

**Interagency Working
Group on Information
Technology Research &
Development**

**National Science and
Technology Council**

Networking and Information Technology Research and Development

**Supplement
to the
President's Budget
for FY 2002**



国家科学技術会議（National Science and Technology Council: NSTC）について

国家科学技術会議（National Science and Technology Council: NSTC）は、大統領命令により、1993 年 11 月 23 日に設置された。大統領の諮問機関であり、主として、科学、宇宙、技術に関連する政策を、連邦政府全体にわたって調整する。科学技術を担当する『バーチャル・エージェンシー』として、連邦政府の研究開発事業における広範な分野の調整を行う。議長は大統領が務め、委員は副大統領、科学技術担当大統領補佐官、各省の長官、科学技術に深く関わる政府機関の最高責任者、そのほかの政府当局者から構成される。

国家科学技術会議についてのお問い合わせ：

国家科学技術会議事務局 (202) 456-6100

ウェブサイト www.nstc.gov

科学技術政策局（Office of Science and Technology Policy: OSTP）について

科学技術政策局（Office of Science and Technology Policy: OSTP）は、1976 年の国家科学技術政策組織優先法（National Science and Technology Policy, Organization, and Priorities Act）により設置された。その役割は、科学技術に深く関わるあらゆる疑問に答えて大統領の政策決定や予算編成を補助すること、科学技術に関する大統領の政策と計画を明確化すること、連邦政府、州政府、地方自治体、民間企業や大学の科学研究機関のあいだに確固たる協力関係を構築することなどである。科学技術政策局の局長は、科学技術担当大統領補佐官が務め、大統領に代って国家科学技術会議を主宰する。

科学技術政策局についてのお問い合わせ：

科学技術政策局 (202) 456-7116

ウェブサイト www.ostp.gov

表紙デザイン

表紙は、ネットワーク技術および情報技術に関する連邦政府の広範囲にわたる研究開発活動を表現したもので、全米科学財団（National Science Foundation: NSF）のデザイナー、イラストレータである James J. Caras のデザインによる。

表紙の中央にある円形の図は、全世界に広がるインターネットの接続をコンピュータによって可視化したもので、2000 年 10 月に収集したリアルタイムデータに基づいている。図には 60 万を超える IP アドレスと 100 万を超える接続が反映されており、自律システムすなわちインターネットサービスプロバイダ同士の直接の接続は、縦横に交差する線が示すように、北米に圧倒的に多いことをこの図が示している。データの収集は、インターネットデータ分析協会（Cooperative Association for Internet Data Analysis: CAIDA）が国防高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）と全米科学財団の援助を受けて開発したインターネットの性能測定ツールであるスキッター（Skitter）を使用して行われた。画像提供はインターネットデータ分析協会。

裏表紙の図は、全米科学財団の超高速基幹通信網（very high performance Backbone Network Service: vBNS）を表現している。この通信網が提供する高度な接続性によって、大学の研究者は、全米の高速通信網や大学のスーパーコンピュータに接続できる。画像は、シクリッド（Cichlid）と呼ばれる、分散データを 3 次元的に視覚化する対話型プログラムが表示した図を撮影したものである。シクリッドは、全米科学財団の資金により、国立ネットワーク応用研究所（National Laboratory for Applied Network Research: NLANR）ネットワーク測定分析研究室の Jeff Brown が開発した。シクリッドの利用者は、地理的に分散された高精度データの集合を、情報が変化すると同時に表示、調査、利用でき、さらにさまざまな表示形式を指定することができる。

NETWORKING
AND INFORMATION TECHNOLOGY
RESEARCH AND DEVELOPMENT

**ネットワーキング及び
情報技術研究開発**



SUPPLEMENT
TO THE PRESIDNET'S BUDGET
FOR FY 2002
2002 年度大統領予算教書補足資料

A Report by Interagency Working Group
on Information Technology Research and Development
情報技術研究開発に関する省庁間作業部会報告書

National Science and Technology Council
国家科学技術会議

2001 年 7 月

この Bluebook2002 の日本語訳は、the National Coordination Office (NCO) for Information Technology Research and Development (ITRD) により作成された資料を、NCO の許諾を得た上で、AITEC が翻訳したものです。

大統領府 (Executive Office of the President)
科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy)
コロンビア特別区ワシントン (Washington, D.C. 20502)

2001 年 7 月 5 日

連邦議会議員各位

ここに『ネットワーキング及び情報技術研究開発 (Networking and Information Technology Research and Development)』と題する、国家科学技術会議 (National Science and Technology Council) の情報技術研究開発に関する省庁間作業部会 (Interagency Working Group on Information Technology Research and Development) が作成した年次報告書を送付できることは我々の喜びです。本報告書では、情報技術研究開発 (Information Technology Research and Development: IT R&D) に関し、2002 年度大統領予算教書を補足するとともに、複数の政府機関が共同で推進する「ネットワーキング及び情報技術研究開発 (Networking and Information Technology Research and Development: NITRD)」の活動において、連邦政府諸機関が実施する現在の情報技術研究開発活動、また解決すべき今後の課題にも焦点を当てています。

今日では、従来にも増して、情報技術が提供する社会基盤 (インフラストラクチャ) や先進の機能を抜きにしては、国家における経済競争力の強化や重要な目標の達成はありえません。国家にとっての重要な目標は、強力な国家防衛力を維持すること、科学技術や生体臨床医学や宇宙開発に革新的かつ飛躍的な進歩をもたらすこと、コンピューティングやネットワーク機器の新しいパラダイムを把握すること、交通や危機管理や労働者の教育訓練に対する社会の要請に応えることなどが含まれます。社会では、個人生活においても、事業活動においても、未来の可能性を拓くための努力においても、安全で故障に強く高性能なデジタル基盤に対して、期待と依存が高まっています。情報技術の開発を加速し、急速に普及させている米国のあらゆる努力を支えているのは、大学や国立研究機関、また民間企業や非営利団体とのさまざまな提携において実施されている、基礎的な情報技術研究開発への連邦政府による不断の投資なのです。

21 世紀において米国が繁栄するための重要な基盤となる、ネットワーク技術とコンピュータ技術の先進の研究開発において、連邦議会が政府の活動を支持し、協力されることを期待致します。

Rosina Bierbaum
Acting Director

— 目次 —

INTRODUCTION

新しい米国のインフラストラクチャ 1

研究のアジェンダ

なぜ国は基礎的ネットワーキングおよび IT 研究開発を必要とするのか 6

Research Challenge

#1	次世代コンピューティングとデータ記憶技術	9
#2	シリコン CMOS における障壁の克服	11
#3	21 世紀のための多目的、安全、拡張可能なネットワーク	13
#4	科学と工学における米国の強みを維持するための先進的 IT	15
#5	重要なシステムにおける信頼性と安全な運用の確保	17
#6	現実世界のためのソフトウェア作成	19
#7	人間の能力と万人の進歩に対する支援	21
#8	知識世界の管理と実現	23
#9	世界レベルの IT 要員の教育と育成の支援	25
#10	利益を最大化するための IT の効果についての理解	26

PUTTING FEDERAL RESEARCH INTO ACTION

国家的グランド・チャレンジ・アプリケーション 28

次世代の国防と国家安全保障システム	28
全国民のための改良された健康管理システム	29
科学的に正確な人体の三次元機能モデルの制作	30
大規模環境モデリングとモニタリングのための IT ツール	30
生涯学習のための世界最良のインフラストラクチャの創出	31
危機管理のための統合 IT システム	32
先進的航空管理のための技術とシステム	32

NITRD 参加機関と研究内容 34

NITRD 関係機関の個別研究分野別の予算 35

連邦政府 NITRD 活動への参加基準 37

Agency Contacts 38

Interagency Working Group on IT R&D 46

謝辞 47

米国産品購入レポート 48

INTRODUCTION

新しい米国のインフラストラクチャ

概 観

新世紀を迎えた今日、ネットワーク技術と情報技術（information technology: IT）によって我々の世界は一変し、米国は空前の繁栄を享受し、商業、通信、人材開発、国家安全保障、科学研究のインフラストラクチャにおいて大変革がもたらされている。この著しい変革の時代において、米国は世界の情報技術研究の先駆者あるいは指導者として傑出し、最先端のコンピュータ技術、高速の情報通信、情報技術応用システムの開発や利用における第一人者となった。

これまでの連邦政府の投資によって整備された道路網、鉄道網、電力供給網、電話網と比較しても、ネットワーキング及び IT は、国家が発展するための新しいインフラストラクチャであるばかりか、そのどれよりも強力、複雑、多面的、遠大である。国家の防衛力や安全保障の面のみをとっても、コンピュータおよびネットワーク技術によって、米国の安全性はあらゆる点で強化される。

連邦準備制度理事会（Federal Reserve Board）の Alan Greenspan 議長は、2000 年 3 月 6 日、ニューエコノミー（New Economy）に関する会議での講演で、次のように述べている。「歴史家がいまから約 10 年後に現在を振り返ったとき、我々は米国の経済史における枢要な時代を乗り切ろうとしていたと結論づけるのではないか。（中略）現在の時代を特異なものとしているのは、経済全体にわたって情報技術の利用が増大している点である」

ネットワーキングおよび IT R&D における国家の目標

ニューエコノミーは、米国の産業や起業家の限りない活力から生まれたものである。しかし、デジタル革命のきっかけとなったのは、ネットワーク技術と情報技術の基礎的かつ長期的な研究開発（research and development: R&D）に対する連邦政府の投資である。さらに、米国に重要な目標の達成と情報技術のあらゆる可能性の実現をもたらす技術の飛躍的な発展のためにも、投資は重要な役割を果たし続け、次のような公共の利益をもたらそうとしている。

- 家庭や過疎地で即時に医療が受けられること。
- 航空交通管制、防衛、金融取引、生命維持、電力供給といった重要なシステムの信頼性が高まり、故障に強くなること。
- 軍人の戦場での危険が減少すること。
- 航空機の設計や製造、自動車の燃費や安全性の向上、分子合成による新薬の開発などにおける製法や製品の模擬、視覚化、解析ができること。
- 情報の漏洩がなく、プライバシーの保護された電子商取引が拡大すること。
- 必要なときに、教育や知識の広範な提供が受けられること。
- コンピュータの性能が向上することによって、生物工学の変革など、科学技術における米国の主導権が確保され、

市民と国家の安全を確保するという、連邦政府の重要な使命が達成されること。

- 天気予報的中率が向上することや、環境に関する分析や意思決定が改善されること。
- 危機管理や災害管理のためのネットワークや情報システムが高性能化されること。
- いつでも、どこでも、どんなデバイスからも、情報にアクセスできること。

連邦政府の IT 投資による 成果

大統領情報技術諮問委員会（President's Information Technology Advisory Committee: PITAC）が 1999 年の報告書で米国の情報技術研究の現状について強調しているように、ネットワーク技術と情報技術の基礎的な研究開発に対する過去何十年もの超党派による連邦政府の支援は、経済や社会全般において『めざましい』成果をあげている。

経済成長の促進

連邦議会下院を 2000 年に通過したネットワーキング及び情報技術開発法案（Networking and Information Technology Research and Development Act）（H.R. 2086）の答申では、次のような同様の結論が述べられている。「情報技術によって、経済の成長と繁栄が促進されたと考えられる。（中略）情報技術の基礎研究によって、情報革命が可能となった」

技術革新による生活水準の 向上

連邦議会上院を 2000 年に通過した連邦研究投資法案（Federal Research Investment Act）（S. 2046）の答申では、次のように結論づけられている。「技術革新は、世界の近代的工業社会に長期的な経済成長と生活水準の向上をもたらしたもっとも大きな原動力である。（中略）すべての連邦政府機関にわたる研究開発によって、米国国民の生活水準を向上させる技術が効果的に生み出されている」

一流研究者と熟練労働者

いずれの答申も、連邦政府による研究への投資が果たした独特の役割として、米国の科学者、技術者、教師、熟練労働者を大量に養成したことをあげている。連邦研究投資法によれば、連邦による研究支援は「単に世界一流の研究を生み出しただけでなく、世界一流の研究者も」生み出している。一方、下院の答申では、次のように述べている。「情報技術の基礎研究は、新しい産業と、高賃金の新しい職業の創出に貢献してきた」「情報技術によってもたらされた経済成長を継続していくためには、科学技術の研究と熟練労働力の存在が不可欠である」

