリソースの共有を実現する。

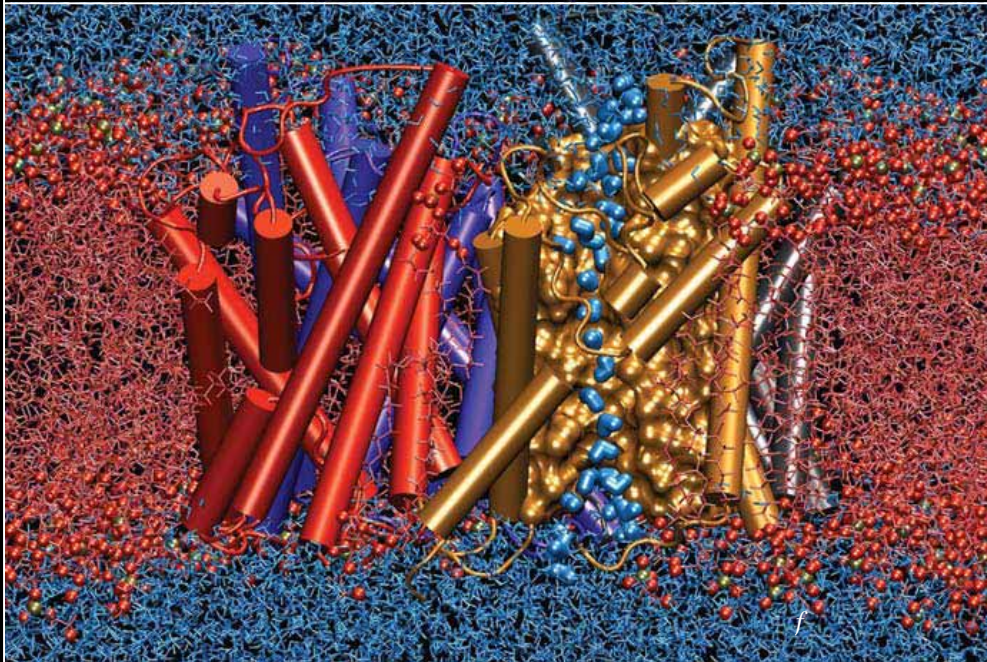
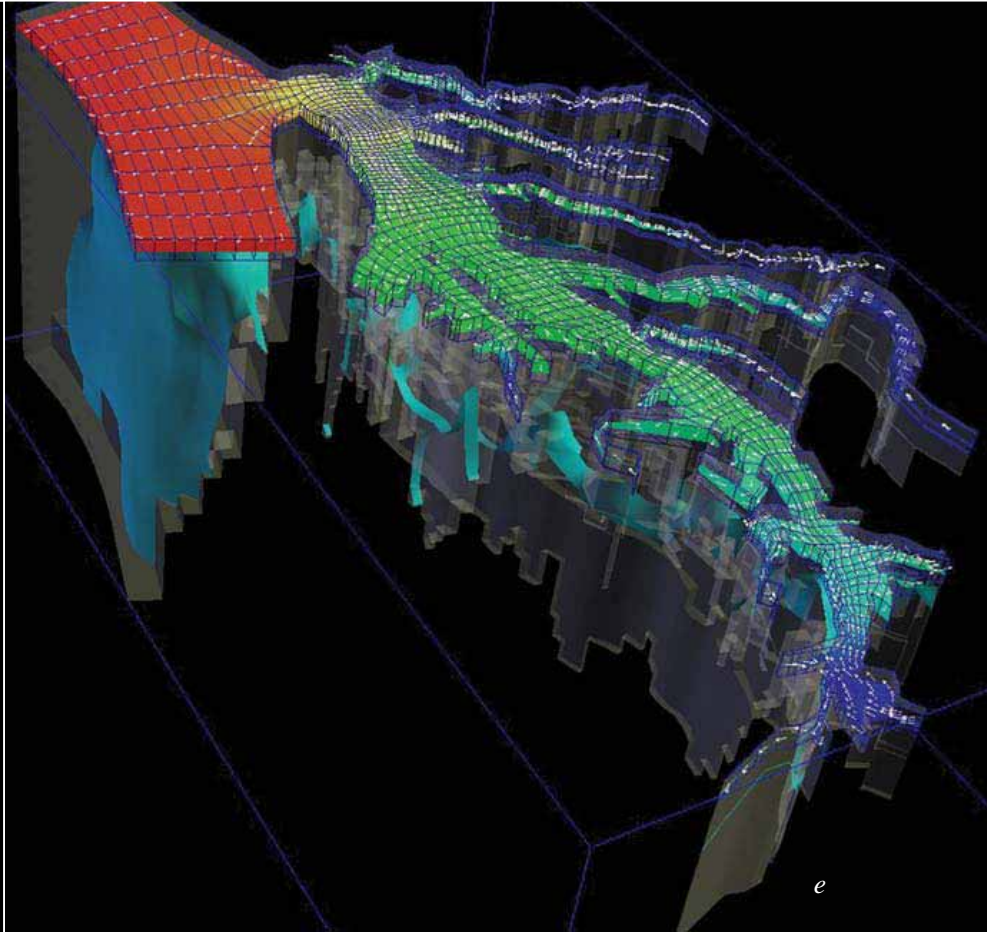
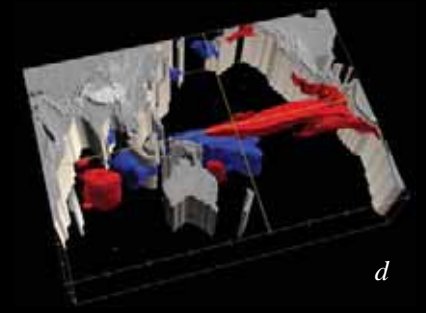
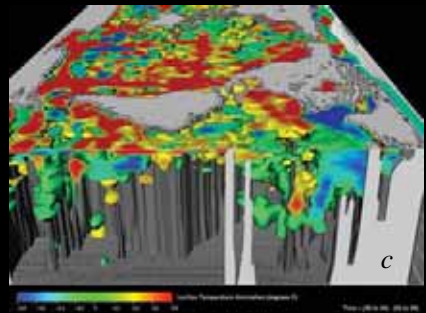
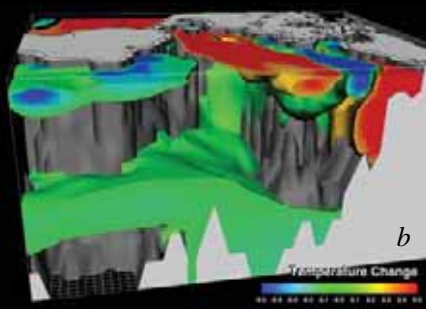
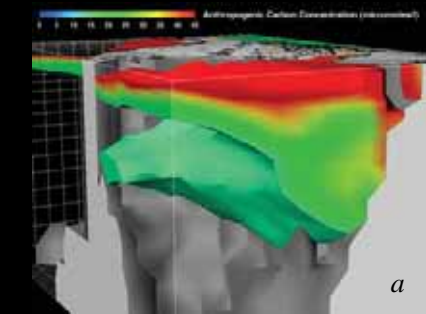
NITRD によって実現した高性能なハードウェア・ソフトウェアツールの進歩は、新しい実験方法や莫大なデータを管理し、それを使って作業する手段を科学者に提供する。デジタルライブラリ技術、情報管理、基礎的な情報アーカイブ、および、人間とコンピュータの新しい形のインタラクションといった分野に NITRD は焦点を置いているが、これにより、研究・教育分野は、いまだかつてないほどの調査・学習用リソースを手に入れることが可能になる。

10 年前は想像すらできなかった、このように進歩し続ける IT 能力から、21 世紀における新しい探求方法が急速に明確になってきている。



科学分野での  
リーダーシップ

「見て」「理解する」新しい方法



NOAA 地球物理流体力学  
研究所によるモデル: a) 大気中の炭素  
(赤)の集合体 b) 大気温暖化のパター  
ン c) 気温の異常 d) 水温へのエルニ  
ニョ現象の影響

e) 南方に向かって広がるチェサピーク湾。右手に大きい川の  
支流がある。塩分濃度をコンピュータ処理して表したもの(高濃度の部分は  
赤、淡水部分は濃い青)。エンジニア軍団および EPA が開発した流体力学・  
水質の連結モデルからの提供。河口環境を表す、世界初のフル3D、時間依  
存性モデルで、これによって、窒素から空気汚染まで、複数の富栄養価の要  
因に対する新たな理解を可能にする。



**高**性能のコンピューティングやネットワーキングを可能にする技術を超えたところでは、NITRD によってもたらされた進歩は、コンピュータを利用したモデリング、シミュレーションおよび視覚化に対して科学研究や産業革新に対するよりも、より大きな影響を与えている。モデリングとシミュレーションによって、人類の視力では到底見ることでできない、炎の化学反応と動力学、あるいはウィルス感染の仕組みといった大変複雑な現象について研究者が調べたり、実験を行ったりできるようになる。こうした現象は、非常に小さかったり(原子の粒子の相互作用)、危険であったり(生物毒素、放射能)、多次元であったり(酸化、神経信号システム、航空管制)、巨大であったり(銀河の構造)、あるいは、さまざまなサイズの要因の組み合わせ(地球環境への影響、船の設計における強度考慮の要因)であったりする。

感じ取るのは難しいが、物質世界のこのような側面は、通常、莫大な数の本質的に異なるプロセスの相互作用を表すものなので、説明するのはさらに難しい。個々のプロセスを理解することはできても、そうした個々のプロセスの相互作用がもたらす結果を予測することは簡単ではない。高性能のモデリング・シミュレーション技術によって、研究者は、はじめて極めて複雑で動的な現実に「似ているもの」、あるいはそのシミュレーションを作成し、比喩的イメージを使って視覚化することが可能になる。

### 1秒に1兆回の計算

コンピュータを利用したモデルは、研究中の現象をごく小さい要素に分解する(各要素は数学的に記述されている)。このモデルは、物理的プロセスが全体としてどのように動くのかを科学的に近似したものである。非常にパワフルなコンピュータプラットフォームが、それから、このモデルで指定されている計算(たいていは数兆回ものオペレーション)を行う。結果のシミュレーションもまた近似であるが、観測データと結果を比較することによって、科学者は、モデルが現実とどの程度マッチしているかを評価できる。データとの比較によってモデルの正当性が確認された場合は、今後、データが存在しない反応を予測するために使うことができる。視覚化ソフトウェアは、シミュレーションデータを、3次元または4次元に変換するという、主要な役目を果たす。竜巻の場合、たとえば、大気圧や風速といった目に見えない要素をフルカラーの

イメージで強調し、生のデータや写真には現れない関係を明らかにする。

複雑なシステムを視覚化し、テスト可能にするので、モデリングとシミュレーションは、航空機、航空電子工学、自動車、建築、産業機械およびプロセス、電力網といった、複雑な構造やシステムの設計、評価、管理に最適なツールとなっている。軍隊の計画立案者は、シミュレーションを使用し、人員、武器、車両、運搬のインフラ、コミュニケーションシステムおよびサプライチェーンを変数として変化させて、大規模で多面的な戦闘段階や戦場のシナリオの評価を行う。

### NITRDモデリングアプリケーション

しかし、最先端の合衆国の科学・工学のために、モデリング・シミュレーション能力の開発を行うことは、高度なコンピューティングにおいてもっとも技術的に難しいチャレンジのひとつである。モデル化される現象が複雑になるほど、ソフトウェアの開発に要求される課題はさらに多くなる。現在および 2004 年度の NITRD による研究は、科学的モデリング・シミュレーションの、高度な数学的土台、コンピュータ科学の土台に引き続き焦点を置く。最近の NITRD の成果は、依然として高い優位性を持つ合衆国のテクノロジーにおいて重要さを増していく NITRD の役割を表すものである。

米国大気科学研究所(NCAR)の科学者は、DOE/SCおよびNSFからのサポートで、2002年、1000年規模の高解像度地球環境シミュレーションを作成した。1500年分のシミュレーションは、大気、海、陸、海氷といった地球の環境システムの主なコンポーネントを動的に組み合わせる、NCARのParallel Climate Model(並列気候モデル)を使って生成された。このシミュレーションは、DOE/SCの国立エネルギー研究科学計算センター(NERSC)施設にあるIBM SPスーパーコンピュータを456日間実行させて得られたものである。これによってわかったことは、より身近になってきたエルニーニョのような気象モデルは、外からの力に影響されなくても、何世紀もかけてその活動を実質的に変え得るものであるということ、などである。その結果、科学者たちは、エルニーニョの変化を観察したら、それを注意深く評価すること、そして、こうした変化の物理的仕組みの研究をさらに進めることの重要性を指摘した。

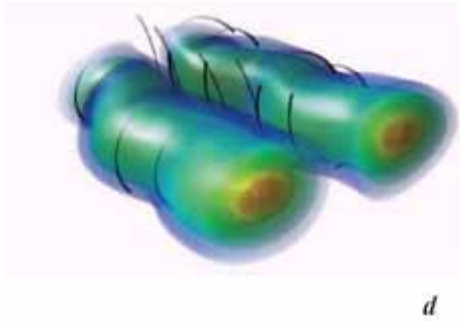
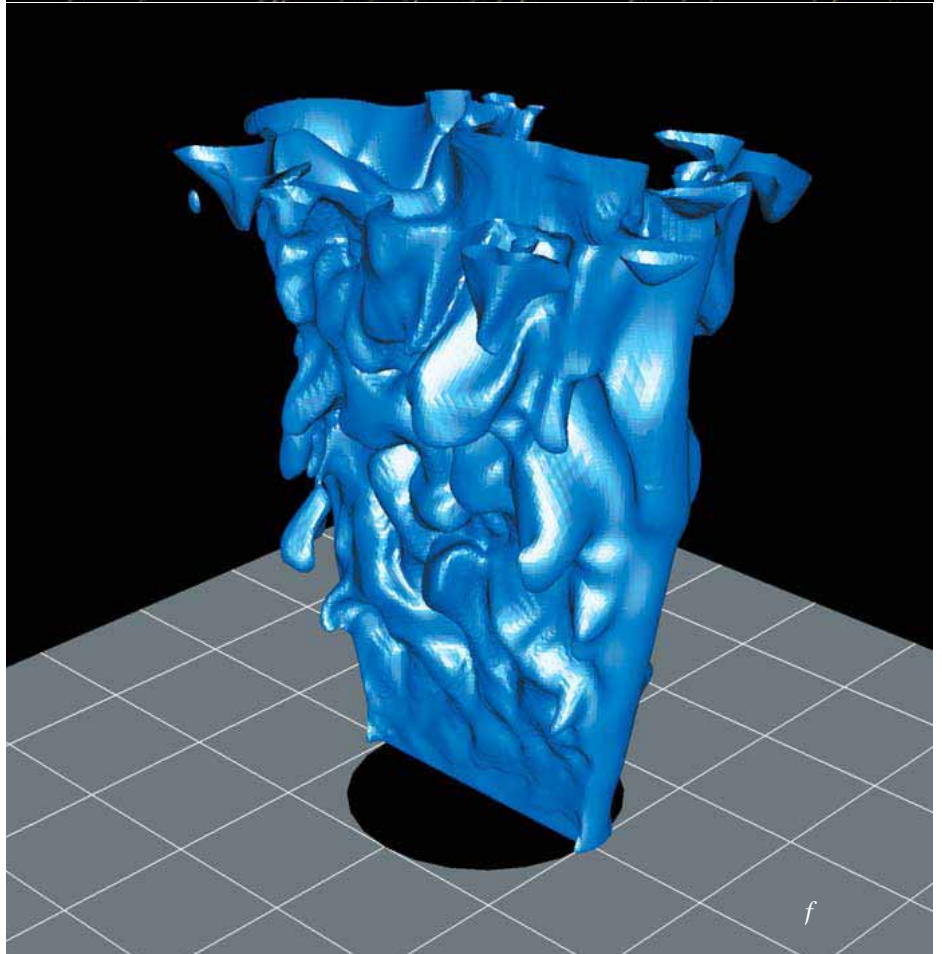
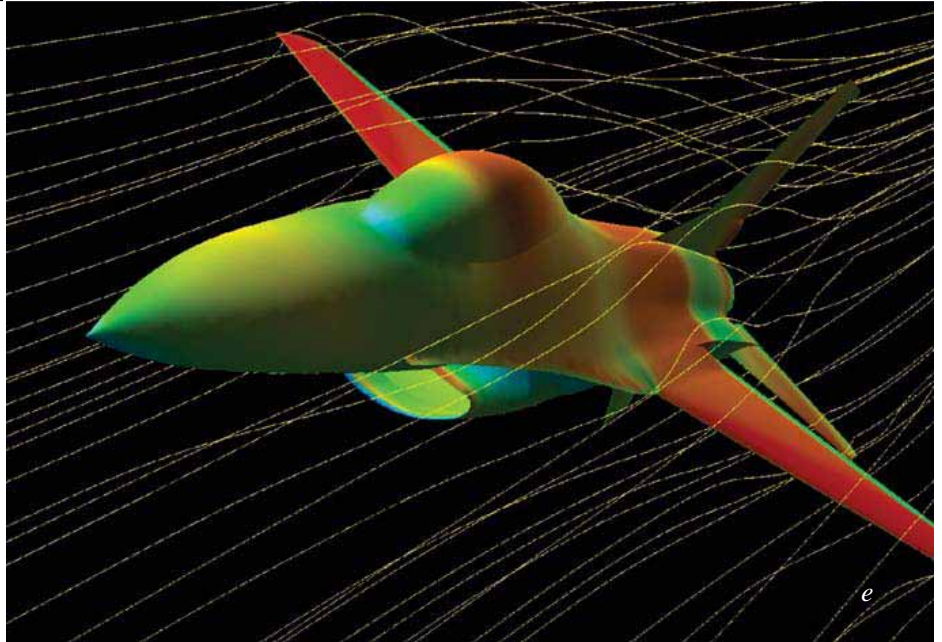
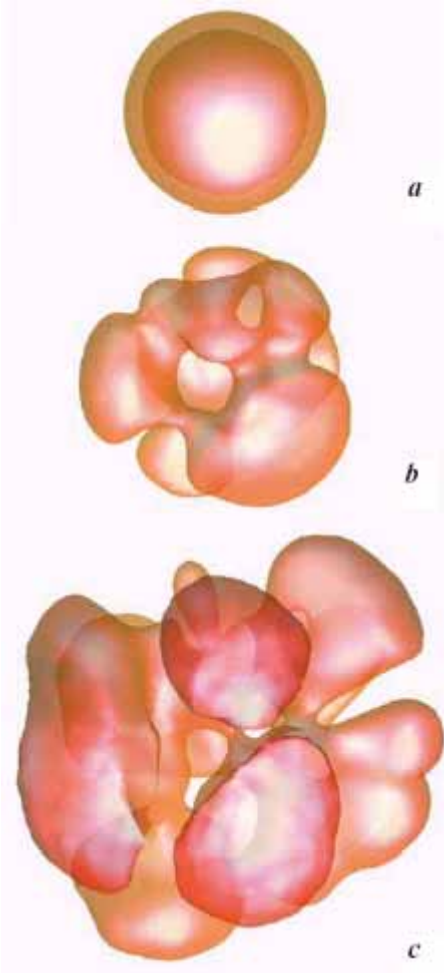


f) 最も規模の大きい分子シミュレーション(106,000個の原子が5百万回のステップにおいて相互作用する)のひとつ。イリノイ大学の計算生物物理学者が、細胞周辺の細胞膜を構成するアクアポリンとよばれるタンパク質が人間の体内で1日最大250リットルという大量の水分を運ぶことを可能にする主要な仕組みを発見した。詳細は51ページを参照。

g) 科学的データの視覚化は、正確な計算をすることから始まる。これらの立方体は四次多項式の陰関数から作成した人工データにおける曲率に基づく転移機能を検証しており、畳み込みベースの計測の正確さをデバックして実証し、ボリュームレンダリングにおける効果を示す。右端の立方体は、ガウス曲率である。

科学技術の分野における  
リーダーシップの基盤

「見て」「理解する」新しい方法



50 ミリ秒間における超新星爆発の段階：  
a)最初の内破 b)流入しているガスが中心  
(ニュートリノが加熱し、ガスの浮遊性を高  
める)へと向かっている c)プロセスによっ  
て大気攪拌エネルギー移動が発生し、爆  
発が起きる

d)カリフォルニア大学デービス校の研究者たちは、多次元のデータセットを視覚化  
する新しい方法を実験している。イメージが伴流の等値面、過度、速度を表す。e)3  
月9日のF-16飛行のイメージは、飛行機表面にかかるストレスレベル(高(赤)から  
低(青)まで)を表す。コロラド大学の研究者による、流体力学と構造的ストレスのデ  
ータを統合する、革新的なモデルによって、航空機的设计における「フラッター」-高  
速飛行での危険な振動-が評価される。

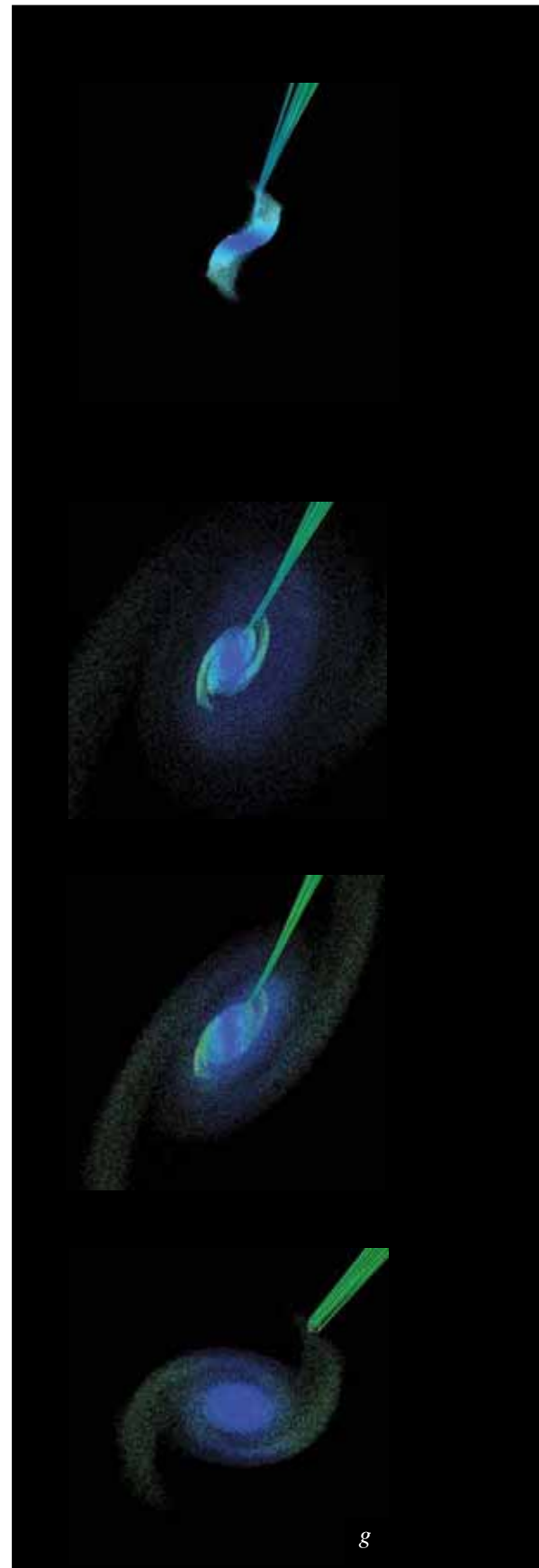


超新星とよばれる巨星が死んだことによっておこる目を見張るような爆発の最初の3D シミュレーションが、2002年にDOE/SCの科学者たちによって実現された。このような爆発は、自然界でもめったにない出来事のひとつで、一瞬、銀河系1000億個の恒星よりも光り輝くほどのパワーを放出する。爆発のプロセスは、大気の攪拌、つまり、崩壊しつつある恒星の鉄の核の周囲の物質の混合に依るところが大変大きいということが、この研究によって確認された。恒星の死を理解することは、宇宙の爆発を説明するための鍵であると考えられている。超新星の計算は、物理学の4つの基本的な力すべてを含む、多数のプロセスを100,000回以上の段階においてモデリングしないと行けないので、極めて計算集約的である。典型的なシミュレーション(百万の粒子)は、NERSCにあるIBMのSPを使って3ヶ月かけて作られた。

NSAAの科学者たちによって開発された数値推進システムシミュレーション(NPSS)は、現在の航空機製造において最も費用と時間がかかる要素のひとつ、つまりジェットエンジンの設計、構造そして性能のテストに対処するために作られた。そのタイプでは初となる、ジェット推進システムをモデリング、分析するためのツールが一つのパッケージに入った。NPSSは、外部で生成したデータや設計ツールと相互作用し、これらを統合することが可能で、そのため離れた場所に分散している複数のチームがシミュレーション作業を協力して行うことを可能にする。こうした設計上の進歩は、「R&D マガジン」によって2002年のトップ100R&D功績のひとつとして表彰され、また、2002年NorTech Innovation Award(ノーテック革新賞)を受賞した。

カリフォルニア大学サンディエゴ校の科学者たちは、NIHとNSFのサポートを受け、効果が期待できる薬剤がどの程度効くのかを査定する際に、従来の化学実験("wet" laboratory)を計算化学に置き換えてしまうようなモデリング技術を開発した。薬物分子は体内で特定の「受容タンパク質」と結合するため、医薬品の設計者はタンパク質のどの部分で結合されるのが最適なのかを解き明かそうとしている。この計算モデルは、タンパク質の形におけるさまざまなバリエーションを計算し、各バリエーションと候補となっている薬物の結合能力をすべてテストし、結合に影響を与えるが静的モデルでは捉えることのできない分子の伸縮や結合を明らかにする。この高速技術は、3次元の構造情報が存在する薬物やタンパク質であれば、どれに対しても使うことができ、深刻な副作用のある薬剤に代わるものをより短時間で発見することを可能にする。これと似た手法が、免疫学者が、新しいワクチンを探す上での重要なステップである、免疫反応の化学的誘因を識別する助けとなっている。