IT R&D の広範におよぶ 効果

IT R&D において米国が優位性を維持することによって生まれる効果は、非常に広範におよぶ。過去においては、科学のいかなる単一の分野の研究から得られる効果も、例えば、ある武器の開発やある病気の治療といったように、範囲が限定されていた。しかし、情報技術というものは、本質的に適用範囲が広く、さまざまな機器、システム、機能を提供することによって、毎日何億人もの手に触れられるとともに、国家にとってもっとも重要な、防衛や市民生活のインフラストラクチャを機能させる。ネットワーキング及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology R&D: NITRD）の

活動に対して、均衡の取れた多角的な投資を行うことによって、連邦政府は重要な使命を遂行できるばかりか、経済の成長と競争力を維持し、例えば、教育、環境管理、医療、法律の執行、殖産、科学研究、交通の安全といった、国家の優先課題における重要な公益の追求を支援する。

複数の政府機関による研究活動

NITRD の活動は、情報技術の先進的な技術開発を必要とする任務を帯びた複数の政府機関による、共同研究の枠組である。前身は、1991 年に連邦議会が制定した高性能コンピューティング・通信計画（High Performance Computing and Communications Program）である。参加機関は、複数の政府機関による研究活動や、産業界や大学の研究者との提携と協力をとおして大きな成果をあげ、10 年におよぶ実績をもつ。複数機関の共同研究という方法によって、人間が情報技術を利用するさまざまな局面における広範にわたる研究課題に取り組んでいる政府機関、国立研究所、大学、民間企業の科学者や技術者は、専門知識や大局観を獲得できる。

参加機関

NITRD 活動には、次の 12 機関が参加している。

- 健康管理研究品質局（Agency for Healthcare Research and Quality: AHRQ）
- 国防高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）
- エネルギー省国家核安全保障管理局（National Nuclear Security Administration, Department of Energy: DOE/NNSA）
- エネルギー省（Department of Energy: DOE）科学局（Office of Science）
- 環境保護局（Environmental Protection Agency: EPA）
- 米国航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration: NASA）
- 国立衛生研究所（National Institute of Health: NIH）
- 国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology: NIST）
- 海洋大気局（National Oceanographic and Atmospheric Administration: NOAA）
- 国家安全保障局（National Security Agency: NSA）
- 全米科学財団（National Science Foundation: NSF）
- 科学技術担当国防副次官事務局（Office of the Deputy Under Secretary of Defense for Science and Technology: ODUSD (S&T)）

個別研究分野 (PCAs)

NITRD 活動が重点をおく研究は、参加機関の活動責任者による複数の調整部会（Coordinating Group）が決定し、個別研究分野（Program Component Area: PCA）に反映される。調整部会は、定期的に協議を行い、それぞれが専門とする研究分野において、複数の政府機関による研究活動の目的と方法を調整する。個別研究分野は、次の 6 分野である。

- ハイエンド・コンピューティング（High End Computing: HEC）。HEC R&D と HEC の基盤整備と応用（Infrastructure and Applications: I&A）を含む

- 人間とコンピュータの相互作用と情報管理 (Human Computer Interaction and Information Management: HCI&IM)
- 大規模ネットワーク技術 (Large Scale Networking: LSN)
- ソフトウェアの設計と生産性 (Software Design and Productivity: SDP)
- 高信頼のソフトウェアとシステム (High Confidence Software and Systems: HCSS)
- 社会、経済、労働に関連する情報技術および情報技術要員育成 (Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development: SEW)

個別研究分野のほかに、連邦政府情報サービスアプリケーション審議会 (Federal Information Services and Applications Council: FISAC) が設置され、連邦政府の情報技術研究開発部門と非研究開発部門の連携を促進し、先進的なコンピュータ、情報、通信の技術を早期に適用する。

IT R&D に関する省庁間作業部会(Interagency Working Group)について

NITRD 活動は、参加機関の代表者によって構成される、情報技術に関する省庁間作業部会 (Interagency Working Group: IWG) によって調整される。省庁間作業部会や個別研究分野の調整部会の活動は、情報技術研究開発を担当する国家調整局 (National Coordination Office: NCO) の支援を受けている。

活動資金

NITRD 活動への資金の提供は、通常の予算編成と歳出の手順によっておこなわれ、参加省庁、行政管理予算局 (Office of Management and Budget)、連邦議会が関与する。活動によっては、個別の機関が資金を提供し、実施する場合もある。また複数の機関が協力し、合同で予算を立案・答弁する場合もある。高速計算技術研究開発活動のように、高度に複雑で重要な研究開発活動については、参加機関は活動と予算を一本化し、詳細な実行計画を策定する。

2002 年度大統領予算教書補足資料である本報告書について

『ネットワーキング及び情報技術研究開発 (Networking and Information Technology Research and Development)』は、2002 年度大統領予算教書の補足資料 (Supplement to the President's FY 2002 Budget) であり、連邦政府による NITRD 活動を説明する。1991 年の高性能コンピューティング法 (High-Performance Computing Act) の定めにより、本補足資料には、現在までの成果と、2002 年度の計画が含まれる。本活動に対する 2001 年度予算概算と 2002 年度予算要求を個別研究分野及び参加機関ごとに集計したものは、p.35 と p.36 に掲げられている。

本年度の補足資料で説明される重要な研究目標を達成しなければ、先進のコンピュータ技術とネットワーク技術において、さらにはこれらの技術への依存が強まっている、軍事および非軍事のあらゆる分野において、米国が優位性を維持することはできない。また、本補足資料に記述される、国家による情報技術の大規模な適用は、米国全体に広がる主要なイ

ンフラストラクチャを根本的に変革し、すべての国民に利益をもたらす可能性がある。しかし、これらの効果的な新しい適用を米国が展開できるかどうかは、本補足資料で概説する個別技術の基礎研究において、多くの成果をあげることにかかっている。

ワールドワイドウェブでの 情報公開

本報告書を含む、連邦情報技術研究開発局の刊行物、また参加機関や関係機関のホームページへのリンクは、次のアドレスからたどることができる。

<http://www.itrd.gov/>

研究のアジェンダ

なぜ国は基礎的ネットワーキングおよび IT 研究開発を必要とするのか

情報技術の可能性

今日の情報技術は、もはや科学や工業技術のための単なるツールの提供者ではなく、国家防衛から工業生産までの各分野における米国の変革の核心にある極めて学際的な分野である。

IT は、科学や工業技術における基礎研究から始まり、計算機、遠隔通信装置の設計、構築、保守につながる応用科学や工業技術上の知識にまたがっている。IT は、人々が欲していることをデジタル機器が実行する複雑な指令の組 — ソフトウェア — を書くことに関連する数学やコンピュータ科学の専門知識を包含している。また、人類のニーズ、関心、願望のためにコンピューティングや通信能力をいかに利用すべきかを考え出す事実上あらゆる分野の学者、学生、政府や企業の職員、その他のコンピュータ・ユーザの思考や想像に、IT は関連する。協働しているこれらの科学的、技術的技能と知識ベースのすべてが、我々が毎日の生活上依存するに至った複雑なデジタル・システムを作り出している。

我々がそれに気付いているか否かにかかわらず、我々はこの学際的 R&D 活動の成果に取り囲まれている。

これらには医療診断や治療のための精密計測機器や可視化能力、また迅速なジャストインタイムの製造のための在庫管理システム、火星探査機や宇宙の深淵からの天文的な画像、大規模な金融システムの監視と管理、電子メールやオーディオ、ビデオ、音声ファイルのための標準化された送信プロトコル、国際航空交通の通信と管理システム、風、水、その他の環境システムのリアルタイムの観察によるデータの収集や分析に基づいた天気予報のようなアプリケーションが含まれる。

IT 革命における 連邦政府の役割

今日のコンピューティングやネットワーキングの能力の中で最も顕著かつ影響力の大きいものの多くは、連邦政府機関の主要な使命である連邦政府が資金提供する研究によって創始された。「情報化時代」というものと、民間部門全体においてダイナミックなビジネスチャンス形成を促進してきた、連邦政府が援助している R&D の例については「連邦政府が資金を提供した IT 研究の成果」(p.8)の項目を参照のこと。

長期的研究、 学際的探求

これらの連邦政府の研究プロジェクトは、コンピューティング・システム、ネットワーク、情報システム一般の能力を向上させるために解決されるべき中核的な技術上の問題を探求した。これらのプロジェクトは、6 カ月以内に商業用の製品を生み出すようには設計されていない。これらのプロジェクトは、問題解決に多数の科学者が参加することを許容して研究コミュニティに広く跨った実験や見直しを多年にわたって行った後に結果がもたらされたのである。この基礎研究の過程が、我々全員に利益をもたらす科学的、技術的および工業技術上の飛躍的な進歩を作り出したのである。

技術移転

多くの政府機関と民間部門のパートナーシップによる連邦政府の IT 研究投資による調整が、関連した研究を活性化し、汎用性があり、広範囲にわたって有用で、相互運用性を持った技術、ツール、アプリケーションを生み出した。このため NITRD は技術移転の強力な原動力であり続けることができたのである。またこのことは、基礎的な IT の問題や、大学、研究所、産業界との協力的なパートナーシップにおける R&D を支援するメカニズムについて広範囲にわたって適用できる解決策に重点を置いてきたことからの直接的な成果である。連邦政府の資金提供による飛躍的な進歩の多くが、後に民間部門において商業化されていることで（多くの場合、これは NITRD の資金提供による支援を受けて教育を受けた米国のサイエンス系大学の卒業生によって行われているものである）、連邦政府による投資をさらに増加させる。

国家の利益のための 課題への注力

NITRD 参加機関は、今日のネットワーキングおよびコンピューティング能力と下記のような極めて重要な分野における米国の世界的なリーダーシップを維持するために連邦政府と国家の両者が必要とする実現可能な先進的技術とツールとの間にある最も重要な科学的小および技術的課題に重点を置く。

- ・ 国家防衛、国家安全
- ・ 科学と工業技術
- ・ 生物医学研究
- ・ 医療
- ・ 高速ネットワーキング（無線と有線）
- ・ 工業用のモデル製作と医薬品設計
- ・ 宇宙工学、航空交通制御
- ・ 国家の安全、通信、金融、医療、工業開発、e-コマースのための信頼でき、安全で、故障の少ないコンピューティングとネットワーキング・システム
- ・ 多数のフレームやアプリケーションを横断する世界的な IT の相互運用性を保証する規格、計測と試験

p.9 から記述する「Challenge 1~10」の項目では、連邦政府の NITRD 関連機関が 2002 年度に取り組むことを計画している 10 の主要な研究課題を説明している。

連邦政府が資金を提供した IT 研究の成果

コンピューティング・システム

- 初めてのオペレーショナル、電子式、プログラム蓄積型のコンピュータである Standards Eastern Automatic Computer (SEAC) は、米国空軍 (U.S. Air Force) のために NIST の前身である機関によって開発された。同年に同一機関が米国海軍 (U.S. Navy) のために建造した類似の機械である Standards Western Automatic Computer (SWAC) は、当時は世界最速の機械であった。
- 今日の最高速のマイクロプロセッサの基礎になった RISC 計算機 (Reduced Instruction Set Computing) 技術は、1970 年代から 1980 台初頭に DARPA が資金を提供した研究によって発展した。
- 20 年間にわたる連邦政府の支援を受けた研究者が探求した並列コンピューティングのコンセプトは、1980 年代の終りから 1990 年代における商業用高級コンピューティング・プラットフォーム開発の基礎を構築した。

ネットワーキング

- インターネットは、1960 年代に、DARPA の資金提供を受けた研究者が発明したネットワークである ARPANET から育成されたものである。
- 高速光ネットワーク。連邦のネットワーキング研究は、現在のインターネットの 1000 倍ものエンド・トゥ・エンドの伝送速度と伝送容量を持った世界最初の光ネットワークのプロトタイプを作り出している。またこの研究は 3 年間に及ぶ 2 億 7600 万ドルの資金提供により、新しい民間部門の会社による合計価値数百億ドル規模の開発を促進している。

人間-コンピュータ・インタラクション

- 現在ではデスクトップ・コンピュータでは標準になっているマウスやグラフィカル・ユーザ・インターフェース (GUI) は 1960 年代末の DARPA の資金提供を受けた研究に由来するものである。
- 最初のグラフィカル・ウェブ「ブラウザ」は、NSF の支援を受けた大学をベースにした研究者によって開発された。ウェブ・サーチ・エンジンは、DARPA や NSF による研究投資から成長してきたものである。
- ネットワーク間の相互運用性を支援するプログラム言語である Java は、連邦政府による資金提供を受けた研究者によって最初に探求されたコンセプトに基づいたものである。DARPA が何十年にもわたって資金を提供してきた音声と音声ダイアログ技術は、世界の産業界向けの新しいカスタマ・コール・センタ・コンセプトやより効率的なサービス提供につながった。

情報管理

- 研究結果や医学紙誌からの引例を統合した、世界初かつ最大の公共医療データベースが、NIH の国立医学図書館 (National Library of Medicine) によって開発され運営されている。
- 財務記録、国勢調査データ、また事業用の在庫のような大量の情報を記憶し、管理するために必要な極めて強力なソフトウェア・システムであるリレーショナル・データベースは、1970 年代に NSF から資金提供を受けた大学の研究者によって開拓された。
- DOE と NSF が後援した機械学習の研究は、ヒトゲノムの解読に採用され、データマイニング業界を作り出した。
- DOE、DARPA、NIST、その他多数の連邦政府機関が後援した数値線形代数ライブラリの研究は、世界中の何千人もの研究者が使用する数値線形代数ソフトウェアの高性能のライブラリを生み出した。これらのライブラリは、世界のサイエンティフィック・コンピューティング・インフラストラクチャの重要な一部となっている

Challenge #1 次世代コンピューティングとデータ記憶技術



NOAA の HPC プログラムでの Janet Ward 氏によるグラフィック

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF: Pittsburgh Supercomputing Center のテラ級のコンピューティング・プラットフォームを含む、工業技術と科学の先進的研究のための装置、計測機器、分散処理システムの取得と開発の支援。新しい装置、システムのアーキテクチャ、技術、ナノ・サイズのコンポーネントを機能的 IT 構造に組立てるツール。

DARPA: データ主体のシステムとソフトウェアのプロトタイプ。高速データ・アクセスのためのメモリ内プロセッサ。モーフリング計算可能なマイクロ・アーキテクチャ

NASA: 高性能コンピューティングを実現するためのワークステーション・クラスター (Beowulf clusters) のベースの拡張。単一イメージ・スーパーコンピューティング・システム的能力拡張の研究。

NIH: 先進的生物医学計算用の新しいアーキテクチャとアルゴリズムの評価を計画。

連邦政府の重要な使命と産業界のニーズは新しい科学的かつ技術的パラダイムを必要としている。それはハイエンドの計算速度を大幅に向上させ、適応性があり、再構成が可能な計算環境を提供し、高性能計算装置やデータ記憶装置のサイズ、コストや電力消費を減少させるものである。

例えば、今日世界最速のコンピューティング・プラットフォームは、ローレンス・リバモア国立研究所 (Lawrence Livermore National Laboratory) にある DOE/NSA の「オプション・ホワイト」システムである。512 個の IBM 多重プロセッサ・ノードで構成された大規模な並列システムは、13,000 平方フィートの床面積、ならびに電源、冷却と機械的装置のために 3.2 メガワットを超える電力を必要とする。オプション・ホワイトは、12.3teraops (一秒あたり数兆回の演算) の処理速度が可能である。しかし、多数の連邦政府機関の使命ならびに国家にとってそれを解決することが重要であるもっとも複雑な科学的な問題の大規模な計算の要求に対しては、このようなシステムですら充分ではないのである。

同時に、米国のハイエンド・コンピュータ分野 (標準的なデスクトップ型のコンピュータよりはるかに速いコンピューティング・プラットフォームを製造する企業群) は、米国市場においては縮小しつつある部分である。業務用にハイエンド機を購入する者は、安価で、かつ物理的な制約の少ない中級機を好む。その結果として、演算速度、記憶容量、装置における今日の最上段の障壁を突破する技術を開発するというチャレンジは、孤立させられてしまうのである。最高レベルの演算性能についての米国の能力を維持するために、市販されている製品と、政府の重要な使命の要求の間のギャップに連邦政府の R&D が橋を架けているのである。

現在のところ、政府は、学術研究者と連邦政府の研究者の両方が使用する学術用の計算センターや、国立研究所の数ダースに及ぶハイエンドのコンピューティング・プラットフォームを、多数の中級機と共に支援している。しかし、大学や政府の科学者のハイエンドの研究と応用についてのニーズを満たすには十分というには程遠いものである。また、将来の先進的なアプリケーションが必要とする処理速度と記憶容量へ拡大していくための実現性のあるモデルを提供するものでもない。例えば、今日のオプション・ホワイトのプラットフォームは、7,000 のディスク駆動機構に跨る 160 テラバイトの記憶空間を持っている。この記憶空間の量は、連邦議会図書館 (Library of Congress) 全体の収納量の約 6 倍に相当するものを保持しうるものであるが、将来の研究が必要とする科学データのごく一部に過ぎないのである。

コスト効率の良い解決策を見出すためには、物理学、化学、材料科学、電気工学等の学問分野における学際的基礎研究、ならびにコンピュータ科学や応用数学における革新が必要である。次世代のスーパーコンピューティング・アーキテ

DOE 科学局 :National Energy Research Supercomputer Center におけるクラスター・コンピューティングのための高性能通信の MVICH システムの拡張。テラ級のコンピューティング・システムにおける科学用アプリケーションおよびコンピュータ科学とソフトウェア上の重要問題のための高性能ソフトウェア・コンポーネントの為に、ライブラリを管理するイネープリング技術センタの構築。

NSA: 数学的および信号処理の問題から知能を派生させるために必要な計算能力の飛躍的向上を達成する方法の発見と応用。探求の対象には先進的な顕微鏡研究、マイクロスプレイ冷却、光電子回路、光テープが含まれている。

NIST: クライアント・サーバ・トランザクションに基づいた数学関数のソフトウェア・ライブラリのプロトタイプ。線形システムや固有値問題の解決等の計算上の問題に利用。

NOAA: 安価で、より大きい能力を発揮する高度並列計算システム上での先進的に拡張可能なコンピューテーションのための革新的技術とツール。

ODUST(S&T): ハイエンドのハードウェア、ソフトウェアとアプリケーションにおける防衛関連の研究のための装置を大学が取得することを援助。

クチャ、システム・ソフトウェアやミドルウェアは、連邦政府機関と民間部門の両方の相互運用性に対するニーズにも目を向けることが必要である。これらの技術上の飛躍的進歩も米国の競争力を助勢するものである。

2002 年度においては、NITRD 関係機関は、計算機システムの現在達成されている性能を増大させるための研究に取り組んでいく。目標は、この 10 年が終わるまでに、コスト、エネルギー消費、また専有面積を低減させながら、今日の最速のシステムの速度の 1,000 倍以上の速度のシステムを作り出し、下記の事項を行う相互運用性を持ったシステム・ソフトウェアとツールを開発することである。

- ・ teraops 規模のシステムにおける、継続したアプリケーション性能向上、使用の容易さ、管理の容易性、高速ネットワーク接続性の向上
- ・ petaops 規模のシステムへのスケーラビリティ（拡張性）（petaops システムは、毎秒一千兆回の演算を実行する）
- ・ ハイエンドの科学用コンピューティングのための統一環境の提供

今日のシステムの何千倍ものレベルへの計算能力の大幅な向上に対する要求は、今後もますます大きくなっていく。これらの向上は、ここの改善がどのように画期的なものであったとしても、ハードウェアまたはソフトウェアの孤立した個々の強化のみでは達成することができないものである。将来のスーパーコンピュータのアーキテクチャは、入念に開発、組立、また調整されたコンポーネントによって構成されることを要し、システムのアーキテクチャと緊密に統合することを可能にしたアプリケーションの開発プロセスと統合したものであることを要する。このあらゆる場面の緊密な統合は、ハイエンドのコンピューティング研究のあらゆる分野における高度に飛躍的な進歩を要求するものである。

長期的研究のニーズ

- ・ 先進的なコンピューティング・コンセプト（従来存在しなかったアーキテクチャ、コンポーネント、アルゴリズムを含む）
- ・ システムソフトウェア技術（オペレーティングシステム、プログラム言語、コンパイラ、記憶階層、インプット／アウトプット、パフォーマンス・ツールを含む）
- ・ 部品技術、システムソフトウェア、プログラミング環境を統合するシステムアーキテクチャ（部品技術、ノードの機能性、コンフィギュレーション、高度並列計算管理用ソフトウェア、階層的プログラミングを含む）、ネットワーク接続性
- ・ ハイエンド・コンピューティングのためのソフトウェア・コンポーネント技術

Challenge #2 シリコン CMOS における障壁の克服



シリコン・ウェーハ上の二次元微細回路を形成する相補型金属酸化膜半導体（CMOS）チップはコンピューティング・システムの標準的な構成要素であるが、早くもその物理的限界に到達しつつある。すなわち、その経路を通じて送ることができる電子信号はその量と速度の点で有限である。オプション・ホワイトを作り出したチップの複雑な技術的集合体でさえも、その莫大な規模と電力消費量によってこのような限界があることを示している。NITRD 関係機関は、コンピューティング・デバイスのプロセッサのためのまったく新しい設計を生み出すための新材料や新方式を検討している。連邦政府の使命も、民間部門における IT 革新も同様に、teraops と petaops 単位の色度を可能にする根本的に新しいプロセッサ・アーキテクチャに向けた中期的な演算速度の段階的改善と長期的な革新技術を必要としている。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：量子フェーズのデータ記憶と検索の探求継続。共用記憶域多重プロセッサの設計。ナノ級のデバイスとシステム・アーキテクチャ。

DARPA/NSF：テラバイト級の問題を記憶し、計算するための DNA のような分子の使用についての調査。

DARPA：メモリ内プロセッサの配列を含む、チップ内とチップ間通信のための超大規模集積の調査。

2002 年度においては、各機関は、生物学、情報科学、またマイクロ電子機械的システム（“ Bio:Info:Micro ”）の理論的、経験的に交わる部分の研究を支援する。光通信学、ナノテクノロジー、センサー、アクチュエータ、光電子工学、デジタル、アナログ、混合信号処理、新製造技術の進歩によって、例えば、単一のチップ上に何十億個のトランジスタを持たせた三次元設計を考えることが可能になっている。この活動は、新しいモジュラ・ハイブリッド・アーキテクチャの設計に重点を置くものであり、防衛用の組み込み型システムが必要とする耐故障性、プログラマビリティ（アモルファス・コンピューティング方式のような目新しいアプローチを含む）や安全性の機能を含んでいる。

関連する研究分野は、生物的基板コンピューティング、すなわちデオキシリボ核酸（DNA）、リボ核酸（RNA）、蛋白質等の有機分子の潜在的な可能性であり、広大な記憶容量と処理能力を提供する。例えば、1 グラムの DNA は 10^{21} の DNA 塩基を含んでおり、これは 10^8 テラバイトの情報の記憶に相当する。この分野における飛躍的進歩は下記のような結果をもたらさう。

- ・大容量で内容アドレス可能記憶装置
- ・現在では解決できない演算上の困難な問題の解決
- ・DNA/RNA のタイリングを利用したナノ構造物の自動形成。このナノ構造物は、極小電子工学等のナノ科学に使用することができる（下記で説明）。

これらの基礎調査のすべてについて革命的なブレークスルーが実現する時期を予告することはできないため、NITRD 関係機関は、直近時点および中期的に必要なとされであろう処理速度の実効的で段階的改善を実現する可能性を提供する超伝導物質や関連技術の探求も継続する。

NSA：現在のシリコンやガリウム砒化物技術の代替となる、量子コンピューティング・デバイス、その他高性能超伝導物の実現可能性を示す研究の継続。「スマート・メモリ」チップのアーキテクチャ、コンフィギュレーションとプログラミングの研究。

NIST：量子コンピューティング、安全な量子通信、光通信学、ナノテクノロジー、光電子工学、新規チップの設計と製造技術の研究。

ODUST(S&T)：大学をベースとした量子通信と量子メモリの研究。

長期的研究のニーズ

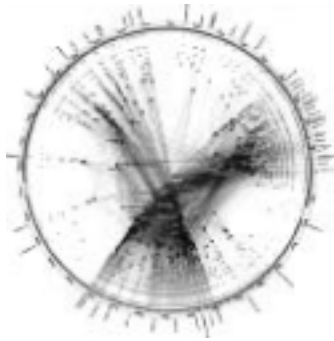
各機関は、原子レベル現象の可能性を探索する長期的な研究を支援する。光量子あるいは分子核等の分野があり、高速処理メカニズムとして機能する。以下は将来の手段として大きな可能性を持っている。