DOE/NNSAの研究者たちは、多様な負荷やストレスに対する構造の反応をシミュレーションするために、Salinasという名前の超並列構造動力学ソフトウェアコードを開発した。これは、スーパーコンピューティング分野で最高名誉とされる、2002年のゴードンベル特別賞を受賞した。このソフトウェアは、合衆国の核兵器の安全、セキュリティ、組織の統合性を確保するハイエンド計算機能を使う、連邦政府の核備蓄管理プログラムをサポートする。



g

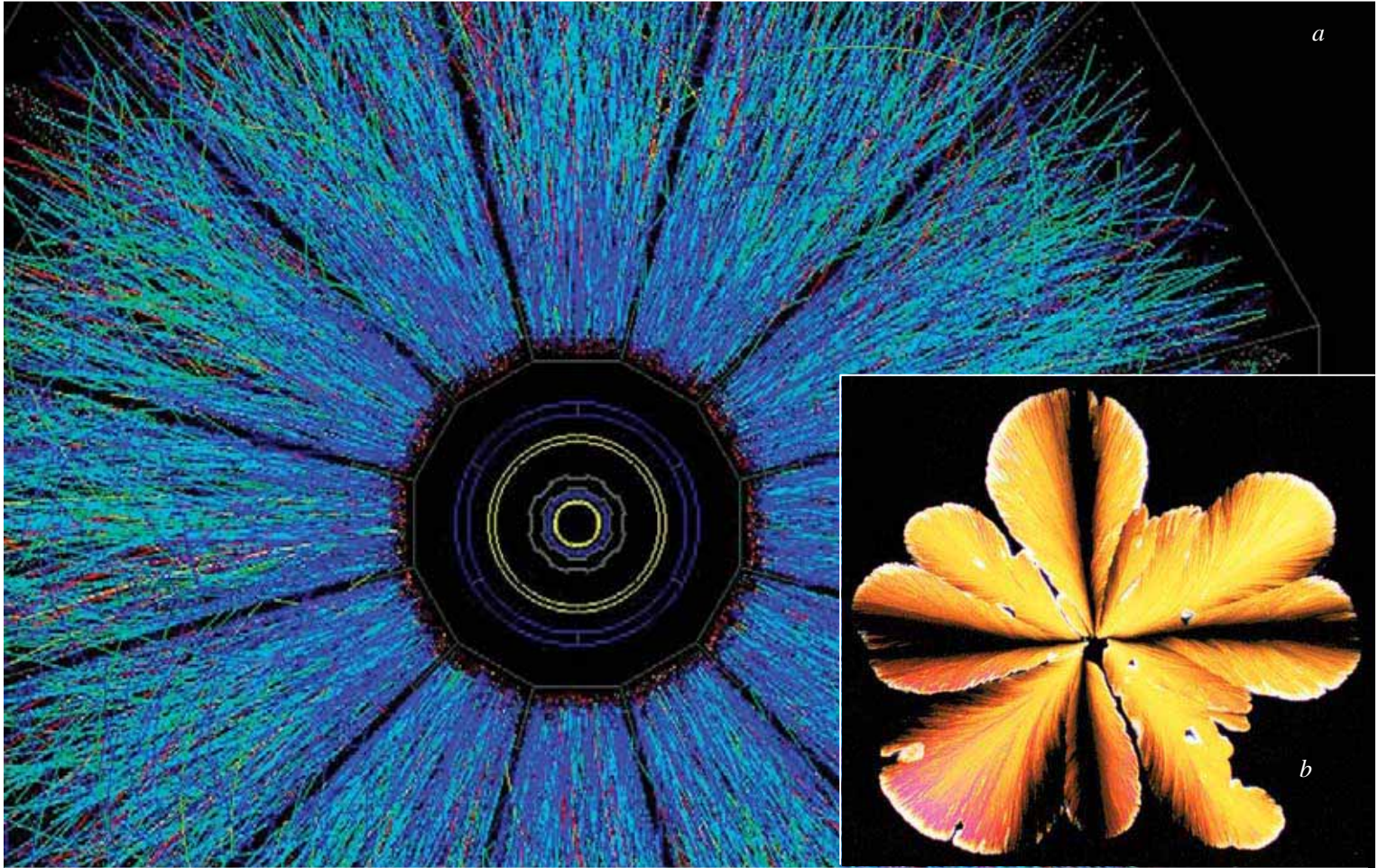
f) 燃焼の物理的過程と化学反応は、自然界における最も複雑なプロセスのひとつであるが、いまだに、大きな科学上の難問として存在する。DOE/SCの科学者たちは、激しく燃焼するメタンの様子を世界で始めて完全に解明した3Dシミュレーションを開発し、計算科学・工学分野でSIAM/ACM賞を受賞した。

g) 高濃度の粒子ビームの速度を速めることは、物質の元素形態と特性を理解する研究において中心的な技術である。シミュレーションでは、サイクロトロンに入っていくビームのインジェクションが不相当であるというサインである、ひとつの粒子の周りに光輪が形成されている様子を表す。



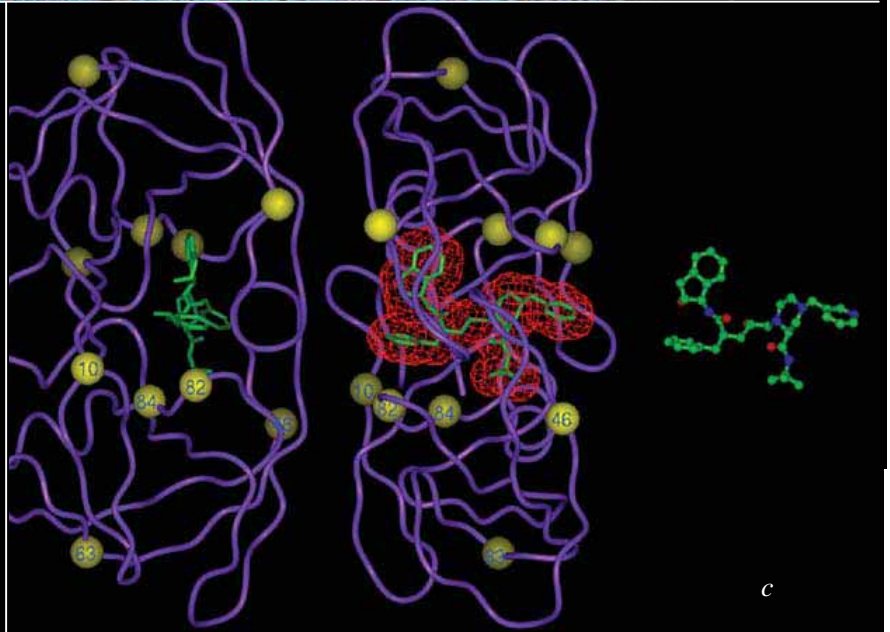
科学技術の分野における  
リーダーシップの基盤

大規模な科学分野での共同研究



私の科学者としての人生において、二重鎖 DNA からヒトゲノムの 30 億の塩基にいたるまでの道がつながろうとは 1953 年の時点では夢にも思わなかった。ヒトゲノムプロジェクトの完了は、地球上に住む全人類にとって極めて重要な出来事である。

DNA 構造の発見者の一人、ジェームズ・D・ワトソンが 2003 年 4 月の DOE/NIH 合同祝賀会において、DNA 構造の発見から 50 周年ということについて、そして、その発見によって実現したヒトゲノムの解読の成功についてコメントした。



a) DOE/SC の衝突型高エネルギー重イオン加速器における金イオンビームの高速衝突によって生まれた素粒子の飛沫。Solenoid Tracker at RHIC (RHIC のソレノイド追跡機 STAR) という 1200 トンもの重さの機械を使って、衝突のときのデータを記録する。ハイエンド計算やデータ共有機能がこのようなユニークな実験を行うときに重要で、こうした機能によって、多くの科学者たちによる、衝突の瞬間からの一連の事象の再構築、視覚化、また、高エネルギー物理学の研究の中心的な目標である、物質の新しい形の証拠となるデータの分析が可能になる。





世紀初の偉大なる科学の功績、ヒトゲノムの解読は2001年2月に発表されたが、それはコンピュータとネットワークによって可能となった大規模な協力の新時代を告げる劇的なできごとであった。1990年にDOE/SCとNIHがヒトゲノムプロジェクトを立ち上げた時には、その時代に最も強力なコンピュータと言っても現在のハイエンドコンピュータよりも100,000倍も遅いものであった。民間人がデータを送信すると言っても、9,600ボー(ビット/秒)であり、遺伝子学者もまだ手で計算を行っていたのである。生命の遺伝子情報、つまり命の青写真がいかに生体分子デオキシリボ核酸を含む4つの合成物によって組織化されているかを理解することへの挑戦は、将来の医学にとって、いかに重要であるかは知られていた。しかしそのような挑戦をやり遂げることは数10年かかることとされていたのである。

結局のところ、1,000人以上の科学者が参加して行われた国際的なゲノム解読の努力が、高度な研究におけるITの中心的役割を示す見本となった。世界中に散らばったヒトゲノムプロジェクトのチームの研究者たちは、それぞれが可能な科学的実験結果を高速ネットワークを用いてプロジェクトデータ貯蔵庫へ送信し、他の科学者が検証・使用できるようにしていた。研究者は一連の計算と分析を自動に行うソフトウェアツールを開発した。ITによる作業のずば抜けた加速とともに、2000年6月にはゲノムの「おおよその理解」として、60%もの解読がたった半年のうちになされるまでに至った。これは1秒間に1,000ベース(DNAの4つの塩基配列)という速さになる。全部でのおおまかな配列計算は約220億以上にのぼった。

### 人とリソースをつなぐ

現在どの科学分野においても、複雑な現象を調査するには非常に大きな知識、多くの技術、そして最先端のツールが必要となっている。そのような研究はえてしてデータを集中的に使うものであったり、ある特殊な道具を用いるユニークな計測方法などを取り入れていたりする。高度な分子加速計で、衝突実験を行ったところ、100万もの物理的現象が1秒間に起き、そのようなデータを記録するには40テラバイト以上になり、8,000以上の高性能磁気テープをいっぱいにするくらいになる。そのようなテープを積み上げると、500フィートの高さになる。それほど巨大なデータは世界最大のスーパーコンピュータでもなければ保存も処理も出来るものではない。

NITRD関係省庁は革命的なIT能力を設計・開発し、リアルタイムな科学の協調のために、安全で高い帯域幅を持つインフラにおいて科学関係者とコンピュータ資源だけではなく、どこにいても人々を巨大なデータにアク

セス可能にしていく。会計年度2003年は、DOE/NNSA、DOE/SCとNASA、NIHそしてNSFが高スピードのネットワークを構築しつづけ、テラスケールのコンピューティング、ペタバイト級のストレージリソース、どの場所においても常に大多数の集団を合同作業に従事することを可能にするグリッドコンピューティングのための高度なソフトウェアを生み出した。このような最先端の研究環境において、NITRDコミュニティは常に21世紀のアメリカ労働者の規範となる技術と大規模な共同人的活動の方法を探り、原型化していく。共同作業とリソースの共同化からくるコスト面での強みも、ビジネスがNITRD開発のグリッド技術を取り入れ、分散した研究チームとコンピュータ資源をつなげようとしている理由となっている。

大規模な共同作業を示す一里塚として、2003年2月、NITRDが作った高速度ネットワーク(DOE/SCのエネルギー科学ネットワーク、ESnetそしてNSFがスポンサーとなったTeraGridとStarLightリンクなど)を使用した結果、粒子物理学者と企業のITパートナーたちからなる国際チームが、世界最速のネットワークスピードを記録した。DVD並みの画質の映画にして4時間並みのサイズに匹敵する、圧縮していない6.7ギガバイトのデータを、カリフォルニアのサニーベールからオランダのアムステルダムまで、わずか58秒で送信することに成功したのである。

高性能ワイヤレス研究・教育ネットワーク(HPWREN)はサンディエゴのカリフォルニア大学でNSFによって支援され、高度なワイヤレス能力を使い、遠方に存在する教育機関、例えばアメリカ原住民のコミュニティなどにインターネットリンクを提供している。HPWRENはまた、高速度ワイヤレス・ネットワークのために、リアルタイム測定や南カリフォルニアのサンジャシント付近で地震が起きた時の同報通信、野生動物の追跡や遠くに存在する生物生息地の生態観察など、様々な分散データ収集アプリケーションの原型となる物を製作している。



b) DNA 分子が液晶状態になっている

c) HIV-1 プロテアーゼの種類。プロテアーゼ阻害剤を緑で示している。赤いメッシュはタンパク質構造の主要な指標である溶媒(水)接触可能表面を表す。このようなコンピュータモデリングはヒトゲノムの中に 100,000 ものタンパク質の構造を発見する速度を上げ、やがてはHIVのような病気の治療法を見つけ出す手がかりになるかもしれない。



科学技術の分野における  
リーダーシップの基盤

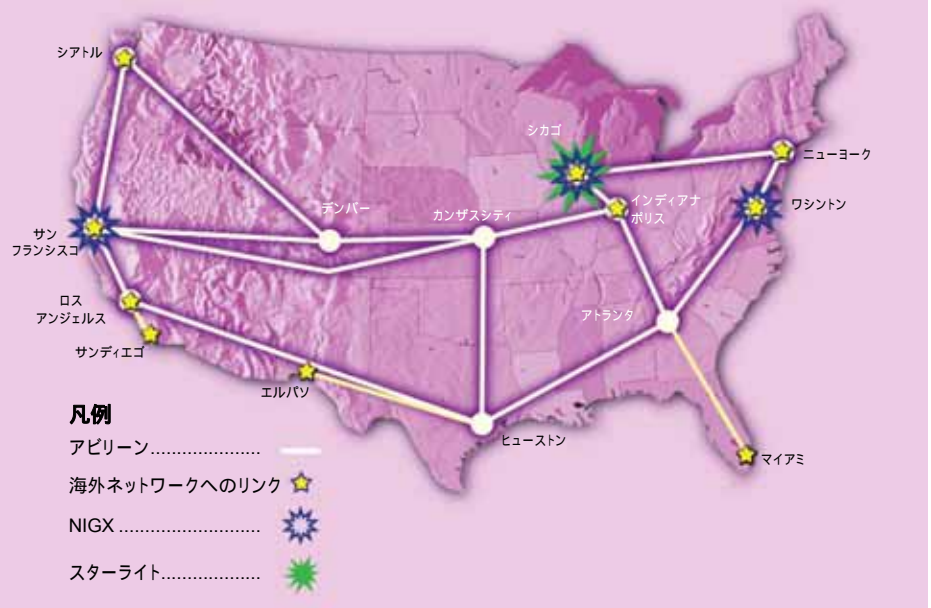
グリッドの研究

a

研究のための提携関係

合衆国における高性能研究ネットワーク

ネットワーク技術分野への連邦政府の研究開発投資が始まって以来、NITRD 参加の連邦政府関連機関、大学および業界の間で結ばれた研究のための提携関係によって、研究のための広域インフラが発展し、合衆国内の研究施設だけでなく、全世界の研究ネットワークとも相互に協力しあえるようになった。中心となる光リンク(右図の白い線)は、アビリーンネットワークで、大学およびシスコ、ノテル、クエストといった提携企業とで構成される Internet2 というプロジェクトがサポートしている。OC-192 のバックボーンは、1 秒に 10 ギガビット近いデータを転送する能力を持ち、次世代インターネットエクスチェンジポイント(NGIX、右図の青色の星)で連邦政府の研究ネットワークに接続する。このような連邦政府のピアリング(共有データ)ポイントは、一つのネットワークから別のネットワークへとトラフィックを透過的にルートする。アジア、ヨーロッパおよび南アメリカにある、ネットワークとの海外インターネットエクスチェンジポイントは、右図の黄色い星である。イリノイ大学シカゴ校にある NSF の新しいスターライトという設備(右図の緑色の星)が、高度な光インフラをこれらの機能に追加し、高性能アプリケーションのために最適化されたネットワークサービスの基盤を提供する。



a) 多くの専門分野からなる、各地に分散する研究チームによってハイデンプラネタリウムのために開発された太陽系の誕生についての 8 分間のシミュレーションは、星間ガスと塵のイメージから始まる。このチームは、高度な計算技術とグリッド技術を使って、7 テラバイト近いデータを共有し、その研究を行った。

このデータは、サンディエゴスーパーコンピューターセンターのブルーホライズンプラットフォーム上で、最終的に、70,000 もの高解像度のフレームへと変換された。この処理は1秒に1.7兆回のオペレーションというスピードで1日かけて行われた。

**グ**リッドコンピューティングのためのグローバソフトウェア一式 - DARPAとDOE/SCの研究者による共同作業で最初に開発され、いまだに、DOE/SC科学グリッド、NSFのテラグリッドおよびNASAの情報パワーグリッドで改善中である - は、21世紀の科学の主要分野における大規模な共同研究のフレームワークを可能にする。NSFが資金提供をおこなった米国仮想天文台は、たとえば、科学者が50以上の天文学研究施設からの実験データにアクセスし、それを研究することをはじめて実現する、グリッドベースのツールを開発中である。このイニシアチブの目的は、世界各地にある地上、および宇宙に置かれた望遠鏡やセンサー - 今や、年間に、1980年以前に天文学の分野に存在していた以上の実験に基づいたデータを生成している - からのアウトプットのギャップおよびそうしたデータを使う研究者たちの能力のギャップを埋めることである。

世界各地の主なITベンダーもまた、「R&Dマガジン」によって2002年の「最も有望な新技術」として表彰された「グローバツールキット」を採用している。NITRD参加の連邦政府関連機関は、国際科学共同研究のためにグリッド技術を展開する研究を行っている主要団体であるグローバルグリッドフォーラムへの参加者に資金援助をしている。NSFのミドルウェア研究において関係のある主要なイニシアチブは、分散コンピューティングを実現する基礎的なソフトウェア技術を強化することによって、グリッドの開発をサポートする。

NITRDとともに開発中の大規模な科学共同作業のためのITフレームワークを以下にリストアップする。

#### DOE/SC

**複数規模のケミカルサイエンスのための共同研究室** - 妥当性確認の取れたデータの共有と、激しく揺れる燃焼現象の原子レベルからマクロレベルまでの規模での燃焼科学の研究をおこなっている研究者達がいるが、彼らの共同調査を可能にする、ウェブポータルと情報科学のインフラを開発する。

**地球システムグリッドII** - DOE/SCの環境研究において生成された大量のデータを保存、管理、アクセスおよび共同研究する技術を統合する。

**国立核融合共同研究室** - 政府は国際熱核融合実験炉 (ITER) 開発への合衆国参加の更新を提議するが、このプロジェクトは、核融合科学者が、合衆国の三大核融合施設が生成した大量のデータを使って共同研究するための、信頼できるフレームワークを確立する。これ

には、データ貯蔵庫、高度なアプリケーションおよび共同研究用ソフトウェアが含まれる予定。

**素粒子物理学データグリッド (PPDG)** - 物理化学全分野で使える、もっともデータ量の多い分野の研究者のための、広帯域接続、ストレージおよびデータへのアクセス、およびソフトウェアツールを作成する。NSFのグリッド物理学ネットワークとの共同作業において、PPDGの科学者たちは、全国規模の5ノードグリッドを使って、1500万以上の素粒子衝突のシミュレーションに成功した。

#### NASA

**地球システムモデリングフレームワークおよび地球観測システム (EOS)** - DOE、NOAAおよびNSFとの共同作業において、このNASAのプロジェクトの目的は、さまざまな分野の研究者たちにとって一層アクセスしやすく、一層便利で、その上、世界一データ量が豊富でダイナミックな、地球に関する科学的データの保存場所を作るという野心的なものである。中心的な目的は、一つに統一されたソフトウェアフレームワークを開発し、これによって科学者たちが多数のさまざまな気候、気象、環境モデルからのデータを初めて統合できるようにすることである。そのテストベッドは、DOE/SC、EOS、NOAAおよびNSFがサポートする米国大気科学研究所がどんどん作り出し増え続ける経験に基づくデータを取り込むデータストレージおよびネットワーキングインフラを作り出す。また、広範な米国の研究コミュニティの様々なところからアクセスできるようにするツールを、作成する。

#### NSF

**地球科学ネットワーク (GEON)** - 米国地質調査所およびカナダ地質調査所との共同作業において、13の大学の研究者が参加するこのプロジェクトは、高品質の地質情報のデジタルライブラリとデータアクセス、分析、モデリングおよび視覚化のための総合ソフトウェアツールを作る。GEONは、研究者、学生、教師および一般大衆のための国家資源となるだろう。

**グリッド物理学ネットワーク (GriPhyN)** - グリッド技術を使って、世界で最大の実験用物理施設での実験の結果を研究界の様々なところからアクセスできるようにする。

#### 地震の技術シミュレーションネットワークグリッド

**(NEESgrid)** - 地震力学を研究する科学者や工学者の間のリアルタイムでの共同研究のための高性能のインフラを作り、人間の生命や財産への危険を減らす材料や構造を設計する。詳細は27ページ。

プロジェクト  
の URL

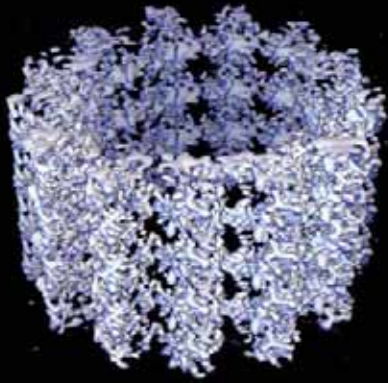
Collaboratory for Multi-Scale Chemical Sciences (複数規模のケミカルサイエンスのための共同研究室) (<http://cmcs.ca.sandia.gov>)  
Earth System Grid II (地球システムグリッドII) (<http://www.earthsystemgrid.org>)  
Earth System Modeling Framework (地球システムモデリングフレームワーク) (<http://www.esmf.ucar.edu>)  
Geosciences Networks (GEON) (地球科学ネットワーク) (<http://www.geongrid.org>)

Grid Physics Network (GriPhyN) (グリッド物理学ネットワーク) (<http://www.griphyon.org/index.php>)  
National Fusion Collaboratory (国立核融合共同研究室) (<http://www.fusiongrid.org>)  
Network for Earthquake Engineering Simulation (NEESgrid) (地震の技術シミュレーションネットワークグリッド) (<http://www.neesgrid.org>)  
Particle Physics Data Grid Group (素粒子物理学データグリッド) (<http://www.ppdg.net>)

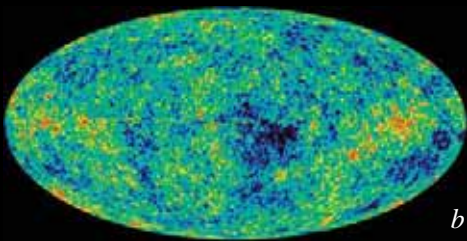


科学技術の分野における  
リーダーシップの基盤

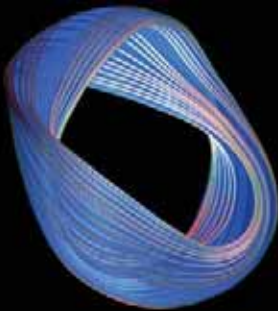
そこにある確かな存在：道具と視覚化



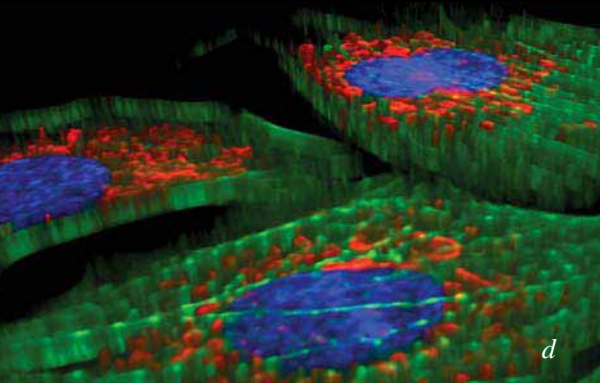
a



b



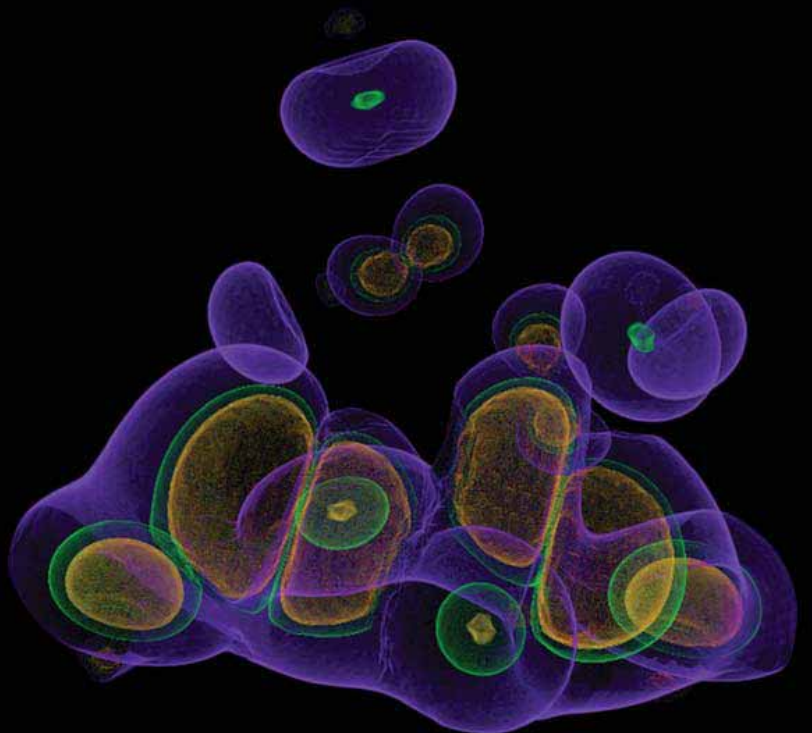
c



d



e



f

a) 低温電子工学の顕微鏡とイメージの再構築により、細胞の骨格に存在するタンパク質の織り、つまり、微小管を今までで一番細かく(8オングストロームの解像度)再現したもの。  
b) 130億年かかって地球にたどり着く、マイクロ波放射として観測されるビッグバンの残光をもとにつくった「宇宙の初期の姿」

c) 再生可能なエネルギーのソースとして核の融合を活用するには、超高温ガスあるいはプラズマの特性について新しい知識が必要である。DOE/SC と連邦政府の実験室および大学との共同研究、拡張磁気流体力学モデリングセンターの科学者たちは、プラズマの動き(たとえば、図にあるような安定したトロイダル状態)を視覚化する技術を開発している。

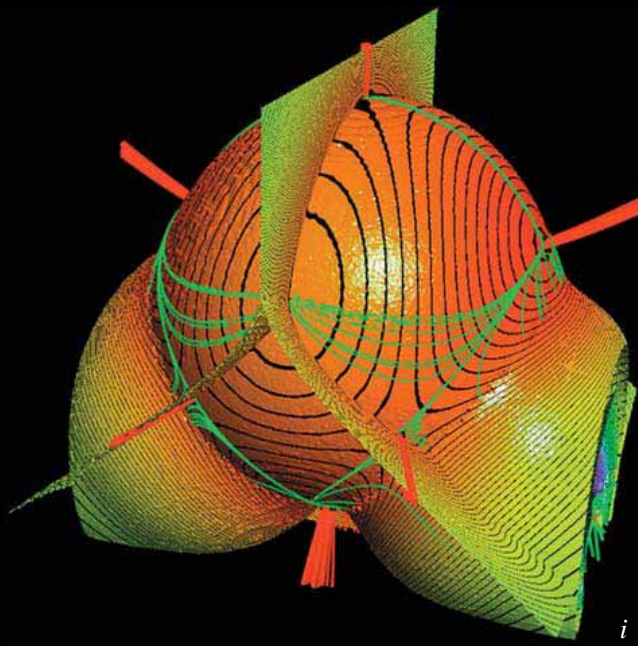
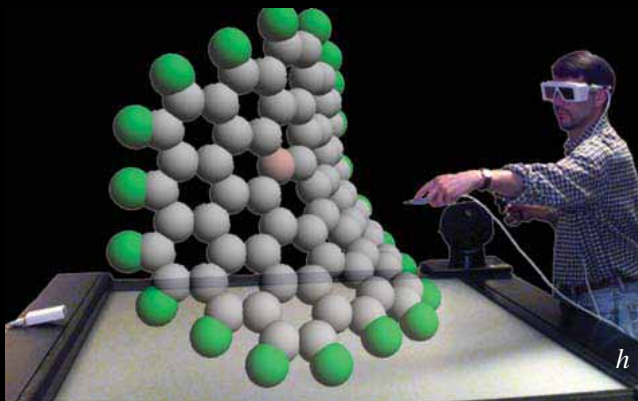
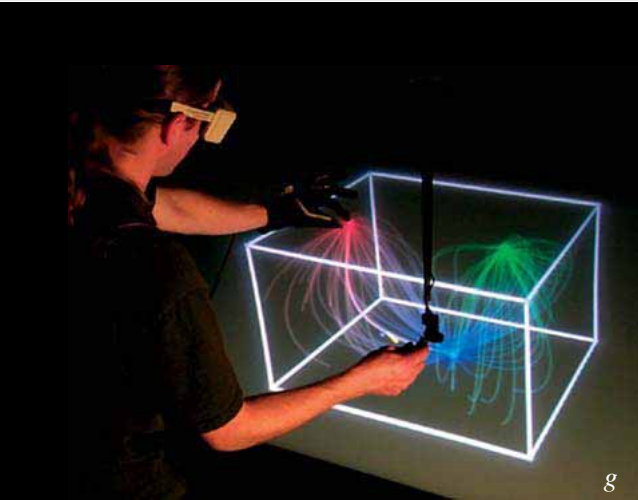