- ・ 光バックボーンネットワーク上の超安全な通信
- ・ 未整理のデータベースの検索、あるいは大きな数字を因数分解するため等のアルゴリズムの速度の飛躍的増加
- ・ 分子のプロセスあるいは物理現象の詳細かつ忠実なシミュレーションを可能にする量子コンピュータ

さらに、各機関は、コンピュータの設計と製造における長期的で飛躍的前進に到達する研究を支援する。これらの活動に期待される成果には下記のものが含まれている。

- ・ 革新的なコンピュータ構造、3-D アーキテクチャ、ハイブリッド技術
- ・ チップ上で再構成可能なシステム、適応性があり、かつ多様性があるコンピューティング
- ・ プロセッサの性能に比例する記憶性能を提供するメモリ内プロセッサ（PIM）とその他の活動
- ・ 新しい計算基盤
 - － 量子コンピューティング
 - － 生物ベースコンピューティング
 - － 「スマート・ファブリック」。織り合わせ形バッテリー、光ファイバ・ケーブル、金属コネクタ等の技術を利用して、科学者は、数十 teraops クラスの処理（今日の大型スーパーコンピュータの規模）を行うのに十分なプロセッサを浮き彫り加工し、人が身につけられる織物を作ることが可能である。
 - － 分子電子工学。軍事用次世代戦略コンピューティングのための極度に速く、高密度の処理能力を持った分子スケールの計算。

Challenge #3 21 世紀のための多目的、安全、拡張可能なネットワーク



地球規模のインターネット接続のグラフィック。(詳細は表紙裏参照) 図は CAIDA の御厚意による。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF: ネットワークを中心としたミドルウェア、高性能接続、戦略的インターネット技術。

ネットワーク・モニタリング、問題検出と解決、能動的インテリジェント・ネットワークのための先進的自動化ツール、無線通信等の革新的アクセス方法等がある。

DARPA: 能動的ネットワーク、適応性があり、リフレクティブなミドルウェア、ならびに高度に安全で分散型防衛用アプリケーション用に構成可能な高保証・信用システム。ネットワークのモデリングとシミュレーション。

NIH: サービス品質、データのプライバシーとセキュリティ、ノマディック・コンピューティング、ネットワーク管理等の先進的ネットワークの能力を利用した遠隔医療アプリケーションを開発するプロジェクト。

インターネットは IT 革命の中心に位置するものであり、連邦政府が支援したネットワーキングの研究はその成長と発展のために重要な技術的進歩を生み出す上で重要な役割を果たしている。連邦政府の活動の重点は、諸機関の重要な使命を支援する技術やツールの探求に置かれるが、連邦政府の研究は、長期的なニーズを強調したものになっている。これら研究には、スマートで能動的なネットワーキング、自動的リソース発見、またオンライン・リソース・アクセスのような重要な新興の分野を含んでいる。それはインターネットを新世紀における国家のための安全で、信頼でき、拡張可能で、超高速な知識と通信のインフラストラクチャへ移行させる為の中核的な研究課題でもあることは驚くに当たらない。

例えば、スマートで能動的なネットワークは、ネットワーク・リソースに対する需要の変化を感知し、これらの需要に応えるよう調整することができるようになるであろう。自動リソース発見技術は、どこでネットワーク集中型プログラムが実行されているかを「見て」、必要な帯域幅を提供することができるようにするものになるであろう。同様に、大規模なアプリケーションは、それ自体が必要とするネットワーク・リソースを捜し出すことができるであろう。能動的ネットワークは、無線通信デバイスが場所を替えている場合にも調整することができるであろう。

今日、インターネットを「近代化する」ためには、新世代のインターネットやその他イネープリング技術が必要とされている。これらが急速に増大しつつあるトラフィック量、拡大された電子商取引、ならびに次世代ネットワークが広範囲にわたって利用可能になった場合にのみ可能になる先進的なアプリケーションに対して有効となる。最近のインターネットに関する調査によれば、北米全体の約 60%を含み、世界人口の 6%に相当する、全世界で 3 億人以上の人々が、今日ではインターネットを利用している。無線通信デバイスのための接続可能性の出現や全世界で予想できるユーザ数の増加によって、数年の間にインターネット・ノードは 10 億またはそれ以上に成長するであろうと予想されている。そのような規模のインターネットは、今日のどのネットワーク・プロトコル・アーキテクトがこれまでに予測していたものよりはるかに大きいものになるであろう。このようなサイズのネットワークのプロトタイピングを実行する方法がないため、その可能性については、研究上多数の未知の問題が提起されている。

成長と能力改善のためのインターネット・キャパシティを確実なものとすることを目標にして、NITRD 関係機関は、下記の事項のために野心的な共同研究プログラムを推進している。

- ・ネットワーク・インフラストラクチャを、いつでもどこでも利用できるように、どのように拡大し、拡張すべきかを理解すること。これには、家庭電器、自動車や輸送

NASA: ブロードバンド無線通信、移動無線通信、衛星と地上線を含む相互運用可能な異種アクセス技術の開発によってユビキタス・ネットワークングを可能にすること。

DOE 科学局: 分散型ビジュアルライゼーションとペタバイト規模のデータ伝送等のアプリケーションのための高度のエンドトゥエンド性能を可能にするためのネットワーク技術

NIST: 測定技術。敏活なネットワークング・インフラストラクチャのためのプロトコルとソフトウェアの仕様、標準化とテストを支援する。

NOAA: 悪天候予測と警報、危険物質への対応を支援する拡張可能なネットワーク能力とアプリケーションの早期採用。

システム等のより大型の機器に組込まれた数百万あるいは潜在的には数十億の新しいデバイスとチップとのネットワークを拡張するユビキタス・ネットワークングが含まれる。

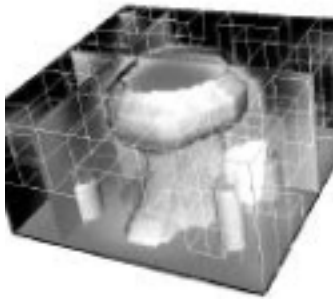
- ・管理機能、信頼性、セキュリティと高速伝送レート等の必要とされているネットワーク・サービスを提供すること。

2002 年度においては、NITRD 関係機関が支援する研究は、ミドルウェア、ネットワークの遠端からのアクセス（移動体無線接続）、センサの高密度なアレイ（センサーネット）、組込み型デバイスの環境、信頼性、セキュリティとプライバシー、共同研究所のためのツールとインフラストラクチャに重点を置く。また、各機関は、21 世紀のネットワークの潜在的可能性を実現する長期研究を包含した総合計画も推進中である。下記のリストは、単なる積み重ねではなく基本的な進歩が求められている R&D 分野を示したものである。これらは、高速度の普及、セキュリティ、フレキシブルなアクセス、および信頼性が、全国デジタル通信システムの標準的な特長となるために必要なものである。

長期的研究のニーズ

- ・基礎的ネットワーク研究は下記を含む。
 - －光ネットワークング（フロー、バーストとパケット交換。アクセス技術。毎秒ギガビットレベルのインターフェース。プロトコルの階層化。）
 - －ネットワークのダイナミクスとシミュレーション（自動管理、自動リソース回復、ネットワーク・モデリング）
 - －耐故障性と自律的管理
 - －リソース管理（発見と仲介、事前予約、共同スケジューリング、ポリシー駆動型の割当メカニズム）
 - －無線技術（発見、共存とコンフィギュレーションのための技術標準）
 - －帯域幅に対する要求を支援する能力の増強
 - －頑強性の改善、数十億のデバイスの一時的相互作用の取扱いとネットワークの遠端からのアクセスを最大化するためのネットワークの増強と拡張。これにはユビキタス・ブロードバンド・アクセス方式、無限ネットワークング、セキュリティとプライバシー、ネットワーク管理等の研究がある。
 - －地球規模のネットワークおよび情報インフラストラクチャを理解すること（エンドトゥエンド・パフォーマンス、バックボーン構造、アプリケーション）
- ・新しい分野の応用を可能にすること（分散型データ主体コンピューティング、共同研究、コンピュータ操縦による科学的シミュレーション、遠隔ビジュアルライゼーション、遠隔機器の操作、大規模分散型システム）

Challenge #4 科学と工学における米国の強みを維持するための先進的 IT



大規模データセットによる燃焼の視覚化。DOE の Lawrence Berkeley National Laboratory のボリューム・レンダリング・ソフトウェアによる。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：天文学、工学、環境科学と地球物理学、ならびにゲノミクスにおける共同研究と情報共有を促進するハイエンドのアプリケーション。
National Center for Supercomputing Applications (University of Illinois at UrbanaChampaign)
San Diego Supercomputer Center (University of California, San Diego)
における
Partnerships for Advanced Computational Infrastructure 本部に対する支援。

NASA：宇宙ベースのデータと分析インフラストラクチャ、ハイエンドの科学共同研究所、ならびに工学のための対話環境の開発。

NIH：科学共同研究のためのネットワーク・インフラストラクチャ技術の実証。立体分子構造を判定するツール、ならびに顕微鏡、磁気共鳴とボジトロン放射断層撮影法による映像を表示し、分析する方式の開発。ハイエンドのモデリングとシミュレーション能力の開発。生物

本報告書で説明した連邦政府の投資対象には、工学や科学における最先端コンピュータ科学とネットワーク化された IT システムの開発と実証が含まれている。すべての重要な革新と同様に、これらの高性能 IT の可能性は、米国が将来においても優位を保つ為の科学上かつ工学上の最前線の知識探求と発見の新しい波を主導するものである。

ハイエンドの科学的計算と可視化技術、そしてツールは、研究者が、有機物および無機物の構造と挙動をそれ以前に可能であったよりはより正確に「見て」、対話し、分析することを可能にする。たとえば宇宙の最小の構成要素から、製造上の設計についての公差、生物圏の大規模な現象の特性や相互作用がある。これらの興味深い探求は NITRD 投資を呼び寄せ、才能のある研究者を工学や科学に惹きつけ、これらの分野における米国のリーダーシップを強化する。

加えて、これら先端分野にある可能性は、21 世紀に最も複雑な科学上の問題を解決するために、新世代の研究者が習得することを要するようなさらに学際的な科学環境を要求すると共にそれを可能にする。極めて複雑なハイエンドのコンピューティング・システムとアプリケーションを設計、構築、調整、統合、使用する作業は、それ自体が極めて学際的なものであり、多数の分野の専門家によるハイ・レベルなチームワークを必要とするものである。これらの先進的なシステムは、科学研究における我々の時代における最も可能性の高い新しい発展の 1 つ、すなわちどの分野のどこにいる科学者でも分散型のネットワーク化されたアプリケーションを通じてリアルタイムで協働できる電子的共同研究所の実現を可能にする。

重要な社会的ニーズに対応するために先進的なコンピューティング・システムの科学と工学を大規模な、多階層の技術的システムのシステムに統合することは、学際的共同研究の今以上の大規模化をとしている。(基本的な NITRD の研究が目指している統合技術システムの一部についての説明は、本報告書の p.28 - 33 の**国家的グランド・チャレンジ・アプリケーション**の項で見ることができる。)

連邦政府の高性能 IT システム研究によって可能にしようとしている先進的な科学と工学分野の活動の例には以下のようなものが含まれている。

- ・生物学、化学、環境、材料、物理科学におけるモデリングとシミュレーション。下記を含む。
 - キロメートルからメートル規模の、地球大気、海洋、淡水、土壌、生物圏のダイナミックな統合モデル
 - 原子から分子、細胞、器官、全身に至るレンジの人体のモデル、そのコンポーネント

医学スーパーコンピューティング・プログラムの拡張。

DOE 科学局: DOE の Scientific Discovery through Advanced Computing プログラムに基づく、コンピュータ科学者と応用科学者の協力関係。次世代の科学的シミュレーションと共同研究所用ツールを開発するための地球気象研究、高エネルギーと核物理学、化学、核融合エネルギー科学等がある。