**連**邦政府の研究が開拓した情報技術は、いまや科学界における進歩を加速している、高感度の診断用機器や研究用機器を作り出す基礎になっている。こうした機器は、世界一パワフルな望遠鏡や、各種機能を搭載した衛星に装備されている。これらの機器には、磁気共鳴イメージング(MRI、磁場内にある組織による電波の吸収を計測する)、コンピュータ断層撮影(CT、X線技術)がある。また、そのほかの人間の体内を見るための非侵襲的技術がある。すなわち、電子を利用したり、原子の力を利用したり、またはその他の形式による、顕微鏡の技術や分光分析技術がある。これらを使い、大規模な設備によって、集中的にビームをあてたり、高速での素粒子衝突させて、原子レベルの現象を調べることができる。こうした技術すべては、多様なITハードウェア・ソフトウェアシステムによって管理される。その最上位のソフトウェアインターフェースは、人間のオペレータがこれらの機器を管理できるようにするとともに、測定結果をデジタルデータとして、それらを図形表示に変換するソフトウェアの部分をも管理できるようにしている。

NITRDの研究活動を通して開発された高度な視覚化技術は、機器で計測されたデータを3次元の高解像イメージとして提供できるようになり、その結果、長時間のうちに変化するプロセスを3次元で見せたり、イメージをあらゆる角度から見たり、操作したり、何層ものデータを表す高度な合成写真を生成したりすることが可能になった。

モデリングやシミュレーション技術とおなじように、最新の機器によって生成されるデータの視覚化によって、科学者だけでなく、学生や一般市民も、他の方法では大きすぎたり小さすぎたりして試みるのでできない物質の複雑な部分を見ることができるようになった。生物医学の分野では、たとえば、イメージングは、生命を維持する中心的な原動力である、複雑な生体分子、つまり、タンパク質についての知識を急速に広げることにも貢献している。遺伝的に決定されたタンパク質の形や機能を調べることは、今日、わが国の研究におけるトッププライオリティである。科学者たちは、このような分子が人間のかかる病気やほかの種に影響を与えている人間の病気に対する、画期的な新しい治療法への鍵を握っていると信じている。

原子サイズの顕微鏡的機器のソフトウェア主導エンジニアリングにおける画期的な発明によって、ユーザーは、原子や分子の目に見えない世界を見ることだけでなく、これらの原子や分子を物理的に扱い、実験を行うことさえできるようになる。こうした発明には、IT技術を使った光「ピンセット」や極小の探知針といったものも含まれ、ナノスケールの物質の画期的な新科学や技術の発展に貢献する(接頭辞「ナノ」は、10億分の一、または、 $10^{-9}$ という意味で、水素原子が10並ぶと、およそ1ナノメートルの幅になる。ナノスケールの科学についての詳細は24ページを参照)。



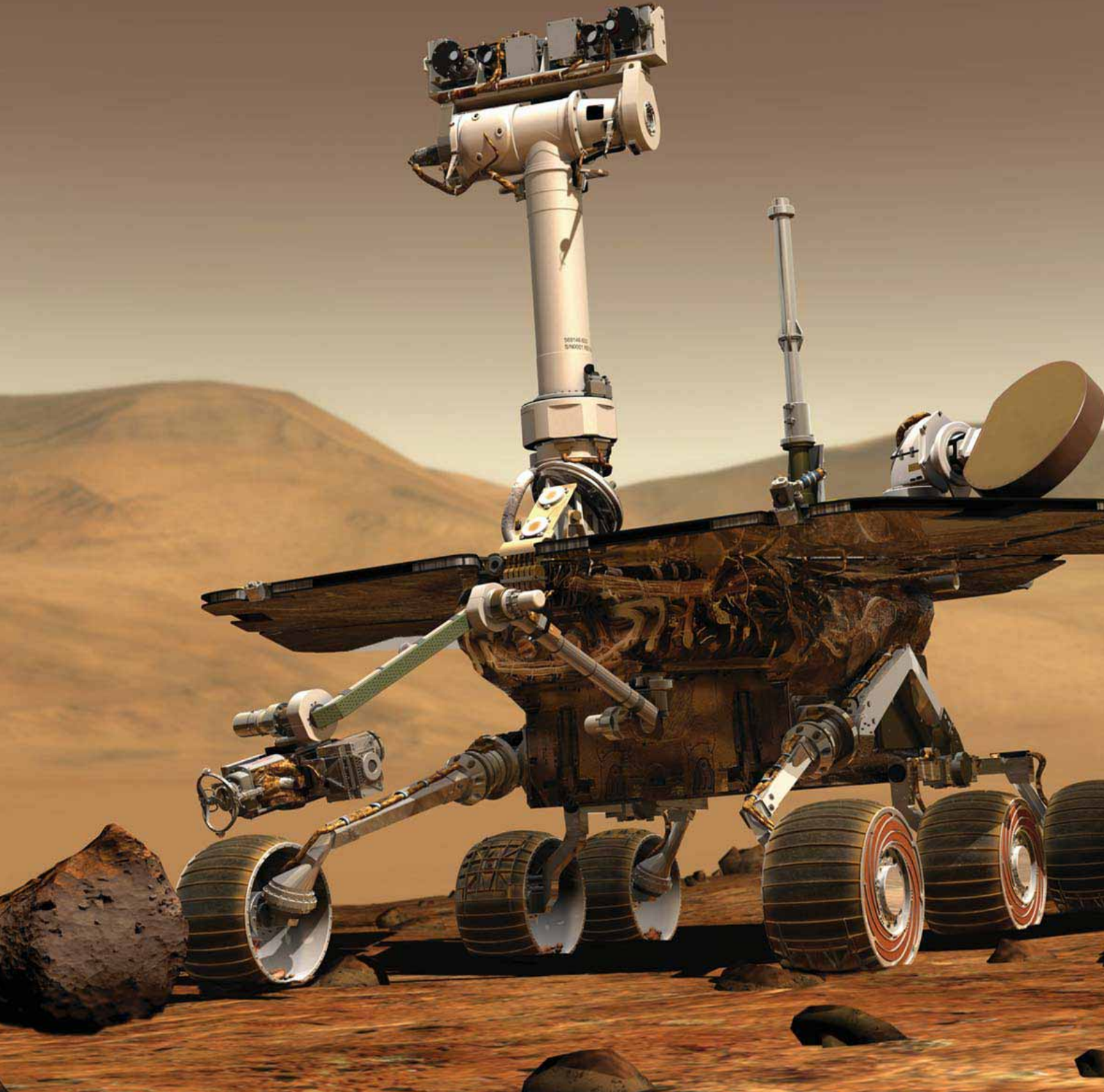
d) ミオサイトと呼ばれる、心臓を鼓動させる専門の心臓細胞をコンピュータ計算して作ったイメージ。細胞は、赤(ミトコンドリア)、青(DNA)、緑(F-アクチン)に色分けされている。  
 e) オオモミの種に落ちた珪藻(種類は不明)。詳細は52ページ。  
 f) 3D データには、地形と同じように、トポロジーが存在する。データ分析後、トポロジー的に同等な領域を色や透明度の違いで表示する自動化技術によって得られた、燃焼室に注入された燃料のイメージ。

g),h) 仮想現実ハードウェア・ソフトウェア技術によって、科学者が、データに基づく3D の構造を物質的に操作することが可能になる。詳細は52ページ。  
 i) 水分子 - ベクトル場に関するテクニックによって電子電荷密度をイメージ化する。詳細は52ページ。



科学技術の分野における  
リーダーシップの基盤

そこにある確かな存在：道具と視覚化



家に電話しよう - NASA の 2 台の火星探査ローバー、スピリットとオポチュニティ(2003 年 6 月 10 日に 6 ヶ月におよぶ 3400 万マイルの旅に出発した)との通信は、火星が過去 73,000 年の間で最も地球に近い位置にいることから恩恵を受ける可能性がある。1976 年のバイキングのときには 19 分だった、一方通行の送信にかかる時間は 11 分に短縮されるだろう。



診断用機器、コンピュータ科学および工学、そして、医療が交差するところでは、視覚化の技術は、また、新しいパワフルな診療器具を提供している。内科医や外科医は、骨折、腫瘍、血管閉塞等、ある患者の症状が、体内でどのような形になっているかを正確に見ることができ、治療法を考えると、その情報を視覚的に活用することが可能になる。内科医は、コンピュータモデリングを使って、関節の代替部品のような人工器官をカスタムメイドで作り、患者の特定の生体組織におけるその人工器官のデザインを評価することができる。

NIHとNSFのサポートを受けている、ハーバード大学の研究者たちは、このような次世代器具の開発の第一人者である。以前は何枚もの2次元の濃淡画像として提供されていた、CATとMRIを使った断面のスキャンニングから得られる何メガバイトものデータに始まって、科学者たちは、データをコンピュータ処理によって分割し、診断対象の主要な解剖学的特徴を提供しなければならなかった。高度に発達した視覚化の技術によって、データから、その特徴を大変忠実に3次元モデルで再現することが可能となった。一人の患者のこうしたイメージは、周辺の解剖学的環境、統計上の平均と比較した特徴の形や位置、考えられる外科的手段といった、状況的情報とともに階層化することが可能である。このプロジェクトが焦点をあてていることのひとつ、神経解剖学の分野では、イメージングの手法は、診断的な走査では得られない3次元の構造的関係を解明するために特に有用である。脳外科医は、手術の前準備として、また手術室でのガイドとして、このツールを使っている。

### 長期的調査

リソースの共有を実現するグリッド技術と高度なネットワーク技術が織り成すハイエンドな結合技術の先では、NITRDが資金提供した研究によって、現在、合衆国で一番高度な科学・医療研究に使う機器と研究者や学生をリンクさせ、研究者や学生に、オンラインで計算リソースやストレージリソースを提供することが可能になっている。NFSの先端コンピュータ・インフラストラクチャー全米組織(NPACI)とNIHが資金提供している、全米顕微鏡・イメージング研究センターとの共同プロジェクト、アルファテレサイエンスプロジェクトでは、センターの高圧透過型電子顕微鏡とそのデータをストリーミングビデオに入れてデスクトップに送る操作を遠隔地のユーザーができるようにしている。付属のアプリケーションによって、ユーザーは、完全な断層データが必要だと判断する前にそれが対象のデータかどうかチェックするため、顕微鏡の画像を低解像度のバージョンで素早く作成することができる。

テレサイエンスプロジェクトの開発者たちは、顕微鏡の使用ユーザーが分散型並列処理を使って、即座に3次元の断

面画像を生成できるようにする、グリッド対応の追加機能のプロトタイプを開発している。

もう一種の専門的なリソース、つまり人間のもつ専門知識に、さらに広範囲にわたってアクセスできるようにすることは、NIHが焦点を置いて取り組んでいる研究である。これをネットワークとテレプレゼンスの機能を用いて実現し、高度な医療トレーニングを行う。臨床医学の専門知識は知識以上のものを要する。つまり、それは、患者を検査し、外科的な処置を施す、実践的な経験から得られるものである。スタンフォード大学の研究者たちは、学生がインターネット上で外科的技術を経験できるように、NITRDが開発した「触覚」技術、つまり触覚をシミュレートするソフトウェアとハードウェアを用いている。ある場所にいる外科の名医が、コンピュータに接続されている触覚機器を使って外科的処置を「トレースする」。この機器がこの処置をソフトウェアに変換する。遠く離れたところのコンピュータを使っている学生がネット上からコピーを受け取ると、学生は触覚デバイスを手にもち、ソフトウェアに自分の手の動きを数回誘導させる。何回か練習してみたあと、学生はソフトウェアを使わずに自力でそのテクニックをさらに練習する。こうしたインタラクションは保存し、再利用することができる。

上述のようにひとつしか存在しないリソースにユーザーを結びつける以外に、NITRDの取り組みによって、分散型データ収集機器をネットワーク経由で接続し、いろいろなタイプと量のリアルタイムの経験的データを配布することが可能となる。これによって、孤立した科学者では一生かけても望めないような多数への配布が可能となる。DARPA、DOE/SC、NASA、NIST、NOAAおよびNSFが開発したりモートセンシング、イメージングおよびワイヤレスネットワークの技術は、空気や水の質、雨の酸性度、干ばつや火事の状況、地震や火山活動そして極氷冠の融解といった、さまざまな分野の国家的関心事に使用されるリアルタイムのモニタリングシステムをサポートする。

世界中で信頼されている主要な気象モニター機関として、NOAAは、衛星ベースのセンサー、156のドップラレーダー(NOAAとNSFの研究者たちが共同で開発した技術)、外航船およびブイ、ラジオゾンデおよび地上気象観測ステーションからなるグローバルネットワークから、毎日平均2.5テラバイトのデータを集めることになっており、情報のほとんどを誰でもオンラインで入手できるようにしている。NOAAのリアルタイム観測は、軍部および民間の天気予報、緊急時への備え、航空輸送や陸上輸送、農業や漁業、リクリエーションや観光といった、主な合衆国の活動分野にとって頼みの綱となっている。

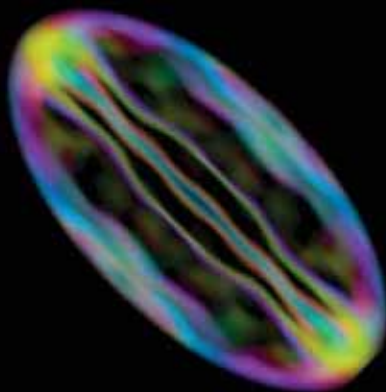
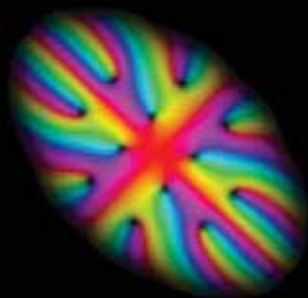
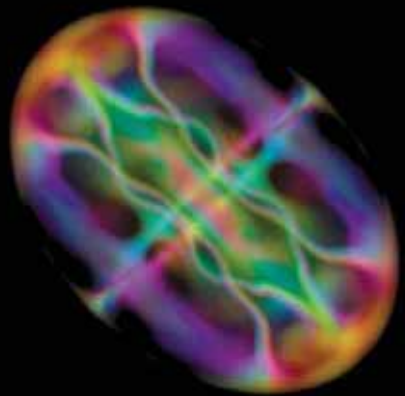
a) 今までの中で、最も複雑にIT機能を展開し、科学者や工学者たちは、高度に発達したハイブリッドネットワーク、新しいクラスのインタラクティブな協調プラットフォーム、リアルタイムで分散型の探検のプランニングを実現するカスタムソフトウェアツール、ローバーのリモートコントロール、データ分析およびイメージング - 複雑な活動を大きいスケールで協調管理するためにすべて統合されている - を使って火星探検を実行している。ローバーはカメラ、拡大鏡、分析計、ロボット掘削アームを備え、岩石層の生命反応を探索している。

## 科学技術の分野における リーダーシップの基盤

## 境界線を越えて - 学際科学

現在、あらゆる学問分野の境界線は、加速的なスピードで重なりあい、分野の収束が起こっている。収束した分野での発展は他の分野での進歩の種子となる。新しいツールは、多くの分野で使われ、さらには、学際的な研究を加速させるものである。

2003年2月 米国国立科学財団長官、リタ・R・コルウェル



a

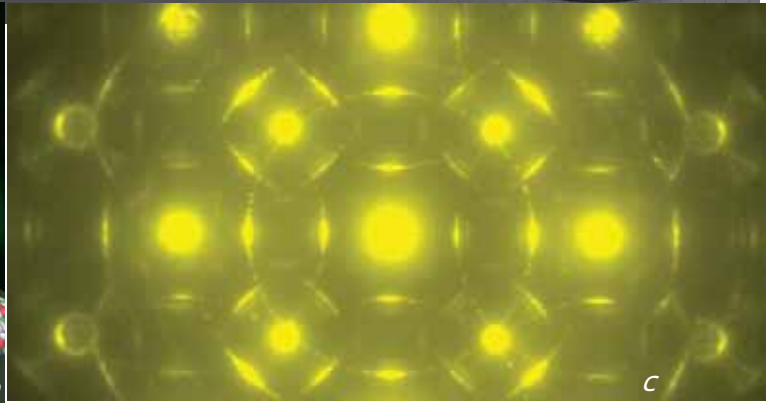
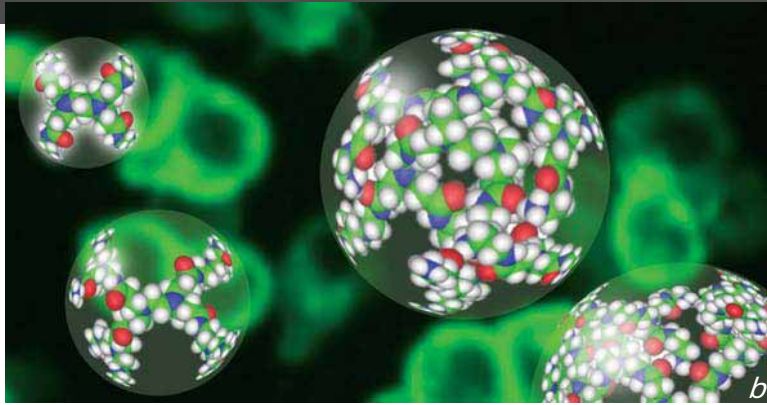
このように複数分野が相互にかかわることによって、さまざまな分野からの知識、方法や操作技術をその解決のために必要とする複雑な問題に取り組む研究者達のチームができ、彼らが今世紀後半の科学的な新事業を形成してゆくのだらうと、多くの科学者は信じている。この傾向を示す早期の統計がある。1990年には、原子の粒子の研究にDOEのシンクロトン光源を使っていた1600人の研究者のうち6%だけが生命科学分野の研究者だったが、現在では、これらの機器を使っている6,000人以上の研究者たちの40%以上が生物科学者である。

科学者は、今まで、地下水、雨、雲量、気流や気温、海流、植生や動物の分布、光合成率、極氷の厚さといったもののサンプルの観測材料をとり、こうした要素すべてがどのように適合するかを理論づけることによって地球環境を理解しようとしてきた。今世紀では、高度に発達した情報技術によって、上記のような影響を与える要素がどのようにお互いに作用するかを調べ、人類と相互作用する、また、人類によって影響を受ける複数のシステムが集まったひとつの複雑なシステムとしての環境に対する知識をより深めることが可能になっている。

### 生物学的システムの複雑性

NSFの主要なイニシアチブである、環境における生物学的複雑性計画は、ゲノムや分子以下のスケールから、マクロな気候的力や人間の活動の影響にいたるまでの範囲に、生物学的複雑性を体系的にマッピングする広範囲にわたる境界領域的分野の研究に資金援助している。ノースカロライナ大学の研究者たちは、たとえば、広い地域の公害地図を計算するための、化学的検知技術と断面写像機能をひとつにしたリアルタイムの環境走査システムを開発した。この地図は、化学成分や産業・農業残留物の分布を調べる際の重要な要素である、複数の化学成分を一度に描くことが可能である。

a) ボース・アインシュタイン凝縮(BEC)。NISTの研究者、エリック・コーネルらのチームによってデモンストレーションされた物質の新しい形で、これによりこのチームは2001年のノーベル賞を受賞した。BECは、原子がほとんど動かない状態になるまで過冷却されるときに作られる。シミュレーションのイメージは、量子捕獲実験においてBECによって形成されたユニークな渦巻状のパターン(明るい部分は原子の濃度が低いことを表す)である。



化学遺伝学と呼ばれる新興分野は、生物学者たちがヒトのタンパク質について学んでいることとこうした発見を臨床医学に適用する際のギャップを狭めるための顕微鏡的研究のツールを早期に開発するため、IT能力に頼っている。化学遺伝学の目的は、タンパク質の機能を活性または不活性させる小型分子を発見することである。研究者たちは、このような「分子のプロープ」を使って、がんや多発性硬化症、パーキンソン病といった病気においてタンパク質がなぜ機能しなくなるのかをさらに早く分析する。NIHの国立がん研究所から資金援助を受けている、ハーバード大学の化学者たちは、ChemBankを作成した。これは、オンライン貯蔵庫であり、生物化学者たちが使用したりデータ等を貢献したりできるもので、小型分子の化学的構造や特性、および付属のIT分析ツールを格納できる。ハーバードの研究室では、タンパク質の性質に対するさまざまな小型分子の挙動についてのデータを得るイメージングやソフトウェアツールを使う、自動化されたスクリーニング処理を行うことで分子プロープを体系的に特定している。

### 残りの半分を占める微生物はいかに生きているか

DOE/SCの「ゲノムから生命へ」プログラムでは、生物科学、環境科学、生物化学、コンピューティング科学の分野の、何百人もの連邦政府、産業界、大学の研究者たちが、微生物の世界にITベースの遺伝研究の手法を広げようと長期にわたって取り組んでいる。こうした小さな有機体は、地球全体の生物量の50%以上を占めており、生物地球科学的循環をコントロールし、土壌生産性、水質、および地球の気候に影響を与えている。

このような複雑な生物機械では、毒性のある廃棄物さえエネルギー源として使ってしまう、水素やメタンのようないろいろなエネルギーを生成する。このような仕組みの中に、科学者たちは、クリーンなエネルギーを作り出す手段を見出す。そして、さらに、大気から余分な二酸

化炭素を取り出し、冷戦の遺物として残された汚染された環境を修復するための手段を見出している。このような研究では、「ヒトゲノム計画」で開発された「高性能」な計算手法を適用して、微生物のタンパク質とその機能の確認をしている。しかし、大規模な微生物体系やコロナーについての、およびこのような微生物と環境との多次元で多様な規模の相互作用についてのデータを作り出し、それを分析するためには、今日のレベルをはるかに超えた計算力やツールを必要とするだろう。

### 多様なスキルを持つ科学者たち

「テクノロジーレビュー」誌によって2002年の世界トップ100技術革新者の一人に選ばれた、アイオワ州立大学の研究者、スルヤ・マラプガラダのような一個人の科学者の研究でさえ、現在の科学の多分野にまたがる学際的な流れを強調している。DOEとNSFがサポートする研究では、材料化学者や化学技術者が、生体分子化学、高度なIT機能、およびナノテクノロジーを、神経細胞を再生成する、ひとつの技術(神経細胞は、他のタイプの細胞に使われる手法にあわせて修正できない)に結合している。マラプガラダ氏とそのチームが作り出した極薄(1インチの数千分の一)の生分解性高分子フィルムの上で、マラプガラダ氏は、デジタル処理でコントロールされるレーザーとイオンに反応するエッチング機器を使って、数ミクロン(1メートルの百万分の一)の深さの溝を作る。その後、溝は、タンパク質とシュワン細胞(体内で神経細胞のミエリン鞘を形成するもの)でコーティングされ、末梢神経系の軸策が鞘のような溝にそれぞれ置かれる。軸策は、日に3~4mmずつ成長し、マラプガラダ女史は、ねずみの坐骨神経を再生成するためにこのテクニックを適用することに成功した。女史は今、このコンセプトを、さらに再生成が難しいとされる視神経のような中枢神経系にまで広げる方法を調べている。

b) ミシガン大学の研究者たちは異常細胞を特定し、その位置を報告し、そこに対象の治療を届ける媒体としての dendrimer の実験を行っている(dendrimerとは、独特の一定したパターンで枝分かれしている化学構造をもつ、球体の高分子である)。詳細は53ページ。

c) イリノイ大学の物質微量分析センターで行われている、DOE/IS が資金提供している研究の目的は、未来の電子技術を実現する、階層化した酸化物の薄い膜のような、ナノスケールのヘテロ構造の電子的特性を理解することである。



### 科学技術の分野における リーダーシップの基盤

### 領域の境界を越えて - ナノスケールの科学技術

生物システムは、極めて小さくなるのが可能である。細胞の多くは大変小さい。しかし、大変活動的である。細胞は、さまざまな物質を作り出し、歩き回り、小刻みに動き、あらゆる種類のすばらしいことをする - これらのことをすべて大変小さいスケールで行うのである。さらに、情報の保存も行う。われわれも自分たちの望むことをしてくれるものを、とても小さく作る可能性について考えてみよう - それは、極小のレベルでいろいろと巧妙な処理をしてくれるものが作り出せるということなのだ。

ナノテクノロジーの研究は、多くの長期的な研究を先導している。今日我々が知っているものとは異なるようなカスタム化設計された材料とか、病気と闘い健康を保つための革命的な技術、および、コンピュータシステムやほかの機械・電子システムの超小型化といった研究である。

しかし、ナノスケールの領域には多くのミステリーが存在する。たとえば、我々はまだ物理法則がナノスケール構造においてどのように働くのかを知らない。つまり、それらの振る舞いはマクロなスケールでの物理学から予測することができないのである。しかし、そうであっても、ナノテクノロジーは普通では考えられないような広範な領域における進歩がその未来にあることを約束している。それは、現在の研究の次のような例が示唆するようなものである。

計算および実験工学と科学に関する国際会議で最高の名誉ある表彰を受けた研究において、NASA の計算ナノ科学者と彼のチームはカーボンナノチューブを加工するプロセスを作りあげた。すなわち、今までに発明された中で一番強い新素材で、半導体または金属にもなる能力をもつ材料を作り上げたのである。そして、半導体論理回の中に入れたナノチューブを成功裏にデモンストレーションした。

この研究とこれに関連する研究のゴールは、ナノスケールのコンピューティング、センシング、通信、および、宇宙船の重量と大きさを急進的に減らすことのできる航空電子工学部品である。用途が広いナノチューブは、また、構造的アプリケーション用の強く軽い高分子複合材料にも使うことができる。NASA の研究によると、アルミニウム製の航空機の構造を炭素でできているナノチューブの複合材料と取り替えれば、大型の民間航空機の乾燥重量を 80%、燃料の使用量を 25% 減らすことができるといわれている。

#### 生体分子のモーター

ナノスケールに関する発見で最も驚くべき分野のひとつは、分子生物学である。たとえば、「ゲリムから命へ」プログラムに取り組んでいるような科学者たちはファインマン

**学** 的な科学はおそらく、ナノテクノロジーという新しい分野において最もドラマティックに現れるだろう。この分野においては、OSTP 長官ジョン・マーバーガーが言っているように、「すべてのものが原子でできているという考え方に基づいて操作することができるようになるのだ。」

ナノテクノロジーの開発は、IT によって、立ち上げられ、そして、また IT によってその実現を可能とされている。ナノテクノロジーの開発は、材料科学や工学、物理学、化学および生物学が重なりあう分野で行われている。

1 メートルの数十億分の一という寸法の世界で、ナノスケール構造は、主に先端的な IT を用いて研究されている。先端的 IT の能力によって、科学者は、個々の原子や分子を見たり操作したり、さらに、数学的な正確さでナノ構造力学をシミュレートしたりすることができる。

NITRD に参加している連邦政府機関は、ナノスケールの科学のためのツールを作り出すために、次世代の半導体および超伝導体材料や、チップ化するためのアーキテクチャ、およびマイクロレベルの加工プロセス、MEMS デバイス、光学や光電子技術、およびまだ想像の域にある分子コンピューティングの概念といった分野の開拓を行い、ナノスケールの世界探求の最前線に位置している。

DARPA、DOE/SC、EPA、NIH、NIST、NSA および NSF は、国のナノテクノロジー計画の中核的機関であり、この計画は、NITRD 同様に、2004 年会計年度における優先的に管理される研究開発となっている。

a) 複雑な実験室の技術とデータマイニングによって、NSF のサポートする研究者たちは、フェレットを妊娠させるのに必要なもので、また、がんの転移にも関与する、グルコース 6 リン酸イソメラーゼというタンパク質を特定することに成功した。

b) ある国際チームは、NIH の「可視人間」データのために開発さ

れた可視化ソフトウェアを使って、くじらといるかの泳ぐ技術の秘密を発見した。昔と現在の頭蓋骨を CT スキャンしたものを 3 次元で再構築したイメージは、最古のくじら類でさえ、哺乳類の持つ、自らのサイズにあった極小の半円の小管を持っていたことを示す。左から右へ。いるか、初期のくじら、プッシュベビー。

のいう「最小のレベル(ボトムレベル)」で生命が実際どのようなことを行っているのかを解明しようとしている。小さい車のように、たくさんの種類のタンパク質が、細胞より小さい物質を物理的に動かしたり、運んだりしている。タンパク質の複雑な形についての知識に続いて、研究者たちは、「生体分子モーター」、つまり、力またはトルクを生成し、タスクを実行するために形を変えるタンパク質について調査しているところである。

DOE、NIH および NSF がサポートする研究者たちは、電子顕微鏡と IT を採用した光ピンセット技術の魅力的な応用として、生体モーターのパワーをリアルタイムで計測しただけでなく、ウィルス感染の主要メカニズムと思われるものの存在を見出した。この研究によれば、土壌菌を破壊するウィルス、バクテリオファージ phi-29 が、通常の DNA のポリウムのおよそ 6,000 分の一のスペースの、キャプシドと呼ばれる自らの外部の殻に自らの DNA を多量に詰め込むことがわかった。この詰め込み作業には、57 から 60 ピコニュートンの力が必要とされる。これは研究者の説明によると、人間の大きさの次元に拡大して考えると、6 機の航空機を持ち上げる力に等しいということである。キャプシドで生成される内部圧力は 60 気圧で、これは、シャンペンのボトルの中の圧力のおよそ 10 倍である。ウィルスは、ホストとなる細胞に入らなければ自己の複製ができないから、この圧縮されたウィルスの DNA を、ウィルスがとりついた健康な細胞中へシャンペンのコルクのように爆発させて、侵入してゆくという考えを提唱している。

### ひとつの構造体へ

ナノスケールの分子の研究におけるまた違った一面、それは構造化された原子と構造化されていない原子の両方および分子がどのように自分達をより大きい構造体へと組織化していくのかを調べることである。科学者が「自己組織化」とよぶものを理解することは、薬剤や治療を体内の定められた位置に届けること、保護コーティングとカプセル化、イメージング、自動マイクロ加工といった利用法に使う新種の物質をカスタムデザインする能力を実現するための重要なステップである。高度に発達した IT 技術によって、たとえば合金の中にあるような無機原子や分子が形成する、かなり入り組んだ格子構造が確認された。しかし、有機物質における自己組織化のプロセスは、遺伝子からの指示によって支配されるもので、依然としてほとんど解明されていない。NSF がサポートする研究者は、2003 年 2 月に、このような研究におけるマイルストーンとなる成果を報告した。それは、ウィルスを包みこむタンパク質の膜を作るデンドロンとよばれる枝分かれする分子を用いて、255,240 の原子からなる自己組織化した液晶の格子をつくることに成功したのである。学会誌「科学」のウェブサイトで公表されたその結果は、自己組織化によって作られたいままでで最も複

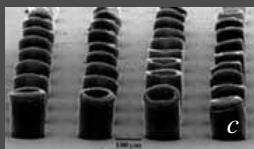
雑な有機構造であるだけでなく、それ以前は金属の中のみで見られた、入り組んだ構造的形態をも推定できる最初の有機化合物であった。

### 革新的なコンピューティングデバイス

IT がナノテクノロジーの将来に大変重要であるように、ナノスケールサイエンスは、IT の「赤いレンガの壁」、つまり、チップアーキテクチャの小型化、そして、その結果である計算スピードの改善に対する、迫り来る物理的限界を乗り越えるための手段と見られている。NITRD 計画は、生体分子化学と量子物理学の研究を、革命的な計算およびデータ記憶の技術の将来有望なソースとして考えている。たとえば、1 グラムの DNA は、 $10^8$  テラバイトのデジタルデータに相当するものを保存する。これは、現在最も大きい大容量記憶装置の容量のおよそ 1 万倍である。2002 年、DARPA、NASA、NSF および米海軍研究局がサポートする南カリフォルニア大学の科学者たちは、DNA 分子を使って、20 個の変数を持ち、100 万以上の可能な解を持つ計算問題に対して、正しい解答を与えるという、注目すべきバイオコンピューティングの実験に成功した。以前の DNA に関する実験では、最大で 9 の変数を持つ問題が解決されていた。「科学」誌は、「この画期的な研究は、分子計算が実現不可能なものではなく、生命工学のようなより確立されている専門分野に対して大きな影響を与える可能性を持つ、急速に発展している分野であることを証明するものである」といっている。

量子 IT の研究は、量子メカニズムのユニークな法則に従う、原子より小さい粒子(原子核、光子、電子など)が存在するという事実から話が始まる。これらの粒子は、計算の実行上の「項(term)」とみなすことができる。これらは、部分的に、同時に 2 進法の 0 と 1 の状態をとる。これら粒子の重複した量子状態は、キュービットと呼ばれる。そして、この重複した状態は、2 進法の世界に比べ指数関数的に高速な計算を実行する基本とすることが可能となる。

2001 年、NIST の研究者であるエリック・A・コーネルと二人のアメリカ人が、長い間理論化されてはいたが実験では証明されていなかった、原子がほとんど動かない状態が存在すること、つまりボース・アインシュタイン凝縮を証明して、ノーベル物理学賞を受賞した。量子状態の消失(原子が高速で回転し、移動すると、原子は千兆分の 1 秒で消滅し、原子のスピンの運動も消滅)が、量子計算を実現する上での根底にある障害であるため、低エネルギーのボース・アインシュタイン状態を生成できることは、重大な進歩であった。NIST とマサチューセッツ工科大学は、この研究結果に基づいて量子計算の雛形を提案した。DARPA、DOE/SC、NASA、NSA および NSF の研究者たちもまた、量子情報システムにおいてナノスケールの現象を見出す方法を追及している。



c) NASA の製造技術によって作られた、炭素のナノチューブ。各チューブは約 100 ナノメートルの幅。  
d) コーネル大学の研究者たちが作った生体分子モーターでは、アデノシン三リン酸加水分解酵素(ATP)が、1 秒に 8 回転という早さでニッケルのプロペラをまわす。柱の高さは 200 ナノメートルで、プロペラの長さは約 750 ナノメートル。





研究と学習のための基盤

知識の共有、リソースの共有

研究という山は日々高くなっている。研究者は、何千というほかの研究者がなす新しい発見や結論付けに圧倒される - そうした結論付けは、自分では理解する時間もなく、覚える時間はさらに少ない。職業上、我々の用いている研究結果の伝達や見直しの方法は、何世代も昔のもので、現在においては、その目的に対して全く使い物にならないものとなっている。

科学者バーネバー・ブッシュ - 1945年の「アトランティックマンズリー」誌掲載の論文より。この論文においてブッシュは情報の蓄積と検索のための構造化された装置、Memexを提案している。

b) ジョージブルックショー著「花を描くための新しい専門書、あるいは、すべての女性は自分自身の図画教師」(1818)からの口絵。ウイスコンシン大学の装飾芸術と物質文化のためのデジタルライブラリ (<http://libtext.library.wisc.edu/DLDecArts/>) より。



c) ミドルテネシー州立大学の司書、ケン・ミドルトンによって開発されたウェブ・リソース、リサーチガイド「アメリカ女性史」より第一次世界大戦のポスター (<http://www.mtsu.edu/~kmiddlet/history/women/wh-intro.html>).



d) タフツ大学のロンドン史に関するボレスコレクションより、19世紀の彫刻。西洋文化の歴史に関する資料を集めた、NSFがサポートするペルセウスデジタルライブラリからアクセス可能 (<http://www.perseus.tufts.edu>).

e) モンティチェロ園マサチューセッツ歴史協会のデジタルアーカイブは、アメリカ議会によるアメリカの財産保存プログラムによってサポートされている (<http://www.thomasjeffersonpapers.org>).



f) 母校のインディアナ大学のホーギー・カーマイケルコレクションより、サイン入り自筆の「スターダスト」の楽譜 (<http://www.dlib.indiana.edu/collections/hoagy/>).



a

a) 楔文字でかかれた表。人類最古のデータ蓄積と情報管理の技術のひとつ(紀元前約3300から2000年)で、これらの表を新たに翻訳する研究が楔文字デジタルライブラリ (<http://cdli.ucla.edu>)の中心的活動である。詳細は、53ページ。



g

g) オープンビデオプロジェクトのトーマスエディソンの映画には、第一回アメリカ杯、キャッシング対レオナルドのボクシング試合の様相が入っている

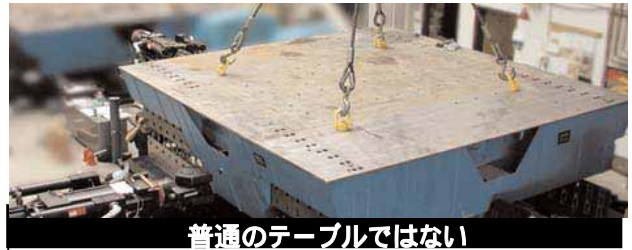


**バ**ーネバー・ブッシュがデータ集約的な世界での情報の過負荷について語ってから半世紀以上が過ぎた現在、高性能のネットワーク、コンピューティングおよび情報管理の技術は、彼が思い描いていたよりも、はるかに高度に人間の思考をサポートするシステムを実現している。こうしたサポートシステムは、自身ではめったにニュースとはならないのであるが、NITRD 参加の連邦政府関連機関に対する投資によって開発された、中心的な知識を集めた、多様性に富んだデジタルライブラリは、研究分野のみならず、教育及びトレーニング、医療および健康管理、重工業および製造業、薬剤のデザイン、ビジネスとビジネスを結ぶ各種技術、農業、およびそのほか多数の試みにおいて、急速な革新を遂げるために必要不可欠にしてかけがえのないリソースとなった。

デジタル化された題材にはさまざまな形がある。一箇所でひとつの組織によって作られ、管理されているものもあれば、ユーザーが広く分布しているデジタルアーカイブにアクセスできるようになっている、ウェブベースのフレームワークやプロトコルの場合もある。このような題材には、イメージやアニメーション、ソフトウェア、音、ビデオ、さらに、データやテキストも含まれる。NITRD がスポンサーとなっている研究は、人間が必要な情報を見つけ、それを組織化し、それを使って作業することが自分のデスクトップ上でできるようになる IT 能力の研究に先鞭をつけた。こうした各種技術には、たとえば、ウェブブラウザ、サーチエンジン、データマイニング・分析・管理ツール、メタデータのフレームワーク(デジタルレコードの発生源や性質をユーザーに理解させるのを支援する情報)、データ表示・操作ツール、言語翻訳方法、といったものがあるが、これらは、ユニバーサルなデジタル知識システムに対する技術的基盤を提供する。

しかし、研究は完成からは程遠い。NITRD 参加の連邦政府関連各機関の横断的研究は、2003 年、2004 年会計年度も引き続き行われ、そこでは次のよう本質的な技術的問題が取り組まれる。すなわち、複数のファイル形式や見出し付けの規約(インデックス・プロトコル)、インタフェースなどの間の相互運用性を始め、データ管理や貯蔵、正当性確認や、ネットワーク上の隘路、長期的保存といった問題である。こうした取り組みは、すべての分野における共有可能な知識の深い蓄積を活用するうえでの緊急的要求を反映している。これらの研究によって、これまでの発見の価値を最大とし、重要な進歩の可能性を高めることになる。NITRD のデジタルライブラリが達成した結果や継続されている研究内容のいくつかの例を以下に示す。

**E-プリントネットワーク** - DOE は、科学や技術の分野で、



普通のテーブルではない

リソース共有の重要性は、次のような実例で典型的に示すことができる。ポイントとなるリソースは、NSF の地震の技術シミュレーションネットワーク(NEES)の一環として、ネバダ大学レノ校で建造中の数トンもある「振動するテーブル」である。これは、費用のかかる特殊な研究設備である。地震とおなじ力でこのようなテーブルに載せた実験用の負荷を振動させるユニークな重機械を装備するには、構造的に強化された研究室が必要だが、このような研究室を建設できるのは少数の大学のみである。しかし、実際の地震が起きたときの被害を計測する以外に、振動するテーブルは、耐震建造物の設計方法を研究する際の主要な科学的ツールとして使われている。

ハイエンドなコンピューティングおよびブロードバンドネットワークの能力を使って、NEES グリッドによって、全国の地震工学研究者たちが、リアルタイムでこうした実験を観察したり、実験に参加したり、また、共通アーカイブに保存されたデータを活用したり、地震の影響を研究したり弾力性のある建造物を設計するための高度なモデリングおよびシミュレーションソフトウェアを共有したりできるようになる。

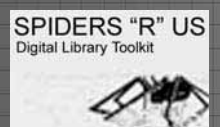
印刷にまわされる前の報告書を購入できる世界最大の「ワンストップショッピング」のサイトを管理している。こうした、科学者たちが、自らが手がける、進行中故に未発表の研究について書いた報告書は、合衆国の研究界にとって欠かせないリソースとなっている。E-PRINT の Alert(お知らせ)機能によって、ユーザーは、自分の興味を特定し、それに関連する新しい情報が追加されると通知を受け取ることができる。生物学、化学、コンピュータサイエンス、工学、環境科学、材料科学、数学、物理学、および、その他の DOE が関心を持っている分野に関する科学報告書が扱われている(<http://www.osti.gov/preprints>)。

**E-標本** - テキサス大学オースティン校の、NSF が資金援助している複数のプロジェクトは、生物学の標本を集めたライブラリへのオンラインアクセスを提供する。DigiMorph 標本ライブラリは、コンピュータ処理された X 線断層撮影のデータを集めたアーカイブで、そのアニメーションや詳細は、世界中の研究室や教室で使われている。e-スケルトンプロジェクトによって、ユーザーは、骨学のデータベースで、ヒト、ゴリラ、ヒヒの骨およびこれらの骨についての情報を調べることができる(<http://www.digimorph.org/> および <http://www.eskeletons.org/>)



ヘレサウルス *ischigualastensis* の頭、最古の恐竜として知られている。三疊紀後期より、1959 年にアルゼンチンにて発見。テキサス大学、デジモーフコレクションからのイメージ。

アリゾナ大学の人工知能研究所プログラム、Spiders"R"US は、ウェブ上の知識発見のための次世代検索エージェントツールを開発している(<http://ai.bpa.arizona.edu/spidersrus/>)。



研究と学習の基盤

知識の共有、資源の共有

### 時間と地形の タペストリー



a



NITRD 参加の連邦政府関連各機関がサポートするデジタルライブラリの数々は、文化、教育、技術、科学に関する情報の膨大なデータを一般大衆に提供している。

a) 学生、教師、および一般の方々のための新しいオンライン資源、米国地質学研究所の時間と地形のタペストリーインタラクティブマップは、北米の地質学と地形学に関する最も正確で詳細なデータを融合している。ユーザーは、山の形成、河川の浸食および堆積物、氷河作用、火山活動、およびその他の 260 億年にわたる変化の過程からなる地質学の歴史を探検できる。



**GenBankおよび関連データベース** - 国立医学図書館の米国生命工学研究所は、ヒトゲノムプロジェクトで解読されたゲノム配列、すなわち、現時点のヒトゲノムのドラフト、および、そのほか800種の読み取りの完了した生物もしくは生物器官のゲノム配列についての検索可能な公開データベースを管理している。世界中の科学者たちは、新しいデータをGenBankへ送りつづけている。これらのデータによってもとのヒトゲノムのドラフト配列はより正確なものへと改定されたり、他の生物種の配列がより充実されていく。ウェブサイトでは、このようなデータベースを用いて研究するためのいろいろなツールを提供するほか、ヒトの遺伝性疾患のカatalogなど関連する情報のアーカイブを利用するツールも提供している(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>)。

**国際子供向けデジタルライブラリ(International Children's Digital Library)** - このNSFがサポートしている取り組みでは、メリーランド大学、インターネットアーカイブという組織、および、国際的パートナーが、子供の読者のために、100種の文化や新しい技術に関する10,000冊もの子供向けの本を作成している。この図書館は、世界中の3歳から13歳の子供にサービスしている(<http://www.icdlbooks.org>)。

**NASAの宇宙関連コレクション(NASA Cosmic Collection)** - 大規模な技術移転の分野としては、NASAは、500以上のNASAが設計したソフトウェアプログラムを、一般利用可能なオープンソースのリソースとして公開している。化学、航空力学、および、工学設計といった分野で使われるこうしたソフトウェアは、オープンチャンネル基金によってオンラインで提供されている(<http://www.openchannelfoundation.org>)。

**米国ガイドライン情報センターおよび米国品質基準情報センター(National Guidelines Clearinghouse™ and National Quality Measures Clearinghouse™)** - AHRQが作り上げたこれらのオンラインアーカイブは、臨床医学者や医療従事者に、他に類を見ない固有のリソースを提供している。これはこの種の広範囲のデータベースとしては、最初のもので、体系化された治療に関する知識、公式の診療ガイドライン、そして臨床医学の分野の医学、健康管理、政府の組織によって作られた、実績にもとづいた品質指標を含んでいる。米国医師協会および米国ヘルスプラン協会が参加する、ガイドライン情報センターは、病気や病状、治療法や医療行為、ソースとなっている組織、および関連するリソースとなっている書類に関するガイドラインを保持している。ユーザーは、オンラインのソフトウェアユーティリティを使って、多様なガイドラインの内容を比較できる。品質基準情報センターは、健康管理分野の複数の組織によって作られた、臨床的実績(病院の肺炎発生率など)の定

量的基準を客観的に要約したものを提供する。ユーザーが測定情報を比較できるようにするソフトウェアも提供されている

(<http://www.guideline.gov/>) および  
(<http://www.qualitymeasures.ahrq.gov/>)。

国立科学デジタルライブラリ(National Science Digital Library) - 2004会計年度、NSFが資金提供する研究では、科学、技術、工学および数学の分野において、全国の高校・大学レベル教育で使う、中心的知識、教材、学習資料の総合的なコレクションの開発を引き続き行う(<http://www.nsdli.org/>)。

**NIST データゲートウェイ(NIST Data Gateway)** - ひとつのオンラインポータルを通して、ユーザーは、原子スペクトル、化学、数学および物理定数から、較正および製造基準、製品デザイン、材質の特性および熱物理のデータにいたるまで、広範囲にわたるトピックについての基礎的な科学的情報や有効な参照データを含む、NISTが開発した80を超えるデータベースにアクセスできる(<http://srdata.nist.gov/gateway/>)。

**タンパク質データバンク(PDB=Protein Data Bank)**  
- 生体高分子構造の3Dデータの国際的保存場所として、PDBは、タンパク質の複雑な形や活動、および病気の原因や仕組みとの関係について、現在行われている研究において大変重要なサポートをする役割を果たしている。DOE/SC、NIH、NISTおよびNSFが共同で資金援助している、この無料のインタラクティブリソースには2002年に5000万回ほどのアクセスがあり、このリソースから、研究者たちは、複数の技術(X線結晶学、核磁気共鳴、および計算モデリング)を使って生成された10,000種以上の個々のタンパク質についての有効な構造データを見つけ、それをダウンロードできる。研究者たちは、また、このコレクションに自分の研究結果を提供することもできる(<http://www.pdb.org>)。

**PubMed** - 生物医学科学および医療に関連する、現代の科学文献を集めた、世界最大のオンラインコレクションである、この一般公開されているリソースは、NIHの国立医学図書館によって設立、管理され、4,500の学会誌から抜粋された1200万もの記事を保存している。2003会計年度には、4億回以上検索されることが予想される(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/>)。

**MEDLINEplusは**、特に消費者向けにデザインされた手引書となるオンライン図書館で、1億回近く検索されることが予想される(<http://www.medlineplus.gov>)。

21 世紀の社会の  
ための基盤

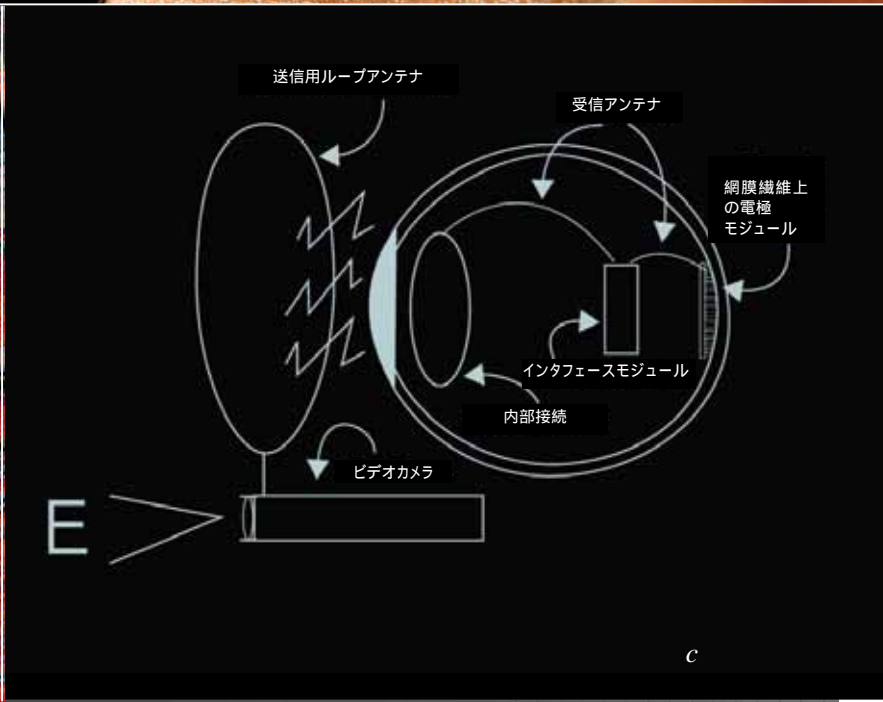
教育、トレーニング、科学技術、チャンス



b



a



c

a) NASA のハイパースペクトルイメージング技術によって、地球表面の特徴と植生に関する細かい情報が捉えられた。科学的農法は、いまや、耕作を調整し、生産性を高めるために、イメージングと連携している。

b) DOE/SC が資金提供する、官民の共同チームは、視力を回復させる、ごく小さいMEMS 技術を開発している。黄斑変性症のような目の病気は、光を、脳に送る電子的メッセージに変換する桿体細胞と錐体細胞にダメージを与える。  
c) プロトタイプでは、めがねに取り付けられるビデオカメラが、網膜神経を刺激する目の中の MEMS 装置に、ループアンテナ経由で、信号を送る。



情報通信技術は、世界中で多様な文化に生きる人々の生活様式に計り知れない影響を与えている。過去に存在したどの技術もこれほど早いスピードで広まり、これほど大きな変化を与えたものはなかった。世界中のさまざまな社会の変貌は始まったばかりである。

2003年3月 ジョン・H・マーバーガー三世、OSTP局長

**革**新は、教育および情報やアイデアの豊かな源、そして、さまざまなものを実現する技術へのアクセスがもととなって、生活のあらゆる営みにわたり、いろいろな形をもって、現れてくる。以下は、こうした多様性がいかに広範囲にわたるかを示す例である。

### 計画を立てる人間

1990年代、ノースダコタに住む一人の農民が、おなじ地域に住む仲間の農民が自分たちの土地の生産性を費用対効果の面で高める方法について、あるアイデアを思いついた。NASA、モンタナ州立大学およびミネソタ大学からの技術的サポートを得て、彼は、Agri ImaGIS という会社を立ち上げた。この会社は、合衆国とカナダにおいて精密な農業を実現するための、人工衛星を使ったりリモートセンシング(遠隔計測)による画像データの送信および分析を行うソフトウェアの世界初のインターネット対応プロバイダー事業を行った。クライアントは、[www.SATshot.com](http://www.SATshot.com) にログオンし、無料で、A/Satshot Viewer をダウンロードする。このソフトウェアは、NASA のイメージングソフトウェアをベースとして、この農業経営者と大学のスタッフがこの農業用アプリケーション用にカスタマイズしたものである。大手通信衛星会社と提携を結んでいるので、Agri ImaGIS のサイトから、ユーザーは、購入を希望するものに整合した近赤外画像を指定して、そのパッケージをダウンロードすることができる。その後、希望する情報を取り出すソフトウェアを使って、植生密度や活力、土壌の状態、水分レベルといった条件によって示される、生産性の高いエリアや低いエリアを特定する農地の区画と境界線の基本的な地図を作成できる。さらに Map ImaGIS というツールを使って、ユーザーは、この地図の区画ごとに、散水量や種まき、施肥といった指標などの区画管理情報を重ねることで、区画の特性に合わせた精密な農業を実現できる。

### 診察における警告

ペンシルバニア大学医学部では、肺炎にかかるリスクの高い、人工呼吸器をつけている重病患者を治療している医師たちが、肺炎を検知する早期警告装置として、手持ちタイプの「AcousticNose」センサーアレイのテストを

行った。従来の X 線および細菌培養による診察方法では、数日かかることもある。しかし、NSF がサポートする、カリフォルニア工科大学神経形態システム工学センターの研究者たちが開発した技術、この「Nose」は、感染した患者としていない患者をはっきりと区別したのである。現在では、パサデナのシラノサイエンス社によって「シラノーズ」という名で商品化されている。そのセンサーアレイは、カーボンブラックと高分子の複合体でできており、あらゆる種類の化学気相を検知するようにオーダーメイドで作成ができる。それは、患者が吐き出した息中の分子と相互作用し、その結果、ユニークな電気的応答を起こし、それがコンピュータ画面に点のパターンで表示される。リスクのある患者全員に予防措置として、抗生物質による治療を行う必要がなくなるばかりなく、時間のかかるテスト結果の確認を待っている間に、医師は、感染を示す患者のみに抗生物質を処方することが可能となると、この研究を指導した医師は言っている。

### 命を救うITネットワーク

2002年、NOAA、沿岸警備隊、空軍およびNASA が共同サポートする、IT ベースの国際捜索救助警告ネットワークによって、171 人もアメリカ人が、個人的な航空機事故や海難から救出された。1982年に合衆国、カナダ、フランスおよびロシアが始めた冷戦時代のプログラムで、現在では 36 カ国が参加し、24 時間体制で、合衆国とロシアの衛星および地上のコンピュータステーションのネットワークで受信したラジオビーコン救難信号を中央施設に送って位置の分析を行い、そこからさらに、一番近い救助チームへと信号を送るというシステムである。このシステム、COSPAS-SARSAT システム(頭文字の詳細については 54 ページを参照)は、4500 人のアメリカ人を含む、14,500 人もの人を世界中で救助してきた。連邦情報通委員会に対する NOAA からのリクエストに応じて、2003年7月1日現在、アメリカ大陸で活動するアウトドア冒険家もまた、406 メガヘルツのパーソナルロケータービーコン(PLB)を装着することを許可されている。この装置をつけることが義務付けられている個人の航空機や船舶と異なり、荒野に出かけるときに COSPAS-SARSAT の保護を受けることを希望する人は、必要なときには早急に救助活動が行われるよう、PLB を NOAA に急いで登録することを勧める。