NOAA: 気象現象と環境現象の大規模データインテンシブモデリングとシミュレーションを支援するための先進的でスケーラブルな高度並行コンピューティング・システムとソフトウェアの開発。

NIST: 材料のマイクログラネティック特性のモデリングのための演算ツール。Virtual Reality Modeling Language (VRML) のための適合テストと VRML が身体障害者のアクセスに対応できるようにする規格。人間工学的なシミュレーションを製造についてのシミュレーションと統合すること。機械評価のプロセスのバーチャルリアリティ環境化。

EPA: 環境に関する研究と決定の支援のためのコンポーネント・ベースでクロスメディア（例えば、空気、水、土壌）なマルチスケール・モデリングのフレームワーク。

- 燃焼、化学的混合、多相流動を含むエンジン全体のシミュレーション
- 将来の核反応装置の設計を最適化するための制御核融合のシミュレーション
- 生物学と製造アプリケーションのための新しい化合物の設計
- 化学、製造、組立工場の最適化のためのモデル
- 実際の試験に代替可能な信頼度の高い、様々な空間構成のための自動車衝突試験のシミュレーション

- ・ モデリングとシミュレーションのためのデータの同化、融合、可視化、操作
- ・ IT におけるモデリングとシミュレーション。下記を含む。
 - ハイエンドのコンピューティング・システム
 - ネットワーク・ダイナミックス
 - 組込み型システムと分散型異種アプリケーション等の大規模 IT システム
- ・ 臨床医薬、科学研究、職業教育と訓練における共同研究技術

長期的研究のニーズ

- ・ 科学者、技術者、社会が関心を持つ現象をより速く、より高解像度、より現実的な立体的シミュレーションで処理可能にするための、より高能力で相互運用性を持ったコンピューティング・システム、記憶システム、ネットワーク、ソフトウェア開発能力（言語とツールを含む）、人・コンピュータ間対話技術
- ・ 複雑で学際的なモデリング・システムを構築し、理解し、評価するためのアプローチ
- ・ 科学者や技術者が分散されたハイエンドのコンピューティング・リソースにより良好にアクセスでき、利用することを可能にする言語とツール
- ・ 分散型の学際的チーム支援のための IT

Challenge #5 重要なシステムにおける信頼性と安全な運用の確保



NASA による将来の空間ベースのコミュニケーション・アーキテクチャのイメージ図。現在 High Rate Data Delivery 研究プログラム下で開発中。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：高信頼性のシステムを構築するための科学原理。トラストコンピューティングの革新的研究。インターネットで構成されたシステムの安全、セキュリティ、プライバシー。リアルタイムの分散型と組み込み型システムの基盤。離散型、連続型のハイブリッドなシステムのためのソフトウェアとモデリング技術。重要なインフラストラクチャ保護のための革新的耐故障性のアプローチ。

DARPA：高信頼度の制御システムの研究。頑強で、協調性のあるハイブリッド制御の設計。システムとソフトウェアの認証のためのテストの手間を減少させることを目的とした公式推論のアプリケーション。保証の証拠の管理。権限の頑強な管理。安全な半自律型協働システム。人間の操作、意志決定による一貫性があり管理しやすい制御。

NASA：高性能ソフトウェアとシステムの信頼性とセキュリティを保証する方法と技術の開発

大統領情報技術諮問委員会（President's Information Technology Advisory Committee）の 1999 年度の報告書では、ソフトウェアの基礎研究は連邦政府のネットワーキングおよび IT の研究で「疑うこともなく国家の最重点課題」とであると主張している。同委員会は、情報時代の現実を下記のように強調している。今日のコンピューティング・システムとネットワークを動かしているソフトウェアは、しばしば風変わりに設計され、安全性に欠け、相互運用性のないコードの膨大なパッチワークである。その脆弱性は信頼性の欠如、セキュリティ違反、性能上の欠陥、エラー、さらにアップグレードすることの困難さを日々明確にしている。

例えば、橋や航空機の設計と異なり、現在のところ、ソフトウェア開発を規定する正式な、科学と工学上の原則のフレームワークが存在していない。同時に、現状ではソフトウェアに対する需要は我々の制作容量を超えており、かつ開発されたソフトウェアは非常に高価であり、ますます複雑になりつつある。多くのプログラムは数百万行のコードが走るもので、今日の技術によれば、効率的に妥当性を確認し、攻撃に対して安全を確保するにはあまりにも膨大である。

問題となっているのが家庭用のコンピュータのユーザのフラストレーションであるならば、我々は、おそらく、ソフトウェア開発を正式の科学的規律ではなく、家内工芸レベルのままにしておくことができるかもしれない。しかし、航空機と航空交通、生命維持装置を含む医療機器、送電網、国際金融ネットワーク、先進的な兵器のような大規模で、ミッションクリティカルなシステムをすでに管理しているソフトウェアについては、ソフトウェア開発方式の研究について資金提供を継続することが必要である。

連邦政府の NITRD 関係機関は、公式な原則と方式によって規定され、そのセキュリティと信頼性が、自動化された試験と妥当性確認によって保証されるように構成されたソフトウェアの開発に必要な研究を担当している。ミッションクリティカルなシステムは、ハッカー、犯罪者、敵からの攻撃、ならびに予期されていないシステムの相互作用に耐えうるものであり、「自己治癒」、すなわち攻撃を受け、あるいはシステムが故障した後にも機能し続けるものであり、高度なデータの完全性とセキュリティを予見的に保証できるよう設計される必要がある。

2002 年度においては、各機関は、革命的に信頼度の高いソフトウェアとシステム開発と保証機能を開発し、実証する研究に対して資金を提供する。予見可能で頑強な態様で挙動するシステムを実現するためのリスク、コストと労力は良くバランスを取る必要がある。この研究努力の目標は下記のとおりである。

NSA: 高保証度コンピューティング・プラットフォーム、セキュリティ管理インフラストラクチャ、暗号化、能動的ネットワーク防御、安全な通信とネットワーク管理の研究の拡大。

NIST: 従来のデータ暗号化基準に代る NIST が選定する先進的暗号化基準の普及。顔認識技術のための基準データとガイドラインの開発。コスト効率の良いソフトウェア評価、テスト、証明の国際規格を促進するための National Information Assurance Partnership を NSA と協力して支援。

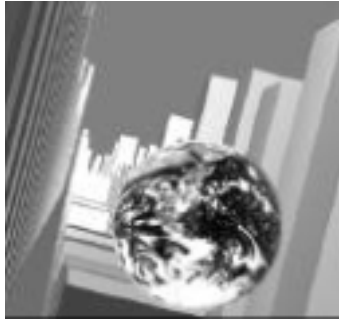
ODUST (S&T): 保証の基礎と技術、情報のセキュリティ、サバイバル技術、ソフトウェア制御システム、公開鍵・インフラストラクチャに関する大学における防衛関連の研究の支援。

- ・安全で安心なシステムを構築することを保証する、信頼できる理論的、科学的、技術的基礎を提供すること。
- ・ユビキタス、アプリケーション・ベース、ドメイン・ベース、リスク・ベースの保証を組込んだハードウェア、ソフトウェアとシステム・エンジニアリング・ツールを開発すること。
- ・保証と認証のプロセスの時間、労力とコストを低減すること。
- ・高信頼度技術の先進的試作の実行と公有財産の技術的基礎を提供し、迅速な採用を可能にする。

長期的研究のニーズ

- ・保証と構成の基盤
 - ー高信頼度特性に関する厳密なモデリングとリーゾニング
 - ー相互運用性を持った方式とツール
 - ーシステムの構成と分解
 - ー仕様
 - ー安全性とセキュリティの基盤
- ・スケーラブルな故障予防、検知、分析と回復
 - ー頑健なシステム・アーキテクチャ
 - ーモニタリング、検知、適応応答
- ・構成に応じて是正されるソフトウェア技術
 - ープログラム言語、ツールと環境
 - ー再利用可能なミドルウェア・サービスを含む、システム・ソフトウェア、ミドルウェア、ネットワーク。大規模分散組込み型アプリケーションとドメイン特有サービスのためのタイミング、コンセンサス、同期と反復用の効率的、予見可能、スケーラブルな、かつ信頼できるプロトコルがある。
- ・検証と妥当性確認のための証明技術
- ・実験法と基準実施
 - ー先進的ネットワーク、物理システムのソフトウェア制御、移動ネットワーク機器のための公開鍵インフラストラクチャ (Public Key Infrastructure (PKI)) 等の保証基準実施と保証事例
 - ードメイン特有な認証技術、コスト効率の良い検証や妥当性確認と検証済ハードウェア／ソフトウェア共同設計技術等
- ・法科学と診断用ツール

Challenge #6 現実世界のためのソフトウェア作成



この写真の背景は NSF の支援により国立応用ネットワーク研究所(NLANR)によって開発された、ネットワークの振る舞いを表示する Cichlid ソフトウェアによって描かれている。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：ソフトウェアの生産性と製品品質の問題に向けた実証的ソフトウェア・エンジニアリング研究。

DARPA：情報処理と物理プロセスの要求のための分散型ソフトウェアのモデル・ベースの統合を利用した高度ネットワーク化システムの研究、センサのシステム、あるいは複数システムから成るシステムで構成される高度に複雑なシステム。

NIH：NCI 先進的生物医学コンピューティング・センター（NCI Advanced Biomedical Computing Center）は、癌研究を支援するハイエンド・コンピューテーション方式の開発を継続する。

NASA：ミッション・クリティカルなソフトウェアで極めて高度の信頼性を実現する方法と技法を生み出すための高信頼度ソフトウェア・コンソーシアム（High Dependability Software Consortium）を主導的な大学や産業界と共に設立し、育成する。

ソフトウェアの不十分な品質と生産性の影響が米国の安全と経済的成長力を阻害することは十分に立証されており、広く経験されている。我々の前にある膨大な研究課題の中の顕著な例として、組込み型のソフトウェア、すなわち現実世界で実行され、これを制御するソフトウェアがある。組込み型ソフトウェアは、現実世界を理想化したモデルに基づいて設計することができないため、構築することが極度に難しいものである。主要な資金提供者は DoD であるが（組込み型のソフトウェアは、主要な兵器プログラムの時間とコストの大幅超過の主な理由であり、開発者に大きな技術課題を投げかけている）、組込み型のソフトウェアは、商業的にも非常に重要性を持っている。その例は、自動車用電子部品（2003 年初頭までには、組込み型のコンピュータとソフトウェアのコストは駆動系や車体のコストを上回ると予測されている）、携帯型情報端末（PDA）、携帯電話、テレビ受像機やその他の家庭用機器等の家庭用電化製品、工業用工程管理システムに見ることができる。

人件費が年間 4000 億ドルにも達している民間企業と連邦政府の両方に対してソフトウェア産業が及ぼす多大な影響を考慮し、NITRD 関係機関はよりコスト効率が良く、生産性の高いソフトウェア開発手法につながる基礎研究を支援している。これは、予見可能な特性を持つ、より品質の高いソフトウェアをもたらすとともに、現在の、また進化しつつあるベスト・プラクティスに重点を置き、これを評価する先進的アプリケーションの構築を支援するものである。

小さな組込み型のプロセッサは、ソフトウェア研究上のニーズの連続の一端に位置するものではあるが、他方には最大のデジタル・システムが存在している。米国学術研究会議（National Research Council）は、2000 年秋の報告書「Making IT Better」の中で、今日の IT 研究のまさに最大の課題は大規模システムによって提示され、それは現在社会の最も複雑かつ重要なインフラストラクチャを動かしているが、IT 研究者の社会では主要な関心の的にはなっていなかったものだと論じている。その報告書は、これらの広範囲にわたって相互に接続されたシステムの増大しつつある複雑性、異質性、分散と統合に言及して、その設計、開発、動作を改善する研究を国の優先課題とすることを主張している。

大規模なシステムにおいては、理論的アプローチの有効性は、拡張性にともなう困難さやコンポーネントの固有の異質性によって大幅な制約を受ける。我々は、方法や技法の実用上の適用可能性を評価し、大規模アプリケーション・プラットフォームで実際に試験することなくしては、改善を成し遂げることはできない。

NITRD 関係機関の研究プログラムは、ソフトウェア設計の科学的基礎に向けられるとともに、実際の実験による評価を含む関連技術プロセスの研究も行う。2002 年度において