### ある父親によるソフトウェアの発見

ジェンという名前の 11 歳のニューヨークに住む女の子は、重症の筋ジストロフィーの一種である脊髄性筋萎縮症のため、以前は家に閉じこもったきりだったが、今は家にあるコンピュータを使って、友達とのコミュニケーションや、ネットサーフィンや、学校の授業を受けたり



21 世紀の社会の  
ための基盤

教育、トレーニング、科学技術、チャンス



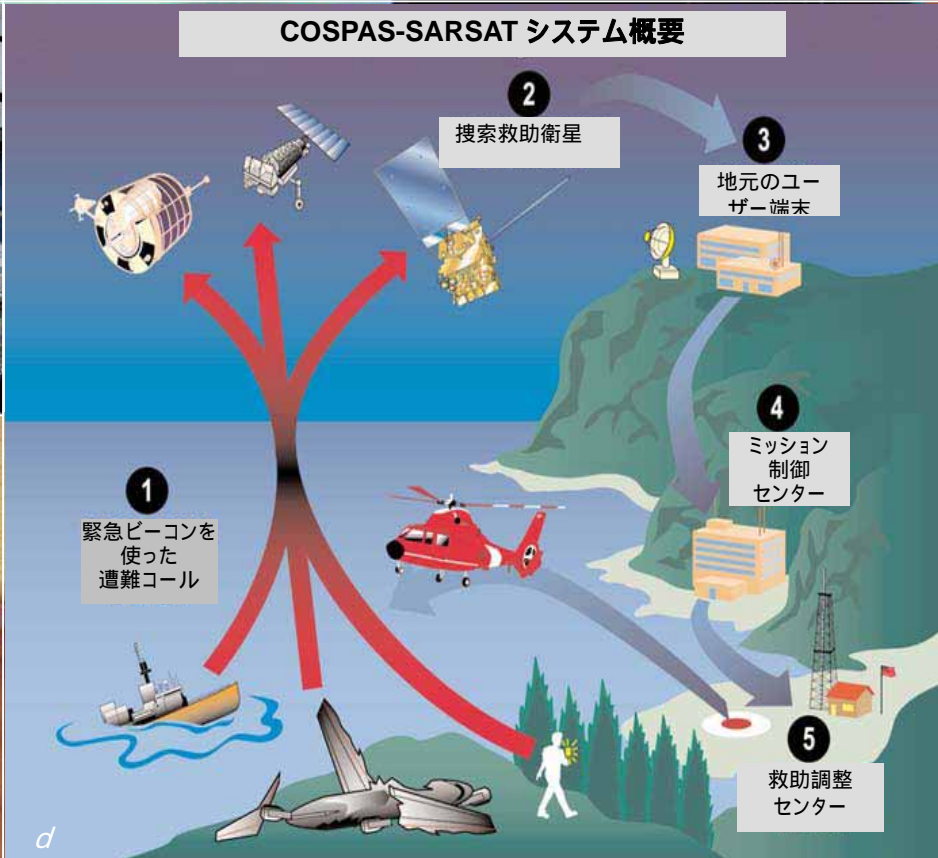
a



b



c



d

b) DOE と NSF の QuarkNet イニシアチブは、高校の物理の先生と生徒をフェルミ国立加速器研究所(フェルミ研究所)へと招待した。昨年の夏、フェルミ科学者は先生たちに宇宙線探知機を作る手助けをしたのである。

c) NASA の新たな天文学点字本はコロラド盲学校の生徒に評価された。  
d) 数 1000 もの命を救った NOAA コスパス・サルサット国際捜索救助ネットワークの図説



a) 研究者テリー・ウィノグラッド氏(左から二人目)の生徒たちがスタンフォード大学の、NSF が資金提供しているプロジェクトで、共同研究における高度な技術の将来的役割を調べるために、「iRoom」というインタラクティブな作業環境の能力をテストしている。



e



f

e) NASA の研究者たちは、スタンフォード大学医学部の心臓の専門家たちと共同で、エージェンシー流体力学モデリング技術を適用し、医師が患者の血液の流れや詰まりを見たり分析したりすることを可能とする、革新的な外科治療のプランニングツールを開発しようとしている。

している。ジェンの父親が DARPA と NSF がサポートするカーネギーメロン大学の研究者たちが開発した無料ソフトウェアを偶然見つけたおかげである。この 2 種類のソフトウェアは、デスクトップコンピュータにつないで、パーソナルデジタルアシスタント(PDA)の新しい使用法を調べるプロジェクトの一環として設計されたもので、「ベータテスト」のために、興味を持った人たちが誰でも使えるように、ウェブ上に載せているものである。PDA をリモートキーボードとマウスに変える人もいれば、コンピュータ処理を自動で行うために、ユーザーが PDA にショートカットのボタンを作れるようにする人もいる。ジェンは、すばらしいモーターコントロールを持っているので、PDA のペンシルスタイラスとタッチスクリーン機能を簡単に使いこなすことができる。ジェンの父親による運がいい発見を受けて、CMU チームは、肉体的に制約のある人々にとって、いろいろな技術がいまよりさらに広く役に立つような方法を見つけようと研究を続けている。

### 話をする光

ボストンのスポールディングリハビリテーション病院で、NIH と NSF の資金援助を受けている研究者たちは、通常の蛍光灯の光のちらつきを使って、患者が携帯する光電セルのついた PDA に情報を送信し、患者に診察予約、部屋の場所、その他、入院患者にとって便利な詳細情報について知らせるという技術のデモンストレーションを行った。この発明は、外傷性脳損傷がある患者でさえも、自動的に道案内ができ、2002 年の研究開発トップ 100 を受賞し、現在、ボストンのトーキング・ライツ有限会社によって商品化されている。

### 次世代のマイクロプロセッサ

DOE 研究室の研究チームは、チップ業界に、次世代のチップ製造における次世代版と考えられるマイクロプロセッサ製造技術を移転した。この技術により、現在の技術によるより数十倍の速さと、40 倍の記憶容量をもつプロセッサを生産することができる。この新しいリソグラフィ技術は、通常の紫外線の光(UVL)より 10 倍以上波長が短い極紫外線の光(EUVL)を使っている。極紫外線を使うことにより、従来の紫外線を使用した時よりもはるかに多くの機能をチップに埋め込むことができる。このプロトタイプをさらに洗練するための研究開発を共同で行う産業界のコンソーシアムが作られており、その契約は、Intel がリーダーとなり、AMD、IBM、インフィネオン、マイクロテクノロジーおよびモトローラといったメンバーが参加している。2003 年 2 月、この DOE のチームは、その業績により、テクノロジートランスファー賞の優秀研究室賞を受賞した。

f) 高校生が Fermilab で電子回路の論理基板を組み立てている。

## 電子政府: 流れるような国民へのサービスの実現

連邦政府全体を通して、国民へのサービスの改善と手続の一元化のための新しい構造がIT研究開発を基盤として立ち上がっている。政府の電子政府戦略のもと、各機関は、ふたつの野心的な目標 - 国民が政府のサービスや情報に素早く、簡単に、そして安全にオンラインでアクセスできるようにすること、そして、IT関連の標準と手続を協調的に開発することで、内部で何重にも重なって存在する、事務処理や情報のやり取り、情報処理システムを徹底的に減らすこと - に向かって急速に動き出している (<http://www.egov.gov/>を参照)。

一例をあげると、2003年4月、DoDと保険社会福祉省は、高く評価されている復員軍人援護局(VA)の電子健康記録システムのフレームワークを、安全な、国の健康情報インフラにむけたキーステップとして、採用することを発表した。VistAシステム(復員軍人健康情報システムおよび技術アーキテクチャ)は、NISTによってVAのために開発されたEnterprise Single Sign-onとともに、福祉を向上し、ペーパーワークを減らす、患者中心の安全な健康記録インフラの優れた一例と考えられている。

電子政府プロジェクトはまた、連邦政府の調達、助成金付与、給付金のためのシステムのITベースを活用した簡素化に向けて研究をすすめている。NITRD計画は、各種サービスへの国民からのアクセスを保証し、計画の目的にあわせて州政府・地方自治体と民間セクターとの提携関係を確立するための、電子政府の技術的活動をサポートしている。さらに、NSFのデジタル政府プログラムは、すべてのレベルにおいて政府の各種サービスへの一般からのアクセスを拡張する、新しい技術を開発するための多様なテクニカル研究開発の取り組みをサポートしている(<http://www.dig.gov/>)。

草の根レベルの共同プロジェクトの一つでは、NITRD参加の連邦政府関係各機関やその他の機関のデジタル設計者が、政府をよりユーザーに便利なものとする、大変見やすいscience.govという新しいウェブポータル - を作成した(<http://www.science.gov/>)。このポータルは10の連邦政府の科学機関のオンラインアーカイブにある国民の宝ともいえる科学・技術情報の情報源へのリンクを、カテゴリーごと、およびアルファベット順に整理し、1箇所から探せるようにしたものである。そのほか2003会計年度に行われた電子政府関連の開発では、最初のシーズンで数百万人が利用した無料のオンライン連邦政府税申告システム、国民が提案された法案のテキストにアクセスしたり、コメントを提出したりできる、regulation.govというウェブポータルがある(<http://www.regulation.gov/>)。

## 人材開発のためのNITRDによるサポート

思考が拡大すると、新しいアイデア - 発明 - が数多く浮かぶ。このような理由から、NITRDによる研究が継続的に焦点を置いているのが、すべての人が個々の能力やスキルを向上させる助けとなる技術である。ロボット工学、音声認識、音声起動、マルチモーダルインタフェース、および、ワイヤレスリモートコントロールシステムといった分野でのNITRDの資金援助による研究から開発された、支援技術やデバイスは、あらゆる年代の障害をもつ人々が今よりもっと十分に、自力で、社会参加できるようにしている。

NITRDの研究投資は、明日のトップレベルの合衆国の技術労働力に対して高度な教育やトレーニングをほどこし、また今日のIT研究のリーダーたちを支援し、国益を考えると、直接的な人材育成の役割を果たしている。NITRD参加の連邦政府関連各機関はまた、生命情報学、情報世界におけるセキュリティ、および先端的科学計算といった戦略的分野において、優れたIT専門家のプールを拡張することを目指す国の主要トレーニングプログラムもサポートしている。

NITRD参加の連邦政府関連各機関は、科学、数学、工学および技術教育における革新を積極的に支援している。そのために、教育目的のためのオンラインアーカイブの活用を推進し、子供たちや青年たちが学習活動に使える特別なウェブサイトを提供している。連邦政府各機関の中でNSFは特別であり、全ての科学分野を対象とする米国の研究と教育を推進するという幅広いミッションを担っている。NSFは、あらゆるレベルにおける、教育と訓練に対する人間の認知能力の発達や先端的なITの応用についての土台となる研究を支援している。NASAの学習技術プロジェクトは、教師が、第14学年までの生徒を地球と宇宙の科学の楽しさを体験させることができる、高度なマルチメディアカリキュラムを開発している。

NSFが支援するNITRDにおける研究の新興分野、つまり、社会、経済、ITの労働力に対する影響についての学際的研究は、政策立案者や国民が、21世紀の社会におけるITの応用について、より適切な評価と情報を得た上での決断をする際の助けとなるような、基本的な経験的発見と知識を開発している。この研究は、仕事、教育、商業および研究の環境における新しい情報技術の影響、女性やマイノリティにとってのITキャリアへの障壁、知的財産および情報のプライバシーに関する問題、デジタル社会への市民の参加、技術デザインにおける人間的価値といった問題を研究している。



## NITRD 参加の連邦政府関連機関: 研究の方向性

**AHRQ** - アメリカ医療研究・品質調査機構 - は、コンピュータベースの患者記録、診療判断支援システムのほか、患者のケアに関するデータ、情報アクセス、遠隔診療の標準化、といった医療関係のアプリケーションでの使用を目的にした、最先端のITの研究を専門にしている。

**DARPA** - 国防高等研究計画局 - は、未来の世代のコンピューティング、通信、ネットワーキングの研究のほか、組み込みソフトウェアおよび制御技術、および、戦場での認識、つまり、戦場で敵国言語の文字や音声から情報を理解できる形で抽出する技術、のような国防アプリケーションにおける情報技術の人間による使用を専門にしている。

**DOE/NNSA** - 米国エネルギー省・国家核安全保障管理局/高度シミュレーションおよびコンピューティング (ASCI) - は、核兵器システムの性能を評価する新しい手段を開発し、これらの手段の安全性と信頼性を予測し、高精度のコンピュータモデルとシミュレーションを使って、これらの手段の機能を保証することを目的に設立された。

**DOE Office of Science** - 米国エネルギー省科学局は、科学的教義における研究者が、DOE にとって重要な物理的、化学的、生物学の複雑な現象をモデル化、シミュレーション、分析、予測することを可能にする、計算およびネットワーキングツールの検査、開発、展開を行っている。また、その研究が DOE のミッションに不可欠だと思われる、地理的に離れたところにいる研究チームや実験設備を遠隔から利用するリモートユーザーのサポートも行っている。2004 会計年度は、科学局が主導する、高性能コンピュータ利用科学技術研究の助成プログラム、SciDAC の 4 年めにあたり、DOE の研究が注力している科学分野の次世代科学シミュレーション・コラボレーションツールに焦点をおいている。

**EPA** - 環境保護局 - が掲げる IT 研究の目標は、連邦政府、州政府、地方自治体のレベルで、また政府以外の関連団体によって、学際的な生態系のモデル化、リスク評価、環境政策上の意思決定を、コンピュータなどの情報技術の先進的な活用を通じて実行できるようにすることである。

**NASA** - 米国航空宇宙局 - は、米国の技術的指導力の拡大強化に取り組むことで、米国の航空学、地球科

学、宇宙科学、そして宇宙工学の研究団体に貢献している。

**NIH** - 国立衛生研究所 - は、生物医学データの管理と分析、および、生物学的プロセスのモデル化の両方にコンピュータの能力を適用することによって、人間の疾病の解明、診断、治療、予防のための基礎知識を拡大する。

**NIST** - 米国連邦標準・技術局 - は、産業界、教育機関、政府機関との連携を通じて、IT システムの有用性、安全性、拡張性、相互運用性を向上させ、製造や生命工学といった専門分野へ IT を応用し、IT 改革をさらに促進するよう民間企業を奨励する、といった課題に取り組んでいる。また、産業界標準の計測、テスト、および導入を円滑にする、基礎的な研究を行っている。

**NOAA** - 米国海洋大気庁 - は、高度な気象のモデル化や天気予報を実現する最新のコンピューティング技術を早期に採用したほか、天気予報、警報、環境情報を利用者（政策立案機関、危機管理機関、産業界、一般国民）に広める最新の通信技術も早期に採用した機関である。

**NSA** - 米国国家安全保障局 - は、米国の安全保障に貢献するために、コンピューティング、情報保存、通信、ネットワーキング、情報保証の分野の、国家の最も困難な課題の一角に取り組んでいる。

**NSF** - 米国国立科学財団 - NITRD が関連する全分野の基本的研究をサポートし、IT における進歩を科学や工学のアプリケーションに統合し、研究のためのコンピューティング・ネットワーキングインフラストラクチャをサポートし、世界トップレベルの科学者と技術者、IT に精通した労働者の教育を行う。

**ODDR&E** - 国防総省国防研究技術局 - は、大学研究イニシアチブを運営しており、その中で、国防総省のアプリケーション、研究インフラストラクチャ、そして科学工学教育のための IT 研究開発に注力している。

その他の連邦政府関連各機関も、NITRD 活動の予算には計上されていない資金を使用して、ネットワーキングや情報技術の研究開発に参加し、NITRD の活動と連携している。

## 2004 年会計年度研究計画 個別研究分野(PCA)

NITRD 参加の各機関がそれぞれのミッションにおけるゴールを達成するためにデザインされた各機関の活動を見ると、具体的な NITRD 計画の長期的研究計画がわかる。広範囲にわたるさまざまな進歩が現れるのは、2004 会計年度ブルーブックの最初の方のセクションの内容が証明するように、こうしたゴールを目指して、年々着実に前進しているからである。以下は、各連邦機関の 2004 会計年度研究計画を PCA ごとにまとめたもので、これを読むと、現在高い優先順位をおいている研究分野がわかる。たとえば、ハイエンド・コンピューティングアーキテクチャ、グリッドミドルウェア、認識システム、量子に関する技術、モデル化とシミュレーション、視覚化、ネットワーク(光、ワイヤレス、モバイル、適応型、拡張ネットワークセンサー、モデル化および管理、拡張性)、多様な特徴を持つソフトウェア(仕様、工学、テスト用、埋め込みシステム用ソフトウェア、ソフトウェア使用の制御、費用面の問題)、大規模なデジタルライブラリ、ウェブ、音声および言語の翻訳、支援技術、協調技術、保証、信頼性、ロバスト性、セキュリティ、標準化、研究、社会、経済の分野における課題のための IT インフラといった分野における研究開発に重点がおかれている。

### ハイエンド・コンピューティングのインフラストラクチャ およびアプリケーション (HEC I&A)

**NSF:** テラスケールサイバーインフラストラクチャ、グリッドリソース管理、科学および工学研究ための高性能コンピューティングのアプリケーション。

**NIH:** 基本的な科学および応用科学のためのモデルおよび視覚化。

**NASA:** NASAの航空宇宙科学、地球科学、宇宙科学事業に関連する問題を解決するリソース、たとえば、コンピューティング、ネットワーク、データ、機器(固定型、移動型)などがある地理的位置を多数表すことのできる地球情報グリッドの開発。

**DOE Office of Science:** テラスケール科学のためのパートナーシップ。

**DOE/NNSA:** ハイエンドシステムのアーキテクチャおよびソフトウェアの改革、米国の核管理のモデル化とシミュレーションを実現する視覚化技術の革新。

**NIST:** 基本的な科学(物理学等)やアプリケーション(建造物の構築、材質の強化など)のためのモデル化およびシミュレーションを実現する。

**NOAA:** 改良された気候・気象モデルおよびこれらのアプリケーションをサポートするリソースの研究開発を実現する、地理的流体力学の方程式の類似点を比較するためのモデル化のフレームワークおよびツールの開発と普及。

**EPA:** 空気、水、及び土壌の相互作用のような複雑な環境現象をモデル化するためのパラダイム、テクニック及びツールと、シミュレーションの感度と不確実性を分析するためのパラダイム、テクニック及びツール

### ハイエンド・コンピューティングの研究 および開発 (HEC R&D)

**NSF:** 異機種分散型ハイエンドシステムのためのシステムソフトウェア、ミドルウェア、ソフトウェア環境、図書館、視覚化、データ管理およびアルゴリズム。量子と生物学に関する概念。

**DARPA:** 高生産性コンピューティングシステム、多様な形態のアーキテクチャ、埋め込み型ネットワークシステム、生物学的計算システム、認識コンピューティングシステム。

**NASA:** シミュレーションされた自立的科学調査、協調科学および工学技術、病気を検視し宇宙飛行士の健康を監視するために使う生体分子プローブ、インテリジェントビークル(知能自動車)健康管理システム、複雑な分散型災難調査を支援する高度な手法、リスクの認識、記録、交換を行う、Concept Design and Risk Tool(概念設計とリスクのためのツール)の原型。

**NIH:** 生物情報学、計算生物学、3次元の分子構造を決定するツール、測定データをもとにしたイメージの視覚化と分析。

**DOE Office of Science:** テラスケールのモデル化とシミュレーションのアプリケーション用の拡張可能な数学的アルゴリズムとソフトウェアインフラ(オペレーティングシステム、コンポーネント技術、最適な数学ソルバー)。

**DOE/NNSA:** 米国の核兵器管理に使用する、スーパーコンピュータのモデル化とシミュレーションを実現する、高速計算および視覚化の科学的工学的革新。

**NSA:** ハイエンドシステム製造企業との共同研究、オペレーティングシステムやプログラミング言語の改善、特殊な目的のために作られたデバイス(光相互接続、電源制御、冷却、スイッチおよび設計ツール)を実現する基盤技術、コンピュータメモリの相互接続の性能、量子情報システムのような基礎的な物理学。

**NOAA:** 地球システムモデリングフレームワーク、強化されたモジュラー・オーシャン・モデル、フレキシブル・モデリング・システム(FMS)、スケーラブル・モデリング・システム(SMS)による改良された気候及び気象モデル、高性能拡張可能システム

**NIST:** 量子コンピューティング、安全な量子通信、最適化と計算幾何学、光通信学、ナノテクノロジー、光電子、及び新しいチップの設計と製造方法に関する研究

**ODDR&E:** 量子通信とメモリ等、新しい情報処理に関する大学を中心とした研究。



### 人間とコンピュータのインタラクションおよび 情報管理(HCI & IM)

**NSF:** 学習用の革新的なITアプリケーション、コンピューティングシステムと人間とのインタラクションの確率論的モデル、インタラクティブなマルチモーダルデバイスと支援技術、共同研究のための技術、科学・教育リソースの新しいオンラインコレクションの開発、デジタルライブラリのアーキテクチャ、ツールおよび技術の研究、デジタルデータの保存、さまざまな規模の異機種データにおける知識の発見、そのようなデータの分析および視覚化、音声のアーカイブへの多言語によるアクセス。

**DARPA:** 無線、双方向、自然言語等、さまざまな形態の音声翻訳インタフェースとプラットフォーム、豊富、正確で自動化された音声テキスト変換、多言語による検知、情報の抽出と要約、拡張認知。

**NIH:** 生物医学データのモデル化・シミュレーションツール、医学界のための大規模なデータリソースの一体化と管理。

**NASA:** 神経工学を使った、タスク管理、チームの認知能力の向上を実現する技術の開発、統合、研究の状況によって知識使用のモデル化、「知的な」ソフトウェアと自立デバイスの開発、多様なリソースからなる超大型データの抽出および視覚化のための新しいアルゴリズムとソフトウェアツール。

**DOE Office of Science:** 科学分野の目的に合致した環境のための統合ソフトウェアツールセット、超大型データ、機器、研究結果の管理のためのソフトウェアとインフラの研究、異種大型データの統合。

**NIST:** コンテンツ抽出の妥当性を計測する評価手法、マルチメディア情報へのアクセスとその使用の技術を向上させるためのメトリクス、基準、テスト、ロボットを利用したシステムやインテリジェントシステム(知的システム)の性能の測定、広範囲にわたるコンピューティングと「知的な空間」、効率的な人間とロボットのコミュニケーションモードの研究。

**NOAA:** 各地に分散した研究と共同作業のための共同ツールと情報管理テクニック。

**ODDR&E:** コンピュータ支援型個人指導システムにおける大学中心の研究、さまざまな不確実性の測定結果を使ったデータの理由付け、方針決定の際の不確実性の説明。

**AHRQ:** 医療とデリバリシステムの効率に関する研究を実現する情報管理、医療ミスを減らすことによって患者の安全を向上させるツールの研究の支援、ITによる手法の研究に資金援助を行って、情報提供者が患者と情報を共有できるようにする、医療メトリクスに関する詳細なオンライン情報を使って、米国ガイドライン情報センターおよび米国品質基準情報センターを設立、維持する。

**EPA:** 多様な環境モデルから得た結果の評価を支援するプロトタイプのツール。

### 大規模ネットワーキング(LSN)

**NSF:** 拡張可能テラスケール設備の拡張をサポートし、カリフォルニア大学にハイエンド・コンピューティングとネットワーキングのインフラを提供する。米国ミドルウェアイニシアチブを引き続き主導し、グリッドコンピューティングのための、共通の実現ミドルウェアとドメインを特定したサイバートールを開発する。専門分野ごとのネットワークの開発に資金提供を行い、共同研究を実現する。サイバーセキュリティ技術の研究。

**NIH:** 各地に分散する生物学のリソース、知識の管理および発見、トレーニングと教育、遠隔医療、臨床研究事業の再設計。

**DARPA:** 適応型ネットワーキング、ネットワークのモデル化とシミュレーション。

**NASA:** 高度な宇宙航空シミュレーションの分散オペレーション、地球の環境コンピュータ計算されたモデリングおよびシミュレーションへの分散アクセス、地上、空、宇宙ベースの分散型コンピューティング、情報および知識へのシームレスなアクセスを実現するネットワーキング。

**DOE Office of Science:** 共同研究アプリケーションの開発、分散アプリケーション環境、科学分野のための高性能ネットワーク設備。

**NSA:** 光透過性、高密度波長分割多重(DWDM)、物理層送信の障害、高データ率信号のコード化等、広域光ネットワーキング。

**NIST:** ワイヤレスネットワークとアドホックネットワークの相互作用性と統合、サイバーセキュリティ、セキュリティと効率性を実現するセンサーインタフェーシングとネットワーキング。

**NOAA:** 環境データと情報へのリアルタイムのアクセスをサポートするネットワーキング、ウェブベースのツールやエージェントといった革新的なデータアクセス、視覚化と共同研究のサポート、危機管理のためのネットワークツール。

**ODDR&E:** モバイルワイヤレスネットワークの適応型プロトコル、拡張可能な光ネットワーキング、モバイルワイヤレス、拡張、ピア・ツー・ピア等、各種ネットワーキング。

**AHRQ:** 全国一般開業医の実用ベースの研究ネットワークと、原因分析等、患者の安全性に関する活動や出来事が掲載されているオンラインの医療専門誌をサポートする。

### ソフトウェアのデザインと生産性(SDP)

**NSF:** 経験に基づいたソフトウェア工学の研究、コンポーネントベースソフトウェアの変更の継続的管理、ソフトウェアの進化のプロフィールとパターン、リスク重視の開発モデルから価値重視の開発モデルへと移行するための戦略的なソフトウェアの設計。

**DARPA:**モデルベースの、組み込みソフトウェアの統合、ソフトウェアによる統合。

**NIH:**生物医学計算アプリケーションをサポートする、ソフトウェア研究。

**NSF/NASA:**高信頼のコンピューティングおよびコミュニケーションシステムの研究における協同プログラム。このプログラムにおいて、NASAによるテスト済みの新しい設備を使って、現実世界のハードウェアとソフトウェアがもたらした結果における研究上の発見を評価し、費用効率の高い高信頼のソフトウェアベースのシステムを設計、実行、テスト、改善、認定するというプロジェクトの実現を旨とする。

**NASA:**組み込み型やロボット利用のデバイスのための技術やツール等、自動化されたソフトウェア設計の手法、ページアンテクニクを使った仕様書、ソフトウェアの実験の評価。

**DOE/NNSA:**エンドツーエンドのASCアプリケーションのロバスト性や拡張性へのニーズやI/O、ストレージ、視覚化に対するニーズをサポートする、高度シミュレーションおよびコンピューティング(ASC, 以前の名前はASCI)の全ハイエンドプラットフォームのための、共通ソフトウェア開発・実行環境の構築。

**NIST:**消費者団体と有用性データを共有するための共通レポートフォーマットを開発する、自動化された手法や知識ベースの手法を使ってソフトウェアの品質を決定する、業界の提携企業とともに、製造作業のビジネス間相互作用性の共通たたき台を立案する、一連の知識を定義する際に、国際的な協力を通じて、ソフトウェア設計のプロセスを向上し、専門家の開拓を行う。

**NOAA:**地理的環境のためのコンポーネントベースのモジュラー研究モデルを開発する。

**ODDR&E:**組み込みシステムのソフトウェアモデルチェックに関する大学ベースの研究、リアルタイムの耐故障ネットワークのプロトコル。

#### 高信頼のソフトウェアとシステム(HCSS)

**NSF:**信頼できるコンピューティングの革新的な研究。この研究には、高信頼システム構築のための科学的方針、コンポーネント技術、組み立ておよび分解の手法、モデル化および分析のテクニク、セキュリティ・性能間の設計上のトレードオフ、インターネットで可能となるシステムの安全性、セキュリティおよびプライバシーの問題、リアルタイムの分散型、組み込み型およびハイブリッドなシステム、重要なインフラの保護を実現する耐欠陥アプローチと言った分野が含まれる。

**DARPA:**自己再生システム(生物学的比喩、自己回復ソフトウェア、拡張性可能な冗長性、診断と回復、確率的測定と妥当性確認による自然なロバスト性)

**NIH:**生命の危険がある病気のための医療デバイスや遠隔診療アプリケーションを保証する手法や技術、研究のための医療データやITインフラの信頼性、プライバシーおよびセキュリティ。

**NASA:**安全性を実現するソフトウェアの設計(必要不可欠なソフトウェアの大変高い信頼性を達成するための手法やテク

ニクを向上させることを目的に、主な大学や業界とともに依存性ソフトウェアコンソーシアムを発展させるなど)。仕様書作成、自動欠陥検知および妥当性確認を行う、人口知能や形

式的方法を実現するテクニク。

**NSA:**安全なネットワーク管理や安全なスイッチネットワーク技術の研究、および暗号化に関する高度な研究(キーマネジメント、アルゴリズム)、高信頼のソフトウェアおよびシステムの技術に関する高度な研究(形式的な仕様書作成、組み立て、妥当性確認のためのツールとテクニク、ドメインを特定した言語、信頼性の設計、機能のプログラミング)、エンドユーザーのシステムの安全性を確保するための高度な継続的研究(LINUXカーネル、Object Request Brokers等、セキュリティが向上したオペレーティングシステムなど、セキュリティミドルウェア)

**NIST:**重要なインフラの保護を実現するセキュリティ技術、承認と認証の基準、手法およびメトリクス(バイオメトリックのテクニク等)、NSAと協力して、全米情報保全パートナーシップをサポートし、ソフトウェアの評価、テストおよび認定のための費用効率の高い国際基準の促進、基準を順守するための適合性試験。

**ODDR&E:**不確実性のもとでの意思決定に関する大学ベースの研究。

#### 社会、経済や労働力に対するITの実践とITに従事する労働力の開発(SEW)

**NSF:**社会と新しい技術とを互いに適応させ、交流を行う際の複雑なプロセスに関する基礎的な研究をサポートする。このような基礎的研究には、研究、教育および労働に関する共同研究と情報の統合を実現する大規模な技術に関する調査、IT設計における人間の価値、市場、専門的職業やコミュニティといったソシオテクニカルなシステムにITが与える影響、サイバーセキュリティとそのシステムの無防備さに対するわれわれの態度、生活のあらゆる場面で独立性を実現する技術やツール、経済科学、社会科学および組織科学における計算的アプローチといった分野が含まれる。教育やトレーニングでのITアプリケーションの開発と評価。女性やマイノリティのITキャリアへの障害に関する研究、学生が学際的な研究を行う機会。

**NIH:**特に生物情報学の分野でのITトレーニングを行う機会をサポート、医療従事者が高度なIT研究開発をおこなうために個人またはプログラムに与える助成金。

**NASA:**高度な技術を開発することを目的に、官民共同研究を助成する。このような技術には、インタラクティブでバーチャルな存在、没入型環境、遠隔地にある機器とのインタフェースといったものが含まれ、こうした技術は、NASAの科学・工学能力を統合し、国の教育基準に合わせて、初等中等の科学と数学の教育を強化する。

**DOE Office of Science:**DOEと合衆国のための計算科学の分野における次世代のリーダーをトレーニングする目的で設立された、全国規模の競争プログラム、計算科学大学院生奨学金プログラム。





## NITRD参加の連邦政府関連機関の予算(プログラム分野ごと)

2003会計年度予算概算および2004年会計年度予算要求額(単位:100万ドル)

ハイエンドコンピューティング  
インフラおよびアプリケーション  
ハイエンドコンピューティング  
研究および開発  
人間とコンピュータの  
インタラクション  
および情報管理  
大規模  
ネットワーキング  
ソフトウェアの  
デザインと  
生産性  
高信頼の  
ソフトウェアと  
システム  
社会、経済や  
労働力

機関	(HEC I&A)	(HEC R&D)	(HCI & IM)	(LSN)	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合計
NSF <sup>(2003)概算</sup>	211.7	76.0	128.8	109.0	53.4	63.8	65.9	708
NSF <sup>(2004)要求</sup>	218.1	97.9	125.3	103.4	55.0	59.9	74.0	734
NIH	77.1	37.8	93.1	128.8	6.8	3.7	12.1	359
NIH	87.6	41.7	99.0	132.2	9.2	3.7	12.2	386
NASA	35.2	26.0	40.8	12.6	55.8	34.7	4.2	209
NASA <sup>a</sup>	45.9	34.6	67.1	28.9	59.2	24.2	6.7	267
DARPA		109.8	42.9	17.6	58.6	3.2		232
DARPA		108.5	78.4	18.2	13.3	4.0		222
DOE/SC	98.4	37.3	16.2	28.7			3.5	184
DOE/SC	88.9	51.3	16.4	30.0			3.5	190
AHRQ			6.4	5.2				12
AHRQ			32.0	25.0				57
NSA		51.3		2.1		28.1		82
NSA		21.3		1.9		28.1		51
NIST	3.5		6.2	3.2	7.5	2.0		22
NIST	3.5		6.2	3.2	7.5	2.0		22
NOAA	13.5	1.8	0.5	2.8	1.5			20
NOAA	13.5	1.8	0.5	2.8	1.5			20
EPA	1.6		0.2					2
EPA	1.6		0.2					2
ODDR&E		3.6	2.0	4.7	1.0	0.7		12
ODDR&E								
小計	441.0	343.6	337.1	314.6	184.6	136.2	85.6	1,843
小計	459.1	357.1	425.1	345.5	145.7	122.0	96.4	1,951
DOE/NNSA	40.5	37.5		13.5	31.3		4.4	127
DOE/NNSA	41.5	37.3		14.4	32.8		4.4	130
DISA						6.1		6
DISA			46.2	13.2		6.1		66
合計 <sup>b</sup>	481.5	381.1	337.1	328.1	215.9	142.3	90.0	1,976
合計 <sup>b</sup>	500.6	394.4	471.3	373.3	178.5	128.1	100.8	2,147

注:

<sup>a</sup> NASA の 2004 会計年度予算は、総費用額である。

<sup>b</sup> ここにある合計金額には、小数点以下の処理とプログラム予算の概算の変更によって発生した、2003 会計年度および 2004 年会計年度との差額も含まれている

## 情報技術研究開発に関する省庁間ワーキンググループ

### 共同議長

Peter A. Freeman, NSF  
David B. Nelson, NCO

#### 米国科学財団(NSF)

代表者  
Peter A. Freeman  
代理人  
Deborah L. Crawford  
C. Suzanne Iacono

#### 国防総省高等研究計画局(DAPRA)

代表者  
Ronald J. Brachman  
代理人  
Barbara L. Yoon

#### 米国国立衛生研究所(NIH)

代表者  
Karen Skinner  
代理人  
Michael J. Ackerman  
Robert L. Martino  
Judith L. Vaitukaitis

#### 米航空宇宙局(NASA)

代表者  
Walter F. Brooks  
代理人  
John H. Lee

#### DOE Office of Science(米国エネルギー省科学局)

代表者  
C. Edward Oliver  
代理人  
Daniel A. Hitchcock  
Norman H. Kreisman

#### 国家安全保障局(NSA)

代表者  
George R. Cotter  
代理人  
Barbara Wheatley

#### 米国連邦標準・技術局(NIST)

代表者  
Susan F. Zevin  
代理人  
Larry H. Reeker

#### 米国海洋大気庁(NOAA)

代表者  
William T. Turnbull

#### アメリカ医療研究・品質調査機構(AHRQ)

代表者  
J. Michael Fitzmaurice

#### 米国国防総省国防研究技術局(ODDR&E)

代表者  
André M. van Tilborg  
代理人  
Steven E. King

#### 米国環境保護庁(EPA)

代表者  
Steven Fine  
代理人  
Robin L. Dennis

#### 米国エネルギー省・国家核安全保障管理局(DOE/NNSA)

代表者  
José L. Muñoz

#### 行政管理予算局(OMB)

代表者  
David S. Trinkle

#### 国家科学技術会議(NSTC)

代表者  
Simon Szykman

#### 国家調整局(NCO)

代表者  
David B. Nelson  
代理人  
Sally E. Howe

## PCA コーディネーティンググループチーム議長

#### ハイエンド・コンピューティング調整部会(HEC)

共同議長  
José L. Muñoz, DOE/NNSA  
Vacant

#### 人間とコンピュータのインタラクションと情報管理調整部会(HCI & IM)

共同議長  
William S. Bainbridge, NSF  
Jean C. Scholtz, NIST

#### 大規模ネットワーク調整部会(LSN)

共同議長  
George O. Strawn, NSF  
Daniel A. Hitchcock, DOE/SC

#### LSN Teams:

#### ミドルウェアとグリッドインフラストラクチャ調整部会(MAGIC)

共同議長  
Mary Anne Scott, DOE/SC  
Kevin L. Thompson, NSF

#### 合同工学チーム(JET)

共同議長  
Thomas J. Greene, NSF  
Vice-Chair  
Paul E. Love, Internet2

#### ネットワーキング研究チーム(NRT)

共同議長  
Taieb F. Znati, NSF  
Thomas Ndousse-Fetter, DOE/SC

#### ソフトウェア・デザインと生産性調整部会(SDP)

共同議長  
Frank D. Anger, NSF  
Thuc T. Hoang, DOE/NNSA

#### 高信頼のソフトウェアとシステム(HCSS)調整部会

共同議長  
Helen Gill, NSF  
Gary M. Koob, DARPA

#### ITの社会・経済・労働力への影響及びIT労働力開発部会(SEW)

共同議長  
C. Suzanne Iacono, NSF  
Vacant

#### ユニバーサル・アクセシビリティ・チーム

Chair  
Susan B. Turnbull, GSA



## 連邦政府NITRD活動への参加

複数の機関が携わった情報技術研究プログラムによって以下の基準が作られた。この基準は、参加活動を検討中の機関が、その活動がNITRDのプロフィールに合うかどうかについて判断する際に使用可能である。

### NITRDの目標

連邦政府の目標を達成するため、また21世紀の米国の研究活動、産業および政府の利益をサポートするために、コンピューティング、情報、および通信技術分野での継続した米国のリーダーシップを維持するためのものである。

科学、工学、数学の分野での世界的なリーダーシップを維持するために、高度で経験に基づく情報技術の展開を促進し、生活水準の向上、長期的経済成長の発展、生涯学習を深め、環境保護、情報技術の活用、国家安全保障の強化に努める。

コンピューティングおよび通信技術分野の長期的な科学および工学研究を通して、米国の生産性や産業競争力を向上させる。

### 参加への評価基準

#### 貢献の関連性

研究の目的が、連邦政府のネットワーキングおよび情報開発研究開発(NITRD)計画の全体的な目標、また本計画の7つの個別研究分野の1つ以上の目標、つまり、ハイエンド・コンピューティング基盤及びアプリケーション (HEC I&A)、ハイエンド・コンピューティング研究開発(HEC R&D)、人間とコンピュータのインタラクションと情報管理 (HCI & IM)、大規模ネットワーキング(LSN)、Software Design and Productivity (SDP)、高信頼のソフトウェアとシステム (HCSS)、ITの社会・経済・労働力への影響およびIT労働力開発(SEW)に著しく貢献するものでなくてはならない。

#### 技術的/科学的な長所

提案された機関プログラムは、技術的/科学的に信頼性、高品質性を持ち、文書化された技術的/科学的な計画およびレビュー・プロセスの産物であること。

#### 準備・体制が確立していること

機関計画プロセスは明確化され、組織団体はプログラムを実施するために能力が十分備わっていることが実証済みであること。

#### 適時性

提案された研究は、個別研究分野の一つ以上について技術的/科学的に適時性があること。

#### 連携

参加に伴って責任を負う組織団体は、政府、産業界、学会との間に技術的、科学的に有効な関係を促進するポリシー、プログラム、活動を構築していること。

#### コスト

特定されたリソースは、提案された研究を行ない、組織的または共同出資への展望を推進し、長期的なリソースの係り合いに取り組む上で最適であること。

#### 機関による認可

提案されたプログラムまたは活動は、その提案と関係してくる機関によるポリシーレベルの認可があること。

## 各省庁連絡先

### アメリカ医療研究・品質調査機構 (AHRQ)

\* J. Michael Fitzmaurice, Ph.D., FACMI  
Senior Science Advisor for Information  
Technology, Immediate Office of the  
Director  
Agency for Healthcare Research and  
Quality  
540 Gaither Road, Suite 3026  
Rockville, MD 20850  
(301) 427-1227  
FAX: (301) 427-1210  
mfitzmau@ahrq.gov

### 国防高等研究計画局 (DARPA)

\* Ronald J. Brachman, Ph.D.  
Director, Information Processing  
Technology Office  
Defense Advanced Research Projects  
Agency  
3701 North Fairfax Drive  
Arlington, VA 22203-1714  
(703) 696-2264  
FAX: (703) 696-4534  
rbrachman@darpa.mil

Michael J. Foster, Ph.D.  
Program Manager, Information  
Processing Technology Office  
Defense Advanced Research Projects  
Agency  
3701 North Fairfax Drive  
Arlington, VA 22203-1714  
(703) 696-2245  
FAX: (703) 696-4534  
mfoster@darpa.mil

Robert Graybill  
Program Manager, Information  
Processing Technology Office  
Defense Advanced Research Projects  
Agency  
3701 North Fairfax Drive  
Arlington, VA 22203-1714  
(703) 696-2220  
FAX: (703) 696-4534  
rgraybill@darpa.mil

Gary M. Koob, Ph.D.  
Program Manager, Information  
Processing Technology Office  
Defense Advanced Research Projects  
Agency  
3701 North Fairfax Drive  
Arlington, VA 22203-1714  
(703) 696-7463  
FAX: (703) 696-4534  
gkoob@darpa.mil

\*\* Barbara L. Yoon, Ph.D.  
Deputy Director, Information  
Processing Technology Office  
Defense Advanced Research Projects  
Agency  
3701 North Fairfax Drive  
Arlington, VA 22203-1714  
(703) 696-7441  
FAX: (703) 696-4534  
byoon@darpa.mil

### 米国防総省 (DoD)

John Grosh  
General Engineer, Office of the  
Deputy Under Secretary of Defense  
(Science and Technology)  
Department of Defense  
1777 North Kent Street, Suite 9030  
Rosslyn, VA 22209  
(703) 588-7413  
FAX: (703) 588-7560  
john.grosh@osd.mil

Cray J. Henry  
Director, High Performance  
Computing Modernization Office,  
Office of the Deputy Under Secretary  
of Defense (Science and Technology)  
Department of Defense  
1010 North Glebe Road, Suite 510  
Arlington, VA 22201  
(703) 812-8205  
FAX: (703) 812-9701  
cray@hpcmo.hpc.mil

David W. Hislop, Ph.D.  
Program Manager, Software and  
Knowledge Based Systems  
U.S. Army Research Office  
P.O. Box 12211  
Research Triangle Park, NC 27709  
(919) 549-4255  
FAX: (919) 549-4354  
hislop@aro-emh1.army.mil

Rodger Johnson  
Program Manager, Defense Research  
and Engineering Network, High  
Performance Computing  
Modernization Office, Office of  
the Deputy Under Secretary of  
Defense  
(Science and Technology)  
1010 North Glebe Road, Suite 510  
Arlington, VA 22201  
(703) 812-8205  
FAX: (703) 812-9701  
rjohnson@hpcmo.hpc.mil

\*\* Steven E. King, Ph.D.  
Special Advisor for Critical  
Infrastructure Protection, Information  
Systems Directorate, Office of the  
Deputy Under Secretary of Defense  
(Science and Technology)  
Department of Defense  
1777 North Kent Street, Suite 9030  
Rosslyn, VA 22209  
(703) 588-7414  
FAX: (703) 588-7560  
steven.king@osd.mil

\* André M. van Tilborg, Ph.D.  
Director, Information Systems  
Office of the Deputy Under Secretary  
of Defense (Science and Technology)  
Department of Defense  
1777 North Kent Street, Suite 9030  
Rosslyn, VA 22209  
(703) 588-7443  
FAX: (703) 588-7560  
andre.vantilborg@osd.mil

Ralph F. Wachter, Ph.D.  
Program Manager  
Office of Naval Research  
800 North Quincy Street  
Code 311/361  
Arlington, VA 22217-5660  
(703) 696-4304  
FAX: (703) 696-2611  
wachter@onr.navy.mil

### 米国エネルギー省・ 国家核安全保障管理局 (DOE/NNSA)

Thuc T. Hoang  
Computer Engineer, ASC  
PathForward & PSE Programs, Office  
of Advanced Simulation and  
Computer Science  
National Nuclear Security Administration  
Department of Energy  
Forrestal Building  
1000 Independence Avenue, S.W.  
Washington, DC 20585  
(202) 586-7050  
FAX: (202) 586-0405  
thuc.hoang@nnsa.doe.gov

\* IWG 代表者  
\*\* IWG 代理人



\* José L. Muñoz, Ph.D.  
*Acting Director, Office of Advanced Simulation and Computer Science*  
*National Nuclear Security Administration*  
*Department of Energy, DP-14*  
 Forrestal Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585  
 (202) 586-5132  
 FAX: (202) 586-0405  
 jose.munoz@nnsa.doe.gov

**米国エネルギー省科学局(DOE/SC)**

\*\* Daniel A. Hitchcock, Ph.D.  
*Senior Technical Advisor for Advanced Scientific Computing Research, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR, SC-30  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-6767  
 FAX: (301) 903-4846  
 daniel.hitchcock@science.doe.gov

Frederick C. Johnson, Ph.D.  
*Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR/MICS, SC-31  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-3601  
 FAX: (301) 903-7774  
 fjohnson@er.doe.gov

\*\* Norman H. Kreisman  
*Advisor, International Technology*  
*Department of Energy, SC5*  
 Mail Stop 3H049-FORS  
 Forrestal Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585  
 (202) 586-9746  
 FAX: (202) 586-7719  
 norman.kreisman@science.doe.gov

Thomas Ndousse-Fetter, Ph.D.  
*Program Manager for Networking, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR/MICS, SC-31  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-9960  
 FAX: (301) 903-7774  
 tndousse@er.doe.gov

\* C. Edward Oliver, Ph.D.  
*Associate Director, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR, SC-30  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-7486  
 FAX: (301) 903-4846  
 ed.oliver@science.doe.gov

Aristides Patrinos, Ph.D.  
*Associate Director for Biological and Environmental Research*  
*Department of Energy, SC-70*  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-3251  
 FAX: (301) 903-5051  
 ari.patrinos@science.doe.gov

Charles H. Romine, Ph.D.  
*Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR/MICS, SC-31  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-5152  
 FAX: (301) 903-7774  
 romine@er.doe.gov

Mary Anne Scott, Ph.D.  
*Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR/MICS, SC-31  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-6368  
 FAX: (301) 903-7774  
 scott@er.doe.gov

George R. Seweryniak  
*Program Manager, Mathematical, Information, and Computational Sciences (MICS) Division, Office of Advanced Scientific Computing Research (OASCR)*  
*Department of Energy*  
 OASCR/MICS, SC-31  
 Germantown Building  
 1000 Independence Avenue, S.W.  
 Washington, DC 20585-1290  
 (301) 903-0071  
 FAX: (301) 903-7774  
 seweryni@er.doe.gov

**米国環境保護庁(EPA)**

\*\* Robin L. Dennis, Ph.D.  
*Senior Science Program Manager, MD E243-01*  
 Environmental Protection Agency  
 Research Triangle Park, NC 27711  
 (919) 541-2870  
 FAX: (919) 541-1379  
 rdennis@hpcc.epa.gov

\* Steven Fine, Ph.D.  
*Networking and Information Technology R&D Program Manager*  
 Environmental Protection Agency  
 MD 243-01  
 Research Triangle Park, NC 27711  
 (919) 541-0757  
 FAX: (919) 541-1379  
 fine.steven@epa.gov

**米國連邦航空局 (FAA)**

Ernest R. Lucier  
Advisor on High Confidence Systems  
Federal Aviation Administration  
FAA/AIO-4  
800 Independence Avenue, S.W.  
Washington, DC 20591  
(202) 366-0633  
FAX: (202) 366-3064  
ernest.lucier@faa.gov

Marshall Potter, Ph.D.  
Chief Scientist for IT  
Federal Aviation Administration  
FAA/AIO-4  
800 Independence Avenue, S.W.  
Washington, DC 20591  
(202) 267-9878  
FAX: (202) 267-5080  
marshall.potter@faa.gov

**食品醫藥品局 (FDA)**

Paul L. Jones  
Senior Systems/Software Engineer,  
MCSE, CDP, CSQE  
Food and Drug Administration  
12720 Twinbrook Parkway (HZ-141)  
Rockville, MD 20857  
(301) 443-2536 x 164  
FAX: (301) 443-9101  
pj@cdrh.fda.gov

**一般調達局 (GSA)**

Susan B. Turnbull  
Director, Center for IT  
Accommodation  
General Services Administration  
1800 F Street, N.W. (MKC) Room 2236  
Washington, DC 20405  
(202) 501-6214  
FAX: (202) 219-1533  
susan.turnbull@gsa.gov

**米航空宇宙局 (NASA)**

\* Walter F. Brooks, Ph.D.  
Chief, NASA Advanced  
Supercomputing  
Facility, NASA Ames Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 258-5  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-5699  
wbrooks@mail.arc.nasa.gov

Ricky W. Butler  
Senior Research Engineer, Airborne  
Systems Competency Division, NASA  
Langley Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 130  
Hampton, VA 23681-2199  
(757) 864-6198  
FAX: (757) 864-4234  
r.w.butler@larc.nasa.gov

James R. Fischer  
Project Manager, Earth and Space  
Sciences Project, NASA Goddard  
Space Flight Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Code 930 - NASA/GSFC  
Greenbelt, MD 20771  
(301) 286-3465  
FAX: (301) 286-1634  
james.r.fischer.1@gsfc.nasa.gov

Kenneth Freeman  
HPCC/NREN Project Manager,  
NASA Ames Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 233-21  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-1263  
FAX: (650) 604-3080  
kfreeman@mail.arc.nasa.gov

Marjory Johnson  
Associate Project Manager, NREN,  
NASA Ames Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 233-21  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-6922  
FAX: (650) 604-3080  
mjohnson@arc.nasa.gov

Kevin L. Jones  
Network Engineer, NASA Ames  
Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 233-21  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-2006  
FAX: (650) 604-3080  
kjones@mail.arc.nasa.gov

Patricia M. Jones, Ph.D.  
NASA Ames Research Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 262-11  
Room 204  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-1345  
FAX: (650) 604-3323  
pmjones@mail.arc.nasa.gov

Nand Lal, Ph.D.  
Computer Scientist, Digital Library  
Technologies, NASA Goddard Space  
Flight Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Code 933 - NASA/GSFC  
Greenbelt, MD 20771  
(301) 286-7350  
FAX: (301) 286-1775  
nand@voyager.gsfc.nasa.gov

\*\* John H. Lee  
Chief Information Officer,  
Office of Aerospace Technology  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Code R  
300 E Street, S.W.  
Washington, DC 20546  
(202) 358-0856  
FAX: (202) 358-3197  
jlee@hq.nasa.gov

Michael R. Lowry  
Senior Research Scientist and Area  
Chief, Automated Software  
Engineering, NASA Ames Research  
Center  
National Aeronautics and Space  
Administration  
Mail Stop 269-2  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-3369  
FAX: (650) 604-3594  
lowry@ptolemy.arc.nasa.gov

Piyush Mehrotra, Ph.D.  
Senior Research Scientist  
National Aeronautics and Space  
Administration  
M/S T27A-1  
NASA Ames Research Center  
Moffett Field, CA 94035-1000  
(650) 604-5126  
FAX: (650) 604-3957  
pmehrotra@arc.nasa.gov

\* IWG 代表者  
\*\* IWG 代理人



Stephen Scott Santiago  
*Chief Information Officer, NASA Ames  
 Research Center*  
*National Aeronautics and Space  
 Administration*  
 Mail Stop 233-7  
 Moffett Field, CA 94035-1000  
 (650) 604-5015  
 FAX: (650) 604-6999  
 ssantiago@mail.arc.nasa.gov

Michael G. Shafto, Ph.D.  
*Program Manager, Human-Centered  
 Computing, NASA Ames Research  
 Center*  
*National Aeronautics and Space  
 Administration*  
 Mail Stop 269-4  
 Moffett Field, CA 94035-1000  
 (650) 604-6170  
 FAX: (650) 604-6009  
 mshafto@mail.arc.nasa.gov

Eugene Tu, Ph.D.  
*Program Manager, Computing,  
 Information, and Communications  
 Technologies (CICT) Office, NASA  
 Ames Research Center*  
*National Aeronautics and Space  
 Administration*  
 Mail Stop 258-2  
 Moffett Field, CA 94035-1000  
 (650) 604-4486  
 FAX: (650) 604-4377  
 eugene.i.tu@nasa.gov

**米国国立衛生研究所 (NIH)**

\*\* Michael J. Ackerman, Ph.D.  
*Assistant Director for High  
 Performance Computing and  
 Communications, National  
 Library of Medicine*  
*National Institutes of Health*  
 Building 38A, Room B1N30  
 8600 Rockville Pike  
 Bethesda, MD 20894  
 (301) 402-4100  
 FAX: (301) 402-4080  
 ackerman@nlm.nih.gov

James C. Cassatt, Ph.D.  
*Director, Division of Cell Biology and  
 Biophysics, National Institute  
 of General Medical Sciences*  
*National Institutes of Health*  
 4500 Center Drive, MSC 4500  
 Bethesda, MD 20892  
 (301) 594-0828  
 FAX: (301) 480-2004  
 cassattj@nigms.nih.gov

Donald A.B. Lindberg, M.D.  
*Director, National Library of Medicine  
 National Institutes of Health*  
 Building 38, Room 2E17B  
 8600 Rockville Pike  
 Bethesda, MD 20894  
 (301) 496-6221  
 FAX: (301) 496-4450  
 lindberg@nlm.nih.gov

Jacob V. Maizel, Ph.D.  
*Biomedical Supercomputer Center,  
 National Cancer Institute,  
 Frederick Cancer Research and  
 Development Center*  
*National Institutes of Health*  
 P.O. Box B, Building 469, Room 151  
 Frederick, MD 21702-1201  
 (301) 846-5532  
 FAX: (301) 846-5598  
 jmaizel@ncicrf.gov

Michael Marron, Ph.D.  
*Director, Biomedical Technology,  
 National Center for Research  
 Resources*  
*National Institutes of Health*  
 One Rockledge Center  
 6705 Rockledge Drive, Room 6160  
 Bethesda, MD 20892-7965  
 (301) 435-0753  
 FAX: (301) 480-3659  
 marron@nih.gov