NIST：標準が急速に変化しつつある世界における全面的あるいは部分的相互運用性を可能にする製造システムコンポーネントの自己統合のための技法、ならびに、慣習的方法、機械学習、知識ベースの技法の組合わせを利用した、自動または半自動ソフトウェア生成の研究。

NOAA：高並列スケーラブルシステム上で動作する気象と大気科学研究者のためのフレキシブル・モデリング・システム（Flexible Modeling System）を開発するための先進的かつ拡張可能なコンピュータ使用の研究。

ODUST(S&T)：高度にダイナミックな環境のためのマイクロセンサの大型配列（SENSORWEB）におけるデータの融合、学習技術、ソリトン情報処理、適合性を持った移動無線ネットワークについての大学ベースの研究。

EPA：環境モデリングのためのコンポーネント・ベースの方法の研究開発。

は、政府機関が支援する研究は、新たに出現しつつある組込み型プロセッサから複数システムから成る大規模システムまでの異機種間相互接続性の世界における超高品質ソフトウェアをコスト効率良く開発するための基本的な新しい方向を見極めるための数学的、コンピュータ科学的、工学的なモデルの開発に重点を置く。

長期的研究のニーズ

・ソフトウェアとシステム設計の科学

- ー言語とコンパイラ、例えば、エンドユーザのためにソフトウェアの仕様と開発を容易にするドメイン専用言語、ならびに使用は容易だが誤りを生じにくい言語。
- ーソフトウェアとシステムを構成する効果的な方法、すなわち複雑なシステムを構成し、分析し、検証し、広範囲にわたって分散された異種システム上で相互運用可能にするためのより優れた技術
- ー先進的フレームワークとミドルウェアの基盤、すなわち、適応性があり、かつ反射性のコンポーネント、構成のフレームワークとミドルウェア、拡張可能分散型ソフトウェア・システム構築の理論的基礎

・工学的プロセスの自動化

- ー分散、自律および／または組込み型ソフトウェアの開発のための技術を含み、開発時間を短縮し、信頼性を向上させるためのソフトウェア「コンポーネント」を組合せる方法。ソフトウェア開発の自動化
- ーソフトウェアと物理システムを仕様化し、分析し、試験し、検証する方法を含む、統合ソフトウェアとシステム開発プロセス
- ー同時に実行されるネットワーク・アプリケーションの相互運用性
- ー統合されたドメイン専用開発環境の迅速な構成とカスタマイゼーションを可能にする統合された構成可能ツール環境

・パイロット・アプリケーションと実験による評価

- ー組込み型ソフトウェア・アプリケーションとその他の複雑なアプリケーションのための技術
- ーソフトウェアとシステム開発プロジェクトの実証的研究

Challenge #7 人間の能力と万人の進歩に対する支援



2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：教育における革新的 IT アプリケーション。研究と作業環境のための共同作業技術。IT へのユニバーサル・アクセスを可能にする補助技術。

DARPA：対話をベースとした音声言語システム。ネットワークをベースとした諜報情報の「全ソース」と「全言語」分析を支援する能力。

NIH：電子顕微鏡と光学顕微鏡、ならびにポジトロン放射断層撮像法と電子常磁性共鳴イメージングを含む多様な医療イメージング方式における映像の生成、表示、分析の方法。分子生物学、生化学、遺伝子データにアクセスするためのツール。

NASA：大規模三次元テンポラル・データセットをユーザが可視化し、操作し、比較し、分析することを可能にする新しいインターフェース。

DOE 科学局：科学者が遠隔地から施設にアクセスし制御し、リアルタイムで大規模なデータセットを共有することを可能にするソフトウェア・ツールの総合セット。

情報技術は、すべての人が自分の個人的な能力や技能を高めるのを手助けできる潜在的可能性を持っている。連邦政府の IT 研究機関の研究計画は、我々をコンピューティングや通信システムへのユニバーサル・アクセスとこれらの容易な使用へと近づけるための技術的革新を積極的に追求している。

第一に、人とコンピュータとの相互作用の研究は、たとえばコンピューティング・デバイスが人間の記憶、注意持続時間、感覚認識（視覚、聴覚、触覚等）および理解力等を増大させることにより、人間の能力に寄与しうる範囲を拡大することを目指している。この増大された認知手段の単純ではあるが効果的な例は、研究者が複雑なデータを操作、分析可能な二次元や三次元のグラフィックに変換することを可能にするビジュアルライゼーション技術である。このようなビジュアルライゼーションの能力は、科学や工学上の研究のみでなく、工業生産の工程にも革命をもたらしている。

連邦政府が支援する、人とコンピュータとの相互作用の研究はまた、複雑な作業環境の中で変化しつつある状況の下で、人間が複数の任務を実行することに最善の支援を与えることができるようにするための先進的な機能—すなわち、音声を入出力し、言語を翻訳するコンピューティング技術がセンサからのデータまたは遠隔指示によって作動される等—を統合することに重点を置いている。例えば、内蔵コンピュータ、情報機器、マルチモーダル・センサを備えた作業環境である「スマートスペース（情報処理能力を持った空間）」についての連邦政府の研究は、前例のないレベルでの情報へのアクセスやコンピューティング・システムからの援助を提供することによって、人間が仕事を効率的に実行しうるようにこれらの機器を統合することを目指している。

エンドユーザに重点を置いた研究では、ユーザの能力や操作性を拡張するという観点から、インターフェース、検索エンジン、通信技術等の IT コンポーネントを再創出しようとしている。例えば、機械翻訳、音声駆動コンピュータ対話、パターン認識、自動筆記等の言語技術の研究は、人間とコンピュータの間の手を使用しない通信、外国語の資料の機械で生成した翻訳、文章のコンピュータによる分析、会議における討議の音声認識や話された言葉の筆記等を可能にすることを目指している。これらの能力は、軍事や国家安全保障の場で極めて重要な用途を持つのみでなく、他の領域においても極めて広範囲にわたる用途を持っている。この研究は、年齢あるいは身体的能力の如何を問わず、すべての個人が豊かで自立した生活を送ることができるように補助する技術、ツールとデバイスの開発を支援する。ユニバーサル・アクセスの研究の重点目標は、広範囲にわたる技術、デバイス、ならびにユーザの能力や嗜好にまたがって機能するマルチモーダル設計戦略—音声起動技術の組込み等—の開発である。

NIST：ウェブ・ページとその他のアプリケーションの評価のための新しい試験に結びつくユーザビリティの研究。視覚障害者のための新しいデバイスの試験と実用化。

ODUST(S&T)：人工知能(AI)訓練システムのための移動通信機器で増強された戦闘空間ビジュアライゼーションと個別指導対話に関する大学ベースの研究。

2002 年度においては、NITRD 関係機関は、機能を統合する際の方法論的かつ技術的問題を解決するための研究、ならびに様々な分散アプリケーションのための設計とツールを開発するための研究を支援する。その他のプロジェクトは、作業環境と学習環境におけるエンドユーザのニーズの理解と、このような環境下でのユーザとコンピューティング・デバイス間のマルチモーダル対話のモデリングに重点を置いている。

長期的研究のニーズ

・先進的機能の開発

一言語間、ならびに話された言葉と書かれた言葉の間の翻訳、音声言語照会システムを含む、言語工学技術。

— 軍事と先進的宇宙用アプリケーションにおける手を使用せず、かつ制約のないコンピューティング、ならびに盲人によるコンピュータへのアクセスのための口頭用、聴覚用およびマルチモーダル・インターフェース

— 健康管理、国防、危機管理等の場におけるセンサの利用技術、ならびに重度の身体障害者のための技術

— 意思決定を迅速化するためのデータベースとのリアルタイム対話

・先進的機能の統合

— 複合対話を備えたユビキタス・コンピューティングのための、「スマート・スペース」等のインテリジェント・システム。協調モバイル・エージェント

— 遠隔共同研究、ビジュアライゼーション、バーチャル・リアリティ環境

— 動作、視力、聴力のためのイネーブルウェア。監視システム。高齢者や身体障害者の自立性を増す遠隔相談技術

— 専門知識のモデリングと共有化のための方法と技術。複雑な任務の共同作業による実行のためのモデルと測定基準



本グラフィックは NOAA の High Performance Computing and Communications プログラムの Janet Ward による。

2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：分散型のマルチメディア・アーカイブを構築し、アノテート（付注）し、検索し、保存するためのアーキテクチャ、ツール、技術における研究を含むデジタル・ライブラリ・コレクションの開発。新しい観察結果を補完するための既存データの使用を加速するオンライン科学データと大規模データマイニングの研究の拡大。

DARPA：クロスリポジトリ情報分析の機能性を備えた防衛用アプリケーションにおける拡張可能なプロトタイプ分析環境の配備（セマンティック検索、索引付け、バリュー・フィルタリング、ユーザ定義による警報と分類）。

NIH：コンピュータ支援 X 線映像セグメンテーション、索引付け、照会のための信頼できる方法を作り出すための画像コンテンツによる照会の研究の継続。生物学的データの情報記憶、キュレーション、分析、検索（ISCAR）プログラムの確立。

DOE 科学局：科学データ、計測、研究成果の協調的共有化のためのモジュラ電子手帳のプロトタイプ、ホワイトボード、および関連ツール。

連邦政府の初期の IT 投資は、情報のデジタル・リポジトリ、ならびに検索エンジン、記録管理システム、および分散しているアーカイブの間のリンク等などの基本的なイネープリング・テクノロジーの開発と実施を先導してきた。人間の知識の及ぶ範囲にわたってデジタル・ライブラリを生成すること、その知識を要求に応じて一般的に利用可能にするための技術やツールを開発することは、その進歩があらゆる職業、あらゆる学術分野、あらゆる学習者やあらゆる市民に利益を与える、情報技術の中核的な課題である。

デジタル・ライブラリは、国の 21 世紀の知識ネットワークの基礎を形成する。例えば、連邦政府の支援を受けたヒトゲノム解読のための研究は、研究者が莫大な生物学上の謎の断片を示す遺伝子情報の大規模なデータベースを生成し、保存し、即座にインターネット上で共有することができたため、研究を何年も繰り上げることが可能となった。連邦政府のデジタル・ライブラリへの資金提供は、地球物理学や宇宙科学、人文科学、法律、医薬、口述歴史、科学、数学、工学教育の分野における主要なデジタル・コレクションを構築したのみでなく、成功した民間事業となった検索エンジン技術を派生させた。

デジタル・ライブラリの領域における開発上の主題は、今日の知識の爆発的増加と軌を一にして増加している。その規模は、カリフォルニア大学バークレー校（University of California at Berkeley）の最近の研究で示されており、年間全世界で作り出される情報は 1 エクサバイトから 2 エクサバイトの間（1 エクサバイトは 8 ビット・バイトの 10 億倍の 10 億倍）と推定されている。そのほとんどは既にデジタル化された映像、音声、数値データであり、印刷文書は 0.003 パーセントにしか相当しない。にもかかわらず、今まで印刷物として制作されたすべての公開情報の僅か 10 パーセントのみがデジタル化され、インターネット上で利用可能にされているに過ぎない。世界中の目も眩むほどの新しいデジタル生産物に含まれている価値のあるものをどのように判定し、収集し、保存するかという問題は、現在では、記録保管者にとっての懸案である、人類のデジタル時代以前の知識の蓄積から何を、どのようにデジタル化するかという、より古くからの問題と結びついている。

アーカイブの構築は、デジタル・ライブラリを利用可能なものにするための技術的フレームワークの生成の一段階に過ぎない。デジタル・ライブラリはまた、ビジュアルライゼーション、データ融合、分析能力から、遠隔共同研究とメタデータ表記体系、相互運用性を持った先進的システムに至るまでのデジタル情報を管理、処理する先進的技術も必要とする。NITRD の研究は、電子情報のすべての潜在的可能性の実現を助長するために必要とされる次世代技術を開発するため、連邦政府の初期の成功を足場にして進められている。例えば、今日の検索エンジンは、20 年前に開発された基本的ア

NIST：インターネットでアクセスできる無機物質の全体構造結晶データのイニシアル・リポジトリとインターネットでアクセスできる分子認識の知識のセカンド・リポジトリ。蛋白質データベース用の既存のバイオインフォマティクス・ツールを使用するためのインテリジェント・インターフェース。

NOAA：全国の専門家が当該データについての共通の光景を維持しながら協議するため、この機能を同時共同作業ツールで増強することによって化学災害情報へのリアルタイムの協調アクセスを拡張。