\*\* Robert L. Martino, Ph.D.  
*Director, Division of Computational  
 Bioscience and Chief, Computational  
 Bioscience and Engineering  
 Laboratory, Center for Information  
 Technology (CIT)*  
*National Institutes of Health*  
 12 South Drive, MSC 5654  
 Building 12A, Room 2033  
 Bethesda, MD 20892-5654  
 (301) 496-1112  
 FAX: (301) 402-2867  
 Robert.Martino@nih.gov

\* Karen Skinner, Ph.D.  
*Deputy Director for Science and  
 Technology Development, Division of  
 Neuroscience and Behavior Research,  
 National Institute on Drug Abuse*  
*National Institutes of Health*  
 6001 Executive Boulevard, Room 4255  
 Bethesda, MD 20892-9651  
 (301) 435-0886  
 ks79x@nih.gov

\*\* Judith L. Vaitukaitis, M.D.  
*Director, National Center for Research  
 Resources*  
*National Institutes of Health*  
 31B Center Drive  
 Building 31, Room 3B11  
 Bethesda, MD 20892-2128  
 (301) 496-5793  
 FAX: (301) 402-0006  
 vaitukaitis@nih.gov

**米国連邦標準・技術局 (NIST)**

Judith E. Devaney, Ph.D.  
*Group Leader, Scientific Applications  
 and Visualization Group,  
 Mathematical and Computational  
 Sciences Division, Information  
 Technology Laboratory*  
*National Institute of Standards and  
 Technology*  
 100 Bureau Drive, Stop 8911  
 Gaithersburg, MD 20899-8911  
 (301) 975-2882  
 FAX: (301) 975-3218  
 judith.devaney@nist.gov

Cita M. Furlani  
*Chief Information Officer  
 National Institute of Standards and  
 Technology*  
 100 Bureau Drive, Stop 1000  
 Gaithersburg, VA 20899-1000  
 (301) 975-3543  
 FAX: (301) 926-9524  
 cita.furlani@nist.gov

Martin Herman, Ph.D.  
*Chief, Information Access and User  
 Interfaces Division, Information  
 Technology Laboratory*  
*National Institute of Standards and  
 Technology*  
 100 Bureau Drive, Stop 8940  
 Gaithersburg, MD 20899-8940  
 (301) 975-4495  
 FAX: (301) 670-0939  
 herman@nist.gov

Doug Montgomery  
*Manager, Internetworking  
 Technologies Group, Advanced  
 Network Technologies Division,  
 Information Technology  
 Laboratory*  
*National Institute of Standards and  
 Technology*  
 100 Bureau Drive, Stop 8920  
 Gaithersburg, MD 20899-8920  
 (301) 975-3630  
 FAX: (301) 590-0932  
 dougm@nist.gov

Steven R. Ray, Ph.D.  
*Chief, Manufacturing Systems  
Integration Division, Manufacturing  
Engineering Laboratory  
National Institute of Standards and  
Technology*  
100 Bureau Drive, Stop 8260  
Gaithersburg, MD 20899-8260  
(301) 975-3524  
FAX: (301) 258-9749  
ray@nist.gov

\*\* Larry H. Reeker, Ph.D.  
*Senior Computer Scientist,  
Information Technology Laboratory  
National Institute of Standards and  
Technology*  
100 Bureau Drive, Stop 8901  
Gaithersburg, MD 20899-8901  
(301) 975-5147  
FAX: (301) 948-1784  
larry.reeker@nist.gov

Ronald S. Ross, Ph.D.  
*Computer Science Division,  
Information Technology Laboratory  
National Institute of Standards and  
Technology*  
100 Bureau Drive, Stop 8930  
Gaithersburg, MD 20899-8930  
(301) 975-5390  
ronald.ross@nist.gov

Jean C. Scholtz, Ph.D.  
*Information Access Division,  
Information Technology Laboratory  
National Institute of Standards and  
Technology*  
100 Bureau Drive, Stop 8940  
Gaithersburg, MD 20899-8940  
(301) 975-2520  
FAX: (301) 975-5287  
jean.scholtz@nist.gov

\* Susan F. Zevin, Ph.D.  
*Acting Director and Deputy Director,  
Information Technology Laboratory  
National Institute of Standards and  
Technology*  
100 Bureau Drive, Stop 8900  
Gaithersburg, MD 20899-8900  
(301) 975-2900  
FAX: (301) 840-1357  
susan.zevin@nist.gov

### 米国家海洋大气庁 (NOAA)

Brian Gross  
*Deputy Director, Geophysical Fluid  
Dynamics Laboratory  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
Forrestal Campus, U.S. Route 1  
P.O. Box 308  
Princeton, NJ 08542  
(609) 452-6597  
FAX: (609) 987-5070  
brian.gross@noaa.gov

Ants Leetmaa, Ph.D.  
*Director, Geophysical Fluid Dynamics  
Laboratory  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
Forrestal Campus, U.S. Route 1  
P.O. Box 308  
Princeton, NJ 08542-0308  
(609) 452-6502  
FAX: (609) 987-5070  
Ants.Lleetmaa@noaa.gov

Alexander E. MacDonald, Ph.D.  
*Director, Forecast Systems  
Laboratory  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
325 Broadway  
Boulder, CO 80303  
(303) 497-6378  
FAX: (303) 497-6821  
macdonald@fsl.noaa.gov

\* William T. Turnbull  
*Deputy Chief Information Officer  
and Director, HPCC Office  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
Room 9636  
1315 East-West Highway  
Silver Spring, MD 20910  
(301) 713-9600 x 133  
FAX: (301) 713-4040  
Bill.Turnbull@noaa.gov

Louis Uccellini  
*Director, National Centers for  
Environmental Prediction  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
5200 Auth Road, Room 101  
Camp Springs, MD 20746  
(301) 763-8000  
FAX: (301) 763-8434  
louis.uccellini@noaa.gov

Gary M. Wohl  
*New Technology Coordinator,  
National Weather Service  
National Oceanic and Atmospheric  
Administration*  
5200 Auth Road, Room 307  
Camp Springs, MD 20746-4304  
(301) 763-8000 x7157  
FAX: (301) 763-8381  
gary.wohl@noaa.gov

### 米国家安全保障局 (NSA)

\* George R. Cotter  
*Office of Corporate Assessments  
National Security Agency*  
9800 Savage Road, Suite 6217  
Fort George G. Meade, MD 20755-6217  
(301) 688-6434  
FAX: (301) 688-4980  
ajgrcot@fggm.osis.org

Craig Holcomb  
*Senior Computer Scientist/Technical  
Director, NSA/CSS CIO, Information  
and Technology Governance and  
Policy Office  
National Security Agency*  
9800 Savage Road, Suite 6459  
Fort George G. Meade, MD 20755-6459  
(301) 688-8762  
FAX: (301) 688-4995  
lcholco@nsa.gov

William Bradley Martin  
*Senior Computer Scientist  
National Security Agency*  
9800 Savage Road, Suite 6511  
Fort George G. Meade, MD 20750-6511  
(301) 688-1057  
FAX: (301) 688-6766  
wbmart@alpha.ncsc.mil

William J. Semancik, Ph.D.  
*Director, Laboratory for  
Telecommunications Sciences  
National Security Agency  
c/o U. S. Army Research Laboratory  
Adelphi Laboratory Center*  
2800 Powder Mill Road, Building 601,  
Room 131  
Adelphi, MD 20783-1197  
(301) 688-1709  
FAX: (301) 291-2591  
wjseman@afterlife.ncsc.mil

\* IWG 代表者  
\*\* IWG 代理人

\*\* Barbara Wheatley, Ph.D.  
*Office of Corporate Assessments*  
*National Security Agency*  
 9800 Savage Road, Suite 6217  
 Fort George G. Meade, MD 20755-6217  
 (301) 688-8448  
 FAX: (301) 688-4980  
 bjwheat@fggm.osis.gov

James Widmaier  
*Senior Infosec Researcher*  
*National Security Agency*  
 9800 Savage Road, Suite 6511  
 Fort George G. Meade, MD 20755-6511  
 (301) 688-1043  
 FAX: (301) 688-0255  
 jcwidma@orion.ncsc.mil

**米国国立科学財団(NSF)**

S. Kamal Abdali, Ph.D.  
*Division Director, Computer-Communications Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1145  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8910  
 FAX: (703) 292-9059  
 kabdali@nsf.gov

Frank D. Anger, Ph.D.  
*Deputy Division Director and Program Director, Software Engineering and Languages, Computer-Communications Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1145  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8911  
 FAX: (703) 292-9059  
 fanger@nsf.gov

William S. Bainbridge, Ph.D.  
*Deputy Division Director and Program Director, Information and Intelligent Systems Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1115  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8930  
 FAX: (703) 292-9073  
 wbainbri@nsf.gov

Lawrence E. Brandt  
*Program Manager, Experimental and Integrative Activities Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1160  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8980  
 FAX: (703) 292-9030  
 lbrandt@nsf.gov

John C. Cherniavsky, Ph.D.  
*Senior EHR Advisor for Research, Research, Evaluation and Communication Division, Directorate for Education and Human Resources*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 855  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-5136  
 FAX: (703) 292-9046  
 jchernia@nsf.gov

\*\* Deborah L. Crawford  
*Deputy Assistant Director, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1105  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8900  
 FAX: (703) 292-9074  
 dcrawfor@nsf.gov

Frederica Darema, Ph.D.  
*Program Director, Advanced Computational Infrastructure and Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1160  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8980  
 FAX: (703) 292-9030  
 fdarema@nsf.gov

\* Peter A. Freeman, Ph.D.  
*Assistant Director for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1105  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8900  
 FAX: (703) 292-9074  
 pfreeman@nsf.gov

Helen Gill, Ph.D.  
*Program Director, Computer-Communications Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1145  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8910  
 FAX: (703) 292-9059  
 hgill@nsf.gov

Thomas J. Greene, Ph.D.  
*Senior Program Director, Advanced Networking Infrastructure and Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1175  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8948  
 FAX: (703) 292-9010  
 tgreene@nsf.gov

Stephen M. Griffin  
*Program Manager, Digital Libraries Initiative, Information and Intelligent Systems Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1115  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8930  
 FAX: (703) 292-9073  
 sgriffin@nsf.gov

Richard Hilderbrandt, Ph.D.  
*Program Director, Advanced Computational Infrastructure and Research Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1122  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8963  
 FAX: (703) 292-9060  
 rhilderb@nsf.gov

\*\* C. Suzanne Iacono, Ph.D.  
*Program Director, Computation and Social Systems, Information and Intelligent Systems Division, Directorate for Computer and Information Science and Engineering*  
*National Science Foundation*  
 4201 Wilson Boulevard, Suite 1115  
 Arlington, VA 22230  
 (703) 292-8930  
 FAX: (703) 292-9073  
 siacono@nsf.org



Clifford A. Jacobs, Ph.D.  
*Section Head, UCAR and Lower  
Atmospheric Facilities Oversight  
Section, Atmospheric Sciences  
Division, Directorate for Geosciences  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 775  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8521  
FAX: (703) 292-9022  
cjacobs@nsf.gov

Carl E. Landwehr, Ph.D.  
*Program Director, Computer-  
Communications Research Division,  
Directorate for Computer and  
Information Science and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1145  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-7339  
FAX: (703) 292-9059  
clandweh@nsf.gov

Stephen R. Mahaney, Ph.D.  
*Senior Advisor for Budget,  
Management and Planning,  
Directorate for Computer and  
Information Science and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1105  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8900  
FAX: (703) 292-9074  
smahaney@nsf.gov

Michael J. Pazzani, Ph.D.  
*Division Director, Information and  
Intelligent Systems Division,  
Directorate for Computer and  
Information Science and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1115  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8930  
FAX: (703) 292-9073  
mpazzani@nsf.gov

Barry I. Schneider, Ph.D.  
*Program Director, Physics Division,  
Directorate for Mathematical and  
Physical Sciences  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1015  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-7383  
FAX: (703) 292-9078  
bscneid@nsf.gov

George O. Strawn, Ph.D.  
*Chief Information Officer  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 305  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8102  
FAX: (703) 292-9084  
gstrawn@nsf.gov

Kevin L. Thompson  
*Special Projects Program Director,  
Advanced Networking Infrastructure  
and Research Division, Directorate for  
Computer and Information Science  
and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1175  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8948  
FAX: (703) 292-9010  
kthompso@nsf.gov

Xiaodong Zhang, Ph.D.  
*Program Director, Advanced  
Computational Infrastructure and  
Research Division, Directorate for  
Computer and Information  
Science and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1122  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8962  
FAX: (703) 292-9060  
xzhang@nsf.gov

Taieb F. Znati, Ph.D.  
*Senior Program Director, Advanced  
Networking Infrastructure and  
Research  
Division, Directorate for Computer and  
Information Science and Engineering  
National Science Foundation*  
4201 Wilson Boulevard, Suite 1175  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-8949  
FAX: (703) 292-9010  
tznati@nsf.gov

## 大統領執務室

### 行政管理預算局(OMB)

David S. Trinkle  
*Program Examiner  
Office of Management and Budget  
Room 8225  
New Executive Office Building  
725 17th Street, N.W.  
Washington, DC 20503  
(202) 395-4706  
FAX: (202) 395-4652  
dtrinkle@omb.eop.gov*

### 国家科学技术會議(NSTC)

Simon Szykman, Ph.D.  
*National Science and Technology Council  
Eisenhower Executive Office Building  
1650 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, DC 20502-0001  
(202) 456-6054  
FAX: (202) 456-6021  
sszykman@ostp.eop.gov*

## 情報技術研究開発国家調整局 (NCO & IT R&D)

David B. Nelson, Ph.D.  
Director  
nelson@itrd.gov

Sally E. Howe, Ph.D.  
Associate Director  
FY 2004 Blue Book Executive Editor  
howe@itrd.gov

Martha K. Matzke  
FY 2004 Blue Book Editor

Suite II-405  
4201 Wilson Boulevard  
Arlington, VA 22230  
(703) 292-4873  
FAX: (703) 292-9097  
nco@nitrd.gov

**Internet Web Site**  
<http://www.nitrd.gov/>

### 謝 辞

2004会計年度大統領予算教書補足資料は、連邦政府の機関、大学、IT業界にいる個々の方々の貢献を反映するものです。編集者は、連邦政府の使命ばかりでなく、経済成長、教育、科学的リサーチリーダーシップへの広範囲に渡る国益に対して連邦政府のネットワーキングおよび情報技術研究開発が行なった活動の成果にハイライトを当てる上でご協力頂いた方々へ、心から感謝いたします。

我々は、ネットワーキング及び情報技術研究開発 (NITRD) 機関のプログラムマネージャに感謝いたします。彼らのビジョンや意欲は、比類のないNITRDエンタープライズの研究目標や業績を形成するものです。我々は、このレポートを製造・配布するプロセスに関わった全ての局面において、惜しみなく素晴らしいサポートをご提供いただいた国家調整局 (NCO) の仲間に感謝いたします。役に立つ見識や参考文献をご提供いただいたヘレン・ギグリー女史、そして技術的援助に対する問い合わせに対しソリューション面でも対応頂いたアラン・テリントン氏へは特別な感謝を送りたく思います

本ドキュメント作成のために、多くの科学者が彼らの方法から外れて高品質な画像や研究の技術的詳細をご提供下さいました。彼ら全員に感謝を表すとともに、ベルンド・ハマーン氏、クリス・ヘンゼ氏、クラウド・シュルテン氏および彼らの同僚である方々に特別な感謝を送らせていただきます。

本と表紙のデザインを手がけた米国国立科学財団 (NSF) のデザイナー兼科学イラストレーターであったジェームスJカラス氏は、優れた独創性や創造的エネルギー、また作品に対する専門的なスキルおよびプロジェクトの成功へのコミットメントを持っており、大きな感謝を示したいと思います。我々はまた、政府刊行物の上質な印刷を実現させる上で専門的な努力をされたNSFのデザイン・アンド・パブリッシング部のベギー・カートナー女史とケリー・デュボーズ氏へ感謝を表します。

### 貢献者一覧

Michael J. Ackerman, NIH  
Walter F. Brooks, NASA  
George R. Cotter, NSA  
Steven Fine, EPA  
J. Michael Fitzmaurice,  
ARHQ  
Peter A. Freeman, NSF  
Ed Garcia, NCO  
Helen M. Gigley, NCO  
Helen Gill, NSF  
Daniel A. Hitchcock, DOE

Geoff Holdridge, NNCO  
C. Suzanne Iacono, NSF  
LaShante Jenkins, NCO  
Steven E. King, ODDR&E  
Betty J. Kirk, NCO  
Gary M. Koob, DARPA  
Zachary Lemnios, DARPA  
Stephen R. Mahaney,  
NSF  
Grant Miller, NCO  
Virginia Moore, NCO

José L. Muñoz,  
DOE/NNNSA  
Larry H. Reeker, NIST  
Mary Anne Scott, DOE  
George O. Strawn, NSF  
Clayton Teague, NNCO  
Alan Tellington, NCO  
Diane R. Theiss, NCO  
William T. Turnbull, NOAA  
Barbara Wheatley, NSA  
Susan F. Zevin, NIST

## 画像クレジット - 技術詳細

### ページ ii

「オオカバマダラ蝶の鱗粉」スコットJロビンソン(Scot J. Robinson)による画像

ウルバナ - シャンペンにあるイリノイ大学・ベックマン高度科学・技術インスティテュート・イメージングテクノロジーグループ(Imaging Technology Group, Beckman Institute for Advanced Science and Technology, University of Illinois, Urbana-Champaign)

ロビンソンのコメント: 蝶や蛾をつかんだ時に滑らかな感触がするのは、羽に鱗粉があるためである。鱗粉は小さくもろいため、たやすく羽から離れてしまう。簡単に電氣的に付着しないため遊離しており、写真に収めるのが困難だということが知られている。帯電しやすく横筋が出来てしまうため、画像が損なわれやすいのである。私の画像でも帯電の形跡をいくつか収めてある。

一片の鱗粉はサイズも様々だが、長さ約180ミクロン(マイクロメートル)、幅70ミクロン、厚さはおそらく15あるいは20ミクロンあるであろう。ヒトの赤血球は直径8から14ミクロン、桿菌の長さはたいてい2ミクロン。画像サイズは、約10.7メガバイトである。

研究用の顕微鏡には、Philips/FEI社の電界放出型電子銃を搭載した環境走査型電子顕微鏡(SEM)を使用した。我々は、たった2、3ヶ月という期間に極端に高い定義を選択する自由が与えられていたのである。フレーム毎のライン数が以前よりも多い画像を収集可能な新型の高性能なビデオカードやソフトウェアが必要とされた。こうした結果、走査線をビューアーの目にさらすことなく(画像を拡大することが可能となった)のである。古い型のSEMではフィルムを使ったが、小型の高解像度TVモニターから送られる信号へフィルムを露光しなければならなかった。現在、我々はフィルムを使用せず、また特別にモニターを使用せずにデジタル画像を使用しているが、依然として画像の各ラインのアセンブリに依存する他はないのである。

### ページ iv

NASA高度スーパーコンピューティング部(NASA Advanced Supercomputing Division)クリス・ヘンゼ(Chris Henze)による視覚化

ヘンゼのコメント: 高レベル解析度GCMは、 $0.5$ 度の計算グリッドで作動する。サイズは、576 (東西)  $\times$  361 (北南)  $\times$  32 (上下) = 665万グリッドポイントである。私は特定の湿度である動的計量値 $q$ をグラフに描く。これは一区画あたりの水蒸気の質量と空気の総量の比率で、極から赤道へ行くにつれ約2から25 g/kgに変化するものである。画像用に私は32モデルの各層に垂直方向に $q$ を組み込んでみたが、これこそが白い渦巻き形のものなのである。ここで、特定の湿度は雲量と同じではないということに注意してほしい。雲はこのような大規模なモデルで直接分解するものではないためだ。大陸の生育環境からは、GCMの「地表モデル」によって多種の地表や植物の種類を示す。北極地方や南極北部のはっきりしたライトグレーの部分は海氷である。私はまた地上気圧の勾配を計算し、これをバンプマップに使って起伏の影を作ってみた。 $q$ のためにだいがわからなくなったが、アンデスのような高い勾配のエリアの影は分かるはずである。

### ページ vi

偶発的に起こる火災と爆発研究センター=C-SAFE(Center for the Simulation of Accidental Fires and Explosions)のフィル・スミス(Phil Smith)、ラジェシュ・ラワット(Rajesh Rawat)、&ジェームス・ビグラー(James Bigler)によるシミュレーション。ユタ大学の科学コンピューティングとイメージングインスティテュート(the Scientific Computing and Imaging Institute at the University of Utah)による好意画像提供。

著者のコメント:  $250^3$ や  $300^3$  のデータ・セットから気温を明確化するために、拡大縮小が可能で精巧な放熱モデルや乱気流モデルを使用し、10メートルのヘブタンプールにおける火災の広がりを $300^3$ のユニフォーム・コンピューター・シミュレーションでシミュレーションした。リアルタイム・レイ・トレーサー・ソフトウェアは、C-SAFE で生成したシミュレ

ーションデータに基づく時間毎の火災の変化を、ダイレクト・ボリューム・レンダリングを使用してイメージ化することが出来る。時間依存性データは、火災の経過を示すスタイルアニメーションのあるフリップブックを使用してイメージ化される。シミュレーションは、本物の大規模火災を基に形成された巧妙な渦巻き状の構造や、本物の火災で観察された渦巻きの巻き上がりを取り込んでみる。[注意: 赤、黄、グレー色の温度変化で示された画像のフルカラーバージョンは、ユタ大学のScientific Computing and Imaging InstituteのWebギャラリー([http://www.sci.utah.edu/galleries\\_front.html](http://www.sci.utah.edu/galleries_front.html))で閲覧可能]

### ページ4-5

- 米国防省の写真是シェーン・クオモ(Shane A. Cuomo)米国防省二等軍曹による
- 米国防省の写真是ジェレミー・ロック(Jeremy T. Lock)米国防省二等軍曹による
- 米国防省の写真是Chief ジェームス・クロッグマン(James Krogman)米国防省上等兵による
- 米国防省の写真是テリー・ブレヴィン(Terry L. Blevins)米国防省曹長による
- 米国防省の写真是リチャード・フリーランド(Richard Freeland)二等軍曹による
- 画像はNASA/ゴダード宇宙飛行センターと海色を衛星から調べる広視野センサプロジェクト=SeaWIFS (NASA/Goddard Space Flight Center, and ORBIMAGE Sea-Viewing Wide Field-of-View Sensor Project)による

### ページ 6-7

- 写真是ランディー・モントーヤ(Randy Montoya)DOE/SCによる
- 画像は米国EPA科学視覚化センター(Scientific Visualization Center)の研究主任調査官(research principal investigator)アラン・フブナー博士(Dr. Alan Huber)の好意による提供
- 画像はIBMビジネスコンサルティングサービスの好意による提供
- 画像は米国インフラシミュレーション分析センター(National Infrastructure Simulation and Analysis Center)のクリストファー・バーネット(Christopher L. Barrett)による

### ページ 8-9

NASA高度スーパーコンピューティング部(NASA Advanced Supercomputing Division)クリス・ヘンゼ(Chris Henze)による視覚化

ヘンゼのコメント: この画像は、モンタナ州立大学のグウェン・ジェイコブス(Gwen Jacobs)との共同研究によるものである。研究分野は、神経生物学、神経情報科学、神経生理学等である。我々の研究対象はコオロギの尾毛システム。これからコオロギの尾毛システムの働きを大まかに説明する。コオロギ(または直翅類の昆虫)の後部には尾角と呼ばれる2本のアンテナの様な構造がある。それぞれの尾角は、気流にぶつかると歪められる約1000本の細かい毛で覆われている。それぞれの毛は機械的に平らに動くように強いられ、動いた時に底面のトランスデューサーは関連した感覚神経に電気的信号を送る。感覚神経から出ている軸索は、レセプターの役割をする毛の総体である球状の運動パターンに球状のエキサイテーションパターンが対応する3次元の「ニューラル(神経)・マップ」を形成するコオロギの腹部へ命令を伝えるのである。

ニューラル・マップは、介在ニューロンによって「読み込み」が行なわれ、複雑な樹木状の軸(入力枝)は感覚神経でシナプス(電気的接続)を形成する。介在ニューロンの数は感覚セルの数よりもかなり少なく、それらの多くが「確認された」ということは、どんなコオロギでも大体は同様の分枝パターンで再現性をもって発見されるということである。それぞれの確認された介在ニューロンは、多量の3次元のニューラル・マップから入力を受け、計算処理によって時間依存性の空間パターンを活動電



位のシーケンス、または“スパイク”-実質的にビットストリームへと変換する。これらのビットストリームは、方向または速度などの簡単な空気移動パラメータを表すことを可能にし、または捕食性スズメバチの羽から渦巻きの影といった複雑な形体を表している。

神経作用の点から環境に関する情報の処理や説明をすることは、「ニューラル・コーディング(神経による記号化)」や「ニューラル・コンピューテーション(神経による計算)」の最重要点である。

画像は、確認された介在ニューロン(「10-2」と呼ばれる)を表している。グウェンは、3次元顕微鏡研究をわざわざ駆使して、この確認された介在ニューロンに関する幾何学的情報(形態計測データ)を収集した。直径が変化する各分岐ポイントまたは分岐場所(約1万セグメント)の3Dローケーションや直径が記録されたのである。ここで私は遊び半分、そして半分は各セグメントの広がりや色覚化することに専心して、セグメント別に赤、黒、白、黒の4色で色付けしたのである。このようにすることはこれら細胞の電子モデルを構成する上で、またモデルの精度はセグメントの長さに依存しているという事実から見て重要なことなのである。

**ページ 10-11**

a), b), c), d) NOAA *地理物理学流体力学研究所* (Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)

e) *米国スーパーコンピュータ応用研究所* (National Center for Supercomputing Applications) による *視覚化*

*モデルとデータは環境研究所・工学研究開発センター・陸軍工兵隊およびチェサピーク湾プロジェクトの協力* (Environmental Laboratory Research and Development Center, U.S. Army Corps of Engineers in partnership with EPA Chesapeake Bay Project), *カール・セルコ* (Carl Cerco) による

f) *視覚化はイリノイ大学のベックマンインイ高度科学および技術インスティテュート、生物物理学グループ* (Theoretical and Computational Biophysics Group Beckman Institute for Advanced Science and Technology, University of Illinois, Urbana-Champaign) の *エマッド・タイクホーシッド* (Emad Tajkhorshid), *ピーター・ノラート* (Peter Nollert), *モルテンOイエンセン* (Morten O. Jensen),

*ラリー・J・Wミルケ* (Larry J. W. Miercke), *ジョセフ・オコーネル* (Joseph O'Connell), *ロバートMシュトラウド* (Robert M. Stroud) そして *クラウス・シュルテン* (Klaus Schulten) による

タイクホーシッドの説明: 画像は、バクテリア、植物、ヒトを含む高等動物の細胞膜に取り囲まれる細胞内に伝達経路を形成する蛋白質組織をコンピュータでシミュレーション化した結果である。シミュレーションは、1万7千個以上の水分子(青)に浸された320個の脂質分子(真赤)で構成される細胞膜内の蛋白質組織(組織を形成する4つの等しい蛋白質)について説明している。このシステムは、時間を500万の小さいステップに分割して算出された運動をする10万6000もの原子を含む、ステップごとに10万6000の全ての原子間の力を計算する必要があった。これら蛋白質のコンピュータシミュレーションは、NIHが資金提供した *高分子基盤モデリングと生命情報学のためのリソース* (Resource for Macromolecular Modeling and Bioinformatics) に行なわれ、生物医学的コンピューティングにおいて最も重要な発展例といえる。このコンピューティングによって、生きている細胞の細胞膜全体に物質が運ばれる過程の全詳細が初めて完全にシミュレーションされたばかりでなく、過去数年間に渡って生物医学研究者の頭を悩ませた問題点に対する答えが解かれたのである。