AHRQ：保健データ・システムと医療の品質を改善するためのウェブ・ベースのアプリケーションの開発。医療の場におけるデータ収集のための革新的戦略。品質や得られたデータを診療プロセスへ組入れるためのアプローチ。

ルゴリズムに基づいたものであり、現在の検索ツールは、内容の記述からは音声情報または映像情報を捜し出すことはできない。デジタル記録の長期的保存を保証する戦略は、別の特に緊急の研究課題を作り出す。記憶空間に対する要求の増大に対処するための速度の増加にともなって記憶技術が進化するにつれて、古い記憶用ハードウェアやソフトウェアの陳腐化が、我々と電子的に記憶された過去とを切り離す脅威を発生させる。

2002 年度における連邦政府の諸機関の研究活動は、工学、自然科学、人文科学における大規模デジタル・コレクションの開発、分散型システムにおける相互運用性の向上とソフトウェアの統合についての研究、データの注釈と管理のためのプロトコルとツール、ならびに保存に関する技術的な問題についての研究を含んでいる。

長期的研究のニーズ

・データ記憶と管理技術

- ー収集、索引付け、合成とアーカイビングのためのツール
- ーデータの互換性、変換、相互運用性、解釈のためのプロトコル
- ー遠隔アクセスと分析の能力を備えた、生物学における分子構造や高分子構造あるいは異種のリアルタイム気象観測等のデータベースを融合するための技術とツール
- ーダイナミックで、拡張可能、かつフレキシブルな情報環境の要素技術と統合
- ーマルチメディア・コレクションのデジタル表示、保存、記憶
- ー著作権保護、プライバシーや知的財産権管理等の法的問題に取り組むためのプロトコルとツール

・大規模データセットの有用性

- ーインテリジェント検索エージェント、改良型の抽出と要約技術、先進的インターフェース
- ーデジタル分類フレームワークと相互運用性を持った検索アーキテクチャ
- ー分散型マルチメディア・アーカイブのためのメタデータ技術とツール
- ー超大規模データマイニング技術
- ーメディア統合、ソフトウェア機能、大規模アプリケーションのプロトタイピングと評価のためのテストベッド

Challenge #9 世界レベルの IT 要員の教育と育成の支援



2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：IT リテラシー向上へのアプローチを含む教育訓練のための IT ツールとアプリケーション。女性や少数民族に対する IT 職就労についての障壁の研究。学生のための学際的研究の機会。

NIH：特にバイオインフォマティクスにおける IT 訓練の機会の拡大。保健専門家の先進的 IT R&D 訓練のための個別の、プログラムへの助成金。

NASA：IT セキュリティとコラボレーティブ・エンジニアリングについての技術者や科学者の訓練と育成のためのインターネットの利用。

DOE 科学局：DOE と国家のための次世代のコンピュータ科学指導者を訓練するための全国的競争プログラムであるコンピュータ科学学士研究員プログラム（Computational Science Graduate Fellowship Program）

NIST：NSF との協力による学部学生のための夏期特別研究員制度。博士課程修了研究員と大学客員研究員。

各分野の雇用主のみでなく様々な調査研究が、熟練 IT 作業者の永続的な不足を今後 10 年間に於ける米国の競争力に対する唯一、最大の脅威として認識している。米国学術研究会議（National Research Council）のコンピュータ科学電気通信委員会（Computer Science and Telecommunications Board）による最近の報告書「情報経済要員の養成（Building a Workforce for the Information Economy）」は、逼迫している IT 労働市場は予測できる限りの将来まで継続し、この問題に関する解決策はないと結論づけている。同報告書は、「逼迫している労働市場に対処するためには、すべての利害関係者、すなわちすべての階層における雇用主、被雇用者、教育機関や政府が最善の努力を払うことが必要である」と述べている。

2002 年度においては、NITRD 関係機関は、女性、少数民族、その他の非主流グループに対する IT 職就労についての障壁や障害への着眼を含む、IT リテラシーと IT 要員育成の研究を支援する。また、諸機関は、非主流の教育コミュニティや学生を包含するために高性能インフラストラクチャを拡大することによって、職業関連知識の習得やより幅広い IT へのアクセスを図るための革新的 IT アプリケーションを開発する取組みを支援する。

NITRD 参加者は、多数の異なった学術分野を代表している研究者であるため、IT 研究者の不足が既に国家の将来のために重要な研究プログラムを遂行する能力を危うくしつつあることを、直接体験によって認識している。この問題に対処するため、連邦政府の研究関係者は今後 5 年間に新しい IT 研究者の人数を倍増させ、既存の研究者に対する支援のレベルを増強するための努力をすべきである。

また、現在の NITRD の研究は、教育における IT の有効性、学習の理論とモデルの点検、学習環境のための高品質の IT アプリケーションの開発についての基本的な懸案にも取り組んでいる。

長期的研究のニーズ

- ・ 認知発達や様々な場におけるグループと個人学習に関する新しい知識
- ・ 教育訓練環境における IT システムの効果に関するより重要な経験的データ
- ・ 独習と共同学習のためのソフトウェア
- ・ 学習環境における情報技術の統合

Challenge #10 利益を最大化するための IT の効果についての理解



2002 年度における各機関の代表的活動

NSF：教育における IT の効果的使用に関する研究の支援。IT の社会的および経済的意味（電子商取引とデジタル経済。コミュニティ・ネットワーク。コンピュータに支援された共同作業。IT と勤労生活の変化。IT の設計、配備、結果の価値体系。情報のプライバシーと知的財産。科学の進歩の促進に関する IT の役割）。強力な要員の誘引と保持に関する問題。年齢や身体的制約に関わらず人々が IT を使用できるようにする技術とツール。社会科学と行動科学における IT。

学習、研究、通信、通商、人的サービスの新たな形態はあまりにも急速に普及しているため、我々が、1 つの社会として、変化について熟慮し、あるいは人々や社会制度に対するその影響を分析するために立ち止まることはほとんどなかった。これまでの IT 研究への投資のほとんどが、新技術の開発そのものに集中してきたことは理解できることである。しかし、最近の多くの研究は、技術の変質の加速がもたらす予期せぬ結果を把握し、理解し、予想し、これに対処するための投資の必要性に重点を置いてきている。

NITRD 関係機関は、IT と社会システム間の相互作用の性格とダイナミクスをより詳細に検討するための精力的な学際的研究プログラムを開始している。この研究は、社会的変化の状況の経験的マップ、ならびに人間と大規模な技術システム間の適応とやり取りの複雑なプロセスを表現するための新しい理論とモデルの両方を開発するものである。

研究計画は主要な初期課題、すなわちこの新しい学際的研究のための知的アーキテクチャの開発に目を向けている。現在、IT 関連の研究に従事している研究者は、これらを取り纏める共通の焦点あるいはその研究に適応した学際的交流ネットワークのいずれもないままに、多くの異なった分野に分散している。NITRD は、社会的、経済的、労働力関連の研究のための全国的インフラストラクチャを育成し、なすべき作業に学者を誘引することを意図している。この能力形成への取り組みは、政策立案者に対して、初めて、IT の社会的影響に関する研究に基づいた現状の調査結果を提供するものである。

2002 年度に検討されるべき学際的研究の領域は、デジタル社会への万人の参加、デジタル社会における情報のプライバシーと知的財産、科学、教育と作業協力および学習のための大規模な社会的技術、社会的技術の設計における倫理上の原則、また全人生を通じて自立するための技術を含んでいる。諸プロジェクトは、社会の全ての領域に対する IT の価値を増大させ、また個人や社会的グループが IT の進歩に参加し、貢献するための能力を増大させる基礎研究、アプリケーション、インフラストラクチャ関連のテーマに重点を置いている。

長期的研究のニーズ

- ・ 距離を越えた、様々な社会的、文化的、法的、経済的、倫理的状況の中での、人々、グループ、コンピューティング・アプリケーション、通信ネットワーク、情報インフラストラクチャの間の相互作用に関する新しい知識
- ・ デジタル経済、作業のモード、インターネットの管理や市民権、ユニバーサル・アクセスと参加に対する障壁、サイバー犯罪や法律の執行のような諸相を含む、デジタル社会への参加に関する新しい知識
- ・ デジタル時代における知的財産権とプライバシー問題の基本的な理論的、法的分析と実験による研究
- ・ 科学、教育、職場における共同作業と学習のための大規模なソーシャル・テクノロジーの統合と使用に関する研究
- ・ どの技術、ツールやアプリケーションが学習上有効かについての我々の科学的理解の大幅な改善。
- ・ 実りある高齢化のための技術の研究
- ・ IT の社会的技術の設計に関する倫理原則の研究

Putting Federal Research into Action

国家的グランド・チャレンジ・アプリケーション

国家が必要とし、連邦政府の NITRD 事業の中で中核となる IT のイネーブリング・テクノロジーのほとんどは、一般大衆の目には触れない。これは、目に見える究極の目標を示す遠大なアプリケーションにおける要素技術と基礎的な IT 研究の最高の業績の組合わせである。多くの人が、このようなアプリケーションが IT 研究の主要な焦点であると考えている。しかし、この報告書で説明しているとおり、アプリケーションとは、事実上、多種多様の基礎科学や応用科学に跨る組織的な学際的研究から始まる R&D 過程の最終段階なのである。

IT R&D への連邦政府の巨額の投資が、イネーブリング・テクノロジーにおけるこの基礎研究を支援している。しかし、NITRD 関係機関は今後の多年にわたる取組みにおいて先進的 IT アプリケーションの試作やデモンストレーションでこれらの技術を試験し、実証することも提案している。このような国家的グランド・チャレンジ・アプリケーション (National Grand Challenge Applications) の例は、以下に述べる簡単な説明に要約されている。いくつかの説明は、特定の IT アプリケーションのために費やされている。その他の部分は、多くの先進的アプリケーションの統合が必要とされている国益に関係した広範な分野を示している。これらの分野は NITRD の活動範囲の外にあるものではあるが、NITRD 関係機関は、将来の年度において試作品の開発およびテストベッドによるデモンストレーションについて主要な役割を果たすことができるであろう。

次世代の国防と国家安全保障システム



DARPA のユビキタス・コンピューティング研究プログラムからの画像。

連邦政府の NITRD 投資は、重要な国防と国家安全保障上のニーズに対する情報技術の応用における米国の支配的地位を維持することを保証するための基礎技術を提供する。この連邦政府の研究は、国防および国家安全保障関係者に対して、兵器プログラム、軍事と諜報作戦、また効果的な情報操作環境を支えるために必要とされる先進的情報技術を提供する。新しい航空機や情報処理能力を持った兵器についての大量の計算を要する高精度のシミュレーションを実行し、国の核兵器備蓄の完全な維持管理と信頼性についてのシミュレーションを可能にするため、これらの能力を備えたシステムが必要とされている。NITRD は、防衛上の命令、制御、通信、諜報環境にとって極めて重要な、高度の耐故障性と高水準のセキュリティ保証と耐侵入性を備えた堅牢かつ信頼性の高いソフトウェアの効率的な設計と開発を可能にする。マイクロセンサと組込み型の自律式デバイスの双方における R&D は、ダイナミックな戦闘、支援活動、諜報作戦における数十万にもおよぶ対象を含んだ巨大な戦闘空間のモデリングと管理を可能にする。結果として、人的損

害のリスクを最小化した防御と攻撃作戦を支援するために、自律式のセンサ、監視、および戦闘兵器システムを戦闘管理やサイバー交戦システムにリンクすることを可能にする。

NITRD 関係機関は、兵器システム、戦闘空間、国家安全保障アプリケーションで必要とされるハイエンドのコンピューティング・システムと分散、自律、組込み型デバイスとシステムを含む、次世代の高度に安全かつ耐故障性を備えたコンピューティング、ネットワーキングと記憶技術を開発し、実証することを提案している。

全国民のための改良された健康管理システム



信頼性と相互運用性を持ち、かつ侵入に対して安全な高速ネットワークとソフトウェアは、生命維持装置、患者に関する情報の管理や可用性、患者と医療提供者との交流、医療提供者や提供機関の品質に対する適時の分析、病院のシステム、棚卸しや購買管理を含む、医療機器のための高信頼度ソフトウェア等の全国的健康管理インフラストラクチャの基本的な改善を可能にする。