シミュレーションされた蛋白質は、アクアポリンと呼ばれる物質で、細胞膜全体に効率よく水を運ぶことが出来る水路を形成する。人体では、十種類以上のアクアポリンが検出される。これらの蛋白質はいろいろな臓器で水をコントロールする上で重要な役割をしており、腎臓では毎日使う浴槽の水(200-250リットル)以上の水を再吸収して尿が濃縮され、大量の水がコントロールされる。正常に機能しないアクアポリンは、尿崩症や先天性白内障といったいくつかのよく見られる病気と関わりがあるとされている。それぞれの蛋白質からは独立した水の輸送経路

が備わっているが、水路は細胞膜内に四量体(4つセット)を形成する。画像では、これらの蛋白質が4種類の異なる色の棒で示されている。主な難題は、アクアポリンが大量の水をどれだけ素早く調整しているということだが、電荷を帯びた分子、特にプロトン、帯電された最小の原子をどのようにして水の流れに入れられないように阻止するかにある。帯電がどんどん進むと、細胞は細胞の各過程へエネルギー供給を施す電位を失ってしまう。そのような放電を防ぐため、水のインポートやエクスポートは放電に備えて注意深く選り分けられる必要がある。次に起きる問題は、注意深く選り分けられたことによりゆっくりとした輸送が必ず生じることである。しかしアクアポリンは障害を乗り越えて、輸送に遅れが生じることなく無くプロトンの選り分けをやっているののである。

この難題は、観察と計算とのコンビネーションによって解決された。ここでは計算が鍵となる。経路を通過する水の分子の流れは、水の分子の流動が早くなることによって生じることが分かったが、常に狭い経路を通り単一のファイル内で生じるということが、4つのうちの1経路を表した図に水の分子(中央の小さな青色の要素)がハイライトされて示されているのである。この経過の間、水の分子は全て同じ方向に一列に並べられ、経路を通る前に経路の中央で180度回転する。流れる分子の方向は、プロトンの流れを介して電荷の放電を防ぐための極端に緻密な選択肢の基になる。

g) *シミュレーション画像はゴードン・キンドルマン* (Gordon Kindlmann), *ユタ大学の科学コンピューティングとイメージングインスティテュート* (the Scientific Computing and Imaging Institute at the University of Utah) の好意による

**ページ 12-13**

a), b), c) DOE/SC *ロサンゼルス国立研究所* (Los Alamos National Laboratory) の *マイケルSウォーレン* (Michael S. Warren)

d) 画像は *アレクサンダー・シュトンベル* (Aleksander Stempel) による。データは *カリフォルニア大学、画像処理と統合コンピューティングセンター* (CIPTIC)、*視覚化とコンピュータグラフィックグループ* (courtesy of Visualization and Computer Graphics Group, Center for Image Processing and Integrated Computing (CIPIG), University of California, Davis) の好意による

e) *ポウルダー* は *コロラド大学* (University of Colorado, Boulder) の *チャーベル・ファールハット* (Charbel Farhat) による画像

f) *Simulation by DOE/SCのローレンスバークレー国立研究所、コンピュータ科学と工学センター* (Center for Computational Sciences and Engineering, Lawrence Berkeley National Laboratory, DOE/SC), *ジョンBベル* (John B. Bell) と *フィリップ・コレッタ* (Phillip Colella) によるシミュレーション

g) DOE/SCのローレンスバークレー国立研究所 (Lawrence Berkeley National Laboratory, DOE/SC) の *アンドレアス・アデルマン* (Andreas Adelman) と *クリスティーナ・シゲルリスト* (Cristina Siegerist)

**ページ 14-15**

a) *国立ブルックヘイブン研究所* (Brookhaven National Laboratory) *スタープロジェクト* (STAR Project)

b) *フロリダ州立大学* (Florida State University) の *マイケルWダビッドソン* (Michael W. Davidson) の好意による画像提供,

c) *米国立癌研究所・高分子結晶学研究所* (Macromolecular Crystallography Laboratory, National Cancer Institute) の *ジリ・フォンドラセク博士* (Dr. Jiri Vondrasek) による画像, NIHとNISTのHIVプロアテーゼデータベースから。

**ページ 16**

a) *Visualization by サンディエゴはカリフォルニア大学、スーパーコンピュータセンター* (San Diego Supercomputer Center, University of California, San Diego) の *デビッドRナドール* (David R. Nadeau) と *エリック・エンクイスト* (Erik Engquist) による視覚化。データは、*ウルバナ・シヤンペン* は *国立スーパーコンピューティングアプリケーションセンター*

## 画像クレジットと技術詳細続き

(National Center for Supercomputing Applications, Urbana-Champaign) のスチュワート・リービー (Stuart Leavy) とボブ・パターソン (Bob Patterson)、ニューヨークは米国自然歴史博物館・ハイドン・プラネタリウム (Hayden Planetarium, American Museum of Natural History New York) 所属のライアン・ワイアット (Ryan Wyatt)、クレイ・ブディン (Clay Budin)、モルデカイ・マックロー (Mordecai Mac Low) およびリー (Li)、ノーマン (Norman)、ハイチュ (Heitsch) およびオishi (Oishi)、

ペンシルバニア州立大学 (Pennsylvania State University) のトム・アベル (Tom Abel) とバージニア大学 (University of Virginia) のジョン・ホーリー (John Hawley) によるデータ

## ページ 18-19

- a) DOE/SC ローレンスバークレー国立研究所 (Lawrence Berkeley National Laboratory, DOE/SC) のケネス・ダウニング (Kenneth Downing) と同僚たち
- b) NASA ウィルキンソン・マイクロ波異方性探査装置 (NASA/Wilkinson Microwave Anisotropy Probe Science Team)
- c) DOE/SC 拡張磁気(電磁)流体力学モデリングセンター (Center for Extended Magnetohydrodynamic Modeling, DOE/SC)
- d) NPACI 拡張可能視覚化ツールを用いたサンディエゴスーパーコンピュータセンター (San Diego Supercomputer Center using NPACI Scalable Visualization Tools) のアレックス・デカストロ (Alex DeCastro) がネズミの心室ミオサイトに関するいくつかの視点 (Perspective views of rat ventricular myocytes) を編集。研究結果はサンディエゴ・カリフォルニア大学薬学科 (Department of Pharmacology, University of California, San Diego) ジョン W アダムス (John W. Adams)、エイミー・L パゲル (Amy L. Pagel)、クリストファー・K ミーンズ (Christopher K. Means)、ドナ・オクセンバーグ (Donna Oksenberg)、ロバート C アームストロング (Robert C. Armstrong)、ジョアン・ヘラー・ブラウン (Joan Heller Brown) によるもの。
- e) ウルバナ - シャンペーンはイリノイ大学、ベックマン高度科学技術インスティテュート・イメージングテクノロジーグループ (Imaging Technology Group, Beckman Institute for Advanced Science and Technology, University of Illinois, Urbana-Champaign) のドン・アップルマン (Don Appleman) による画像 (<http://www.itg.uiuc.edu/>)
- アップルマンのコメント: オリジナルの画像は、HiVac 環境制御型電子顕微鏡 (ESEM) を使用して作成されたため、白黒 (グレースケール) だった。この ESEM はプロトンというよりむしろ電子で画像を作成するため、カラー情報を取り込まない。私は後で画像をカラー化したのである。
- “HiVac” とは “高真空” のことである。ESEM は、空気分子と電子ビームが干渉し合わないようサンプルを維持する部屋から空気を排出する。倍率は 13,199 倍。珪藻植物が確認されない理由は、珪藻植物が 1 万種類以上あるためである。これは “羽状の” 珪藻植物だということが言えるが、海洋生物学者ではないのでこの生物の種類を絞り込むことはできない。珪藻植物の硬い表面で出来ているシリカの殻の穴により、珪藻植物の柔らかい内部が環境に接触できるようになっている。珪藻植物が死んだ場合、シリカの殻は残されている。それをここでお見せしているわけである。
- f) デービスはカリフォルニア大学の視覚化およびイメージ処理と総合コンピュータグラフィックグループ (courtesy of Visualization and Computer Graphics Group, Center for Image Processing and Integrated Computing (CIPIC), University of California, Davis) のギンター・ウェーバー (Gunther Weber) の好意による画像
- g) ユタ大学の科学コンピューティングとイメージングインスティテュート (Image courtesy of Scientific Computing and Imaging Institute, University of Utah) による画像
- 機関研究者のコメント: コンピュータモニターを使って行なう視覚化は、閲覧者に情報を提供する上で最初のステップに過ぎない。3D ディス

レイは次のステップの1つであり、物質的な空間のよりリアルスティックなレンダリングを提供する。SCI Institute の調査員は、別の感覚入力や制御メカニズムを使用してデータとのより完全なインタラクションを提供することに努めている。具体的な例として、ユーザーと画像空間ドメインを1つにした直感的な方法を提供するポジション・アンド・モーション・トラッキング・デバイス(位置と動きを追跡するデバイス)、3Dカーソル、'データ・グローブ'を使用した例がある。我々はまた、調査中のデータ・セットの物質特性を基にユーザーの手に物理的な力を生じさせる「触覚」フィードバック・デバイスを用いている。本研究の目標は従来の視覚化技術を採用して実現することよりも、より直感的で効率よく相乗効果のある相互作用を与えるため、ユーザーが徹底して集中的にデータを研究することにあるのである。

我々は設計やプロジェクト実行で良い仕事をして、エラーの相互作用に境界を持たせることを望んでいる。境界が1つであるということはワークスペースの全体に渡ってシステムエラーが混合することを表している。結局のところ、我々はシステムが相乗作用を定量化する機能を提供していることを望んでいる。我々のソフトウェア・アーキテクチャは、カスタム・コンポーネントと業界のアプリケーション・プログラミング・インターフェイス(API)のインテグレーションである。個々のソフトウェア・コンポーネントは、共有のメモリやUDPメッセージを介してアプリケーション・プロセスへ連絡するものである。2つのカスタム・ソフトウェア・コンポーネントは、Synergistic Data (SD) ライブラリと Virtual GL (VGL) ライブラリである。SD ライブラリは、視覚化メソッド、触覚的レンダリング・メソッド、データ・セット・サポート、インタフェース・ウィジェットを提供する。VGL ライブラリは、視覚環境レンダリングを行なうためにデバイスやディスプレイ・マネジメントを提供する。現在我々は、ベーシックな PHANTOM インタフェース用に SensAble 社の GHOST API を使用し、シングルオーディオ強化フィードバック用に NASA の Vanilla Sound Server (VSS) を使用したものである。

プロトタイプ・システムを使用した我々の全く初めのデモンストレーションは、静電気的点電荷フィールドの分析に基づくシミュレーションだった。このフィールドには、2つのソース(赤と緑の範囲)と1つのシンク(青の範囲)がある。画像は、研究者が視覚的に触覚的なワークベンチで静電気的点電荷フィールドを研究しているところである。ストリームラインは、電荷ソース(赤と緑の範囲)と電荷シンク(青の範囲)に非常に接近して色付けされた、フィールドのグローバル構造を示す。ボンディングボックス・ウィジェットはデータ・セットの範囲を示す。赤と青のスフィア間のストリームスフィアは、PHANTOM スタイラスの左側に紫色のプロキシ・ウィジェットおよび黄色のフォース・ベクトルで示した通り、ローカル・インタラクション・ポイントから局所的に水平に両方向に移動されるものである。

- h) NASA 高度スーパーコンピューティング部 (NASA Advanced Supercomputing Division) のクリス・ヘンゼ (Chris Henze) による画像
- ヘンゼの説明: 「バーチャルメカニクスシミュレーション (Virtual mechanosynthesis) (VMS) は、発達中の分子工学シミュレーションとバーチャルリアリティ環境を連結したコンピューショナル・ステアリング・ファシリティである。分子力学は “Brenner ポテンシャル” を使用しており、ハイドロカーボン用に特別にパラメータ化した経験に基づくリアクティブ・ボンド・オーダー・フォース・フィールドである。"リアクティブ" とは、原子結合を作ったり壊すことができるという意味。仮想現実環境では、ヘッドトラックされたアクティブ・ステレオ・ディスプレイ (私のかけている眼鏡は、片方の目やもう一方の目を交互に遮る高速シャッターが備わっており、ステレオ・ディスプレイで左目と右目のそれぞれの視野で見ることが可能となっている。またこの眼鏡にはワイヤが私の耳から突き出して見えるセンサーが備わっており、頭位をグラフィックス・エンジンへ中継するため視野を適切に変えることができる)、フリーダム・ハンドトラック・インプット・デバイス (基本的に 3D マウスのこと、私の左手にあるワンドです)、触覚 (フォース・フィードバック) デバイス (私の右手にある黒いデバイス) から構成されるのである。総合的な効果は、3次元に浮かぶことが出来たり、原子を掴んだり位置を変えることが出来たり、またこれが “リアリスティック” に反応することにある。モノの形成を試みる事が出来るため、分子力学はあなたを素直な気

持ちにさせる。力学が精密である限り、物理的にもっともらしい構造を形成することが可能になるのである。このファシリティによって、ナノテク技術者が原子スケールの構造を探求したり、複雑なアセンブリ・シーケンスをリハーサルしたりデバッグしたり、一般的に言うところの化学的直感を養うことが可能になる。

この実物大の模型で私は、水素が除かれたグラファイトの一部を動かしている。グレーのスフィアは炭素原子を表し、端周辺の緑の範囲は水素を表す。(ポテトチップやサドルのような) マイナスの曲率を生じる7つの部分から成るリング(7角形の欠損部)を作り、ピンクの原子(別の炭素だが、しっかり掴んでいるのでピンクに色付けした)をグラファイトシートに加えてみた。

- i) NASA高度スーパーコンピューティング部(NASA Advanced Supercomputing Division)のクリス・ヘンゼ(Chris Henze)による画像  
Henzeのコメント: これは、量子生物学データの視覚化されたものである。水分子を描写してみた。電子電荷密度のラプラシアン(勾配磁場フィールドでは、剥離表面と吸着表面(流量フィールドでは正確に類似しています)がある。黒の線は、ラプラシアンフィールドの輪郭です。(表面が等値面生成\*ではない\*ということを明確に示す) 緑と赤のラインは、勾配磁場フィールドの鞍点の安定・不安定(それぞれ)の多様体である。

リチャード・ベダー(Richard Bader)によって提案されたアイデアに続き、我々は原子や分子の電荷密度にベクトル・フィールド・トポロジー技術を適用して、電子構造の理解を深めようと努力をしている。電荷密度のラプラシアンは曲率あるいは「一括性」を求める方法であり、その構造は化学的挙動が豊富にあることを示している。

#### ページ 20

- NASAジェット推進研究所・コーネル・ダニエルマース・マースデジタルLLC (NASA Jet Propulsion Laboratory/Cornell/Daniel Maas/Maas Digital LLC)による例証

#### ページ 22-23

- a) NISTのデビッド・フェーダー(David Feder)とピーター・ケチャム(Peter Ketcham)による視覚化  
b) ミシガン大学・生物学ナノテクノロジーセンター(Center for Biologic Nanotechnology, University of Michigan)のポール・トロンビー(Paul Trombley)による画像

NIHがサポートする研究分野の上級研究教授ニコラスW・ビソン(Nicholas W. Beeson)のコメント: 画像はいくつかのリソースの合成物質である。背景の緑は、生きている細胞を蛍光染料で着色した顕微鏡の画像である。PAMAMデンドリマーのコンピュータで生成したモデルが上に重ねられており、このモデルは3年前に我々の最初の合成研究を指導する際に使用したものである。これらのモデルは3つから5つのデンドリマーの生成を描写している。そして、グラフィック・アーティストがこれらのモデルをハイライトした半透明のスフィアで重ねて置いた。最後の画像は、ナノデバイスがどのようにして癌細胞をターゲットにするかというアーティストの概念である。

現在我々は、癌のネズミの体内でナノデバイスをテストしている段階である。このナノデバイスは、癌細胞を認識して入り込み、化学療法薬(抗癌剤)を運び、抗癌剤が健康な細胞へ運ばれないため、薬の体に対する毒作用が大幅に減少する。(ネズミの毛が抜けない)抗癌剤は特に癌細胞へ運ばれるため、腫瘍のサイズが大幅に小さくなる。ナノデバイスの研究は、3番目のセットである動物実験を実施するというポイントまで到達した。我々は、治療指数の100倍の向上を目の当たりにしている。治療指数とは、減少された毒性と上昇した有効性のコンビネーションである。手短かに言えば、我々のナノデバイスを受けているネズミは、毒作用を示さず腫瘍が死んでいる。

未だ実施していないテストがあるが、我々は生物医学的な作用のある本物のナノアクティブに着手している。

- c) 画像はJCリー(J.C. Lee)韓国スウォンズン大学(Sungkyunkwan University, Suwon, Korea)によるもの。ウルバ

- シャンペンはいリノイ大学、セイツ物質研究所・物質マイクロアナリシスセンター(Center for Microanalysis of Materials, Seitz Materials Research Laboratory, University of Illinois, Urbana-Champaign)による好意提供。

#### ページ 24-25

- a) 米国内務省 魚類野生生物局(U.S. Fish and Wildlife Service)  
b) ロンドンユニバーシティ・カレッジ(University College, London)のFスプール(F. Spoor)がVoxel-manを用いて画像を提供  
c) NASAアメス研究センター・NASA高度スーパーコンピューティング(NASA Advanced Supercomputing, NASA Ames Research Center)  
d) コーネル大学・モンテマグノ研究グループ(Montemagno Research Group/Cornell University)の好意による画像提供

#### ページ 26-27

- a) Image by ニッセンH(Nissen, H.), ダメロウP(Damerow, P.)およびエングルトR(Englund, R.) (1991) *Frühe Schrift und Techniken der Wirtschaftsverwaltung im alten Vorderen Orient: Informationsspeicherung und -verarbeitung vor 5000 Jahren*. Bad Salzdetfurth [Germany]: Franzbecker, pp. 92-93. Courtesy of ロサンジェルスはカリフォルニア大学の楔形文字のデジタルライブラリCDLI(Cuneiform Digital Library, University of California, Los Angeles CDLI)スタッフのコメント: エルレンマイヤー152として知られるこの大きな平板は、ウルの第3王朝時代(約2036 B.C.)の南メソポタミア市 ウンマ(Umma:現在のイラクのテルジョクハ=Tell Jokha)出身の人を説明している。このテキストの詳細と翻訳は、エングルトR(Englund, R)著書の電子出版物「その年にニッセンは遠くの島から戻ってきた」=「The Year: "Nissen returns joyous from a distant island",」\_Cuneiform Digital Library Journal\_ 2003:1, §21 ([http://cdli.ucla.edu/Pubs/CDLJ/2003/CDLJ2003\\_001.html](http://cdli.ucla.edu/Pubs/CDLJ/2003/CDLJ2003_001.html))で閲覧可能である。  
b) ウィスコンシン - マジソン大学図書館・デジタルコンテンツグループ(Digital Content Group, University of Wisconsin-Madison Libraries. Copyright 2000 © Board of Regents of the University of Wisconsin System)による画像提供  
c) ミドルテネシー州立大学・トッド図書館の好意提供による画像(Todd Library, Middle Tennessee State University)  
d) タフト大学・デジタルコレクションとアーカイブ(Digital Collections and Archives, Tufts University)による好意提供の画像  
e) マサチューセッツ歴史協会・トマス・ジェファーソンの手記クーリッジコレクションコレクション(the Coolidge Collection of Thomas Jefferson Manuscripts, Massachusetts Historical Society)による好意提供の画像。「トマス・ジェファーソン文書:電子アーカイブプロジェクト」(The "Thomas Jefferson Papers: An Electronic Archive" project) は1999年に米国議会によって設立された米国国宝プログラムSaveによってサポートされている。  
f) インディアナはブルーミントンのインディアナ大学デジタルライブラリ、ホーギー・カーマイケルコレクション(the Hoagy Carmichael Collection, Indiana University Digital Library, Bloomington, Indiana)による好意提供。博物館および図書館サービスに関する連邦協会(Federal Institute of Museum and Library Services)によってプロジェクトはサポートされている。  
g) チャペルヒルはノースカロライナ大学・情報と図書館科学学部・インタラクティブデザイン研究所のオープンビデオプロジェクト(the Open Video Project, Interaction Design Laboratory, School of Information and Library Science, University of North Carolina at Chapel Hill)の好意提供の画像

普通ではないテーブル(No Ordinary Table): レノはネバダ大学の大規模構造研究所(Large-Scale Structures Laboratory University of Nevada, Reno)による画像提供



## 画像クレジット - 技術詳細続き

## ページ 28

- a) 「北アメリカ、時間と土地のタペストリー」(North America Tapestry of Time and Terrain)はケイトE(Kate E.)によって編集。米商務省・米国内地質学調査(Department of the Interior, U.S. Geological Survey)バートン(Barton)、デビッドGハウエル(David G. Howell)そしてホセFビジル(José F. Vigil),

ビジルのコメント: 北アメリカ、時間と土地のタペストリー(North America Tapestry of Time and Terrain)は、2003年度地質学調査シリーズ(I-2781)の米国内地質学調査の産物である。マップは、カナダの地質学調査とMexican Consejo Recursos de Minerales の共同制作によるものである。

この地図製作のタペストリーは、地質マップや陰影のあるレリーフイメージからデジタル化して織られた。このデジタル化されたコンビネーションは、岩の種類、トポグラフィー、時代の相互関係を基に北アメリカの地質学的歴史を明らかにしている。同地的な地表の他に大陸スケールの地殻変動の事象もまた3次元空間や4次元空間で地質年代別に明らかにされている。

地質マップは、地表あるいは地表近くの岩盤および岩の種類という2種類の情報を有している。地理マップは、地表を海拔で表す方法(1キロメートル間隔)が含まれるデータ・ファイル、デジタル・エレベーション・モデル(DEM)としてスタートした。我々はこれを使用して陰影のあるレリーフマップを作成し、ArcGIS にHILLSHADEコマンドのあるSpatial Analyst 拡張子を使用して生成した。垂直的拡大は10倍である。岩盤とレリーフマップは、タペストリーを形成するためにコンピュータでマージされた。地質学は北アメリカの近刊予定の地質マップから一般化され、John C. Reed (USGS)とJohn O. Wheeler (Geological Survey of Canada)によってDecade of North American Geologyが編集され米国内地質学会から後援を受けた。地質マップデータは生成された後、ArcINFO地理情報システム(GIS)ソフトウェアでプロジェクトされた。EROSデータセンターが寄与したDEMを基に作成された陰影のあるレリーフマップから基礎をなす地図製作の構造が実現された。2種類のコンポーネントマップは、GISソフトウェアを用いて相互にジオレファレンスされ、また最終画像はグラフィックス・ソフトウェアを使用して結合されたものである。縮尺: 1:8,000,000 正積図法: Lambert Azimuthal Equal Area.

主要なタペストリーの色は、北アメリカを組成する岩盤を時代別に表している。例えば、カナダ楯状地を組成する多種の岩が赤の影で示されている。幾つかのエリアに関しては岩がいつ形成されたのかが正確に分からず、考えられる時代を一般的な範囲で知るだけとなる。我々は形成された時代が不確実なこれらの岩を大まかな地質学的時代を表す代わりに1つの時代またはいくつかの時代へ割り当てるため、幅広いカテゴリーにグループ化した。

## ページ 30

- a) NASA地球科学観測事業(NASA Earth Science Enterprise)による好意提供の画像  
b) DOE/SCのランディー・モントーヤ(Randy Montoya)による写真  
c) DOE/SCサンディア国立研究所(Sandia National Laboratories, DOE/SC)

## ページ 32-33

- a) スタンフォード大学コンピュータ科学学科・インタラクティブ研究所(Interactivity Lab, Computer Science Department, Stanford University)による好意画像提供  
b) DOE/SCフェルミ国立加速器研究所教育局(Fermi National Accelerator Laboratory Education Office, DOE/SC)トマス・ジョーダン(Thomas Jordan)による写真  
c) NASAとコロラドはコロラドスプリングスのコロラド聾啞学校(NASA and Colorado School for the Deaf and the Blind, Colorado Springs,

Colorado)による写真提供

- d) NOAAによるコスパス - サーサット計画(COSPAS-SARSAT

schematic courtesy of NOAA)

[注: 冷戦時代の名残で、COSPASはCosmicheskaya

Sistyema Poiska Avaryinich Sudov = Space System for the Search of Vessels in Distress = 難破船捜索宇宙システムを示す。SARSATはSearch and Rescue Satellite-Aided Tracking = 衛星捜索救助追跡システムである]

- e) ASPIREソフトウェアによるスクリーンショット。スタンフォード大学・血管外科部循環器系生体力学研究室(Cardiovascular Biomechanics Research Laboratory, Division of Vascular Surgery, Stanford University)による好意提供。  
f) Photo by バージニアはバージニアビーチ、ケープ・ヘンリー校(Cape Henry Collegiate School, Virginia Beach, Virginia)ポート・ポソングサン(Pote Pothongusan)による写真提供。

## 摘要

ネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)計画へ参加した連邦政府関連機関は、その重要な任務のサポートおよび高度なコンピューティング、ネットワーキング、情報技術における米国のリーダーシップを維持するための IT リサーチ活動を調整する。NITRD 計画の協力的なアプローチにより連邦政府関連機関は、連邦政府の研究開発資金の実用性を最大限にするために長所を生かし、重複を避け、リサーチ実績の相互運用性を向上させている。2004 会計年度大統領予算教書補足資料には、1991 年に成立した高性能コンピューティング法の定めるところにより、NITRD の 2003 年会計年度成果および 2004 年会計年度計画を要約するものである。

本レポートは特に、NITRD リサーチの最終的な成果 国防、自国の保安から高度な科学的、工学分野での研究、経済産業、教育、医療保障に至るまでの各分野における国民の関心へ情報技術を革新的に適用することにハイライトを当てるものである。

## アメリカ製品の購入

アメリカ議会は、米国以外の高性能コンピューティングおよび通信分野の資金調達活動に関する情報を求めている。2003 年会計年度に DARPA は、1)米国に法人または所在があり、米国民の個人が過半数所有する企業以外の企業、あるいは、2)英国ケンブリッジ大学へ 10 億 7 千 5 百万ドルの IT リサーチ関連の賞を資金提供した米国 DARPA の外に所在する教育機関あるいは非営利機関、のいずれかと共同して行なった情報技術の研究開発に関する補助金、契約、共同協定、共同研究および開発協定を締結した唯一の NITRD 機関である。2003 年会計年度では、実質上米国で採掘、製造、生産された商品、原料、供給品から提供された米国以外で採掘または生産された製品化されない商品、原料、供給品、もしくは米国以外で製品化された商品、原料、供給品について、NITRD の調達以外の費用は百万ドルを超えた。

## 複本が必要な場合

2004 会計年度大統領予算教書補足資料または情報技術研究開発国家調整局のその他の刊行物の複本を必要とする場合には、情報技術研究開発国家調整局へ連絡するものとする。Suite II-405, 4201 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22230; (703) 292-4873; fax: (703) 292-9097; e-mail: nco@nitrd.gov.



**National Science and Technology Council**  
**Interagency Working Group on**  
**Information Technology Research and Development**  
National Coordination Office for  
Information Technology Research and Development  
Suite II - 405, 4201 Wilson Blvd., Arlington, VA 22230  
(703) 293-4873  
<http://www.nitrd.gov>