さらに目覚ましいのは、モニタリング、診断、治療、緊急処置や手術を遠隔地に住み、あるいは病院に来ることができず、また家から出ることができない市民に対して広げることである。遠隔医療についての実験では、高速ネットワーキング、双方向リアルタイム・ビデオ、組込み型ロボット機器、さらに、市民がどこにいても必要な治療を直ちに受けられるようにするための遠隔ビジュアライゼーションや機器を組み合わせることによる巨大な将来性を示している。また、これらの可能性は、高齢市民や身体的制約のある市民の自立性維持を支援することを可能にする。さらにこれらの技術は、医療訓練、ならびに医師や健康管理従事者の継続教育についてまったく新しい世代の技法や実習を可能にする。

NITRD 関係機関は、高信頼度の医療機器、遠隔治療や緊急現場治療のためのマルチモーダル・システム、身体的制約のある個人のための先進的家庭用機器とサービス、さらに、医療教育、生物医学研究、また診療所業務のための先進的分散型マルチメディアの可能性を試作し、実証することを提案している。

科学的に正確な人体の三次元機能モデルの制作



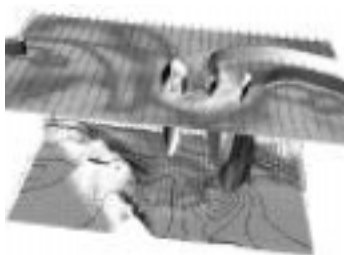
酵素、cAMP 依存性プロテインキナーゼのイメージ。NSF の資金援助によりサンディエゴ・スーパーコンピュータセンターで開発された Molecular Interactive Collaborative Environment (MICE)は研究者や学生が自分のコンピュータ上の Web ブラウザを通して複雑な分子の三次元画像を目視し、操作し、注釈を付けたりすることを可能にする。

演算速度、ビジュアライゼーション用ソフトウェアやデータ記憶容量の進歩は、人体等の極めて複雑な現象の大規模三次元モデルやシミュレーションを生成することがほとんど可能になるところまで我々を到達させようとしている。このようなモデルがコンピュータ利用上いかに困難なものであるかを示すなら、以下のとおりである。すなわち国の核兵器備蓄の量的に正確なビジュアライゼーションの生成に着手するためには、連邦政府の国立研究所の世界最高速のコンピューティング・プラットフォームを必要としている。しかし、原子、分子、細胞から始まり、諸器官や循環系、さらに筋肉、骨格組織を経て人体の正確な三次元ビジュアルモデルを生成するためには、それを大幅に上回る演算容量が必要になるであろう。

連邦政府の資金提供を受けている研究者は、現在、脳の神経細胞のビジュアル化に取り組んでいる。この問題のみでも、その規模の大きさは、1 立方ミリメートルの大脳皮質が、形状や寸度の異なるおよそ 50 億の相互嵌合したシナプス、また種々の垂細胞性化学信号経路を収容できるという事実により表される。このようなレベルの構造やプロセスを視覚化し、操作し、その表示を検査することが可能になれば、科学研究と教育の両面において極めて貴重な革新が成し遂げられることになるであろう。

NITRD 関係機関は、人体の完全な機能デジタル・モデルを生成するため IT の進歩を活用することを提案している。

大規模環境モデリングとモニタリングのための IT ツール



NOAA の Geophysical Fluid Dynamics Laboratory で作成された 1993 年のブリザードにおけるエネルギー輸送の視覚化図。

先進的な IT モデリング、シミュレーション、ビジュアライゼーション、分析ツールは、地球温暖化、食料不足、エネルギー枯渇、干ばつ、自然災害、人間／環境の相互作用のような複雑な現象を研究し、理解するための我々の能力をも高める。このような現象のより正確な測定や分析は、民間分野と公共分野の両方における意思決定のためのより良い情報を提供する。

次世代の環境モニタリング、モデリング、予測システムの開発は、大気中、地表や地下についてのリアルタイムのモニタリングや観測を必要とする。これらのリアルタイムの観測は地球規模のものであるため、このシステムは高速のデジタル接続性や高性能のコンピューティング・プラットフォームを必要とする。次いで、データは、地球物理学、生物学、化

学、大気科学や海洋科学等の分野における最新の関連知識により統合される必要がある。このアプリケーションの開発にあたっての主要な課題は、観察データをモデルに適合させる作業が極めて複雑であることである。科学者は、基礎をなすプロセスの複雑性や空間的、時間的な変化を理解するためのビジュアライゼーションの新しい方法を必要とする。学際的データを先進的高解像度モデルと統合し、合成することは、要素技術、科学ソフトウェアのための専門の言語、極めて大容量かつ優れたアクセス特性を持った記憶戦略、ならびに環境セマンティックス、データ融合、またデータ・マイニングおよび／または自動パターン認識を含むメタデータや検索能力などの協調を必要とする。

NITRD 関係機関は、危険な気象現象、有害物質の漏出、気象や環境の変化に対する生態系の対応、地震の影響などの予報時等における環境に関する意思決定を改善する気象や環境のモニタリングやモデリングのシステムを開発し、実証することを提案している。

生涯学習のための世界最良のインフラストラクチャの創出



生涯にわたる教育、訓練や成長は、情報時代には必要不可欠なものになっている。人類の知識は2年毎に倍になっていると推定され、さらにダイナミックな作業環境が能力の継続的な開発と新しい情報への適応性を求めていることから、継続学習の能力は、おそらくは現在の時代の雇用やキャリア開発に成功するための中核的な要件であろう。我々は、あらゆる学術的、職業上あるいは個人的な学習への関心を持ったあらゆる年齢の学習者のための、多面的な学習環境と経験を生み出すための高速ネットワーク、情報管理のためのソフトウェア、リアルタイムの共同作業、三次元ビジュアライゼーションなどにおけるイネーブリング・テクノロジーを既に持っているか、あるいは近い将来持とうとしている。ITは、構造化された知識（組織的なコース学習、実験室での活動、また豊富なデジタル・ライブラリ）へのユビキタスなアクセス、ならびに科学的現象や様々な文化や環境を経験するための没入環境を提供することができる。ITのインターフェースや体験は、進捗を監視する自動フィードバック・システムによって、個々の学習様式、年齢、身体的や精神的な能力や嗜好、関心事に合わせて調整することができる。

NITRD 関係機関は、複数の年齢層やニーズにわたった教育、訓練、開発のための先進的学習システムのプロトタイプを実証することを提案している。

危機管理のための統合 IT システム



アラスカ消防署の John McColgan により撮影された 2000 年夏のモンタナの Bitterroot Valley での山火事。米国では 2000 年に過去 10 年間の平均を 2 倍以上上回る 7 百万エーカー以上が山火事の被害にあった。

大規模な自然災害や人為的な災害においては、即時性を有した共通の通信システムとともに、正確な情報のリアルタイムでの伝達、災害案内と指令、状況の更新と分析、また分散している災害対応作業員への指示等を行うための共通の機能に対する非常に大きな必要性が存在する。現在迄のところ、我々はこのような組織化された危機管理システムの開発を、国の計画に組み込んではいない。今や、現在利用できる移動無線通信、遊動型通信、衛星通信技術を、拡張性を持った有線ネットワーク能力、先進的マイクロセンシング技術、データ分析やシステム管理ソフトウェア、さらに我々の危機管理における広範な学際的経験（例えば、公衆衛生、危機対応、医療優先順位、火災、治安維持）とともに導入すべき時期に来ている。これらの能力を組み合わせることによって、あらゆる種類の危機的状況の下で即時かつ効果的に配備することができる最高技術水準の危機調整や管理システムが可能になるであろう。

NITRD 関係機関は、この総合的な IT フレームワークを開発し実証するための、協調的かつ学際的な取組みの新設を支援することを提案している。連邦政府諸機関は、州政府、地方政府、また民間企業の協力者と共に、この大いに必要とされているグランド・チャレンジ・アプリケーションを成功裡に構築するための主要な環境災害やその他の災害についての技術、要員、そして広範な経験を持っている。

先進的航空管理のための技術とシステム



航空機の操縦席における integrated IT controls and data-monitoring systems のシミュレーション。FAA と産業界との協力による NASA の Aviation Safety Program は空の旅の安全性を増すための先進的技術を開発している。

今日の米国の航空旅行者や物品輸送業務従事者で、航空輸送における重大な困難に遭遇するのを回避できる人はほとんどいない。飛行の安全と輸送キャパシティは国家的な問題になってきている。フライトの遅延やキャンセルが常時頻発して旅客の怒りは急増し、航空輸送システムは麻痺寸前の状態にある。強い経済と電子商取引による小包輸送の必要性に煽られて航空輸送に対する需要が増加し続けるにつれて、この急激な増加に対応するための航空管制システムの能力はますます遅れを取ってきている。残念ながら、現在の航空管制システムを今後 15 年から 25 年の間に必要とされるであろうキャパシティの増加に対処できるように拡張し続けることはできないということが明らかになっている。我々は、航空システムの管理において根本的な変更を必要としており、情報技術がその鍵となる。

ビジュアライゼーション、モデリング、シミュレーション、また分散された機器における先進的アプリケーションを組み合わせた高性能コンピューテーションやネットワーク技術が、機上と地上のコンポーネントを包含した完全に統合化された大規模航空システムを、すぐにでも設計することを可能にしている。そのような次世代の IT インフラストラクチャは、総合的空域管理を通じて人々や貨物を移送するための、航空輸送システムのキャパシティを大幅に増加させる手

助けとなるであろう。この総合的システムは、気象台、航空管理システム、航空管制官、旅客管理者やその他の輸送関連の拠点等の分散された情報源からの情報をリアルタイムに共有化することを可能にするであろう。IT としての課題には下記の開発が含まれる。

- ・航空輸送システムの要求を満たすための重要な中核的要素技術。
- ・必要な精度を備えたシステム・レベルにおける航空輸送コンポーネントをシミュレートするための仮想空域輸送環境。
- ・「仮想航空輸送環境」を活用したシステム・レベルのコンセプトとアーキテクチャの候補の評価。

NITRD 関係機関の持つ専門知識は、わが国の現在の航空管制システムを 21 世紀の先進的かつ総合的な複数システムからなるシステムに変貌させるための連邦政府の計画に大いに貢献しうるであろう。

NITRD 参加機関と研究内容

健康管理研究品質局（Agency for Healthcare Research and Quality: AHRQ）は、最新の情報技術を医療に応用する研究に重点をおく。例えば、コンピュータで患者の病歴を管理すること、治療方法の選択を支援するシステムを構築すること、患者の治療記録、情報へのアクセス、遠隔診断を標準化することなどである。

国防高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）は、コンピュータ、通信、ネットワークの次世代技術、内蔵ソフトウェア、制御技術の研究に重点をおく。また、戦場における危険の検知など、人間による情報技術の利用を国家の防衛に応用する研究を行う。

エネルギー省国家核安全保障管理局（Department of Energy National Nuclear Security Administration: DOE/NNSA）は、核兵器システムに関して、性能を評価する新しい手法を確立し、安全性と信頼性を予測し、機能性を保障するために、兵器システムをコンピュータで正確にモデル化し、模擬実験を行う。

エネルギー省科学局（Office of Science, Department of Energy）は、コンピュータおよびネットワークを調査、開発、配備することによって、エネルギー省にとって重要な物理学、化学、生物学の複雑な現象をモデル化、模擬実験、分析、予測する手段を、各専門分野の研究者に提供する。また、地理的に離れた研究者による共同作業や、エネルギー省が使命を果たすために不可欠な実験施設の遠隔地からの利用を支援する。科学局が主導する『先進的コンピュータ技術による科学的発見（Scientific Discovery through Advanced Computing: SciDAC）』活動は、2002 年度が 2 年目にあたる。この活動では、エネルギー省が重点をおく科学分野の研究に応用するために、科学的な模擬実験と共同研究の次世代の手法に焦点をあてる。

環境保護局（Environmental Protection Agency: EPA）は、コンピュータ技術など情報技術の高度な活用によって、学際的な生態系のモデル化、環境影響評価、環境に関する意思決定を、連邦政府、州政府、地方自治体の当事者が容易におこなえるようにする。

米国航空宇宙局（National Aeronautics and Space Administration: NASA）は、米国の技術的な優位性を拡大し、航空学、地球科学、宇宙

科学、宇宙工学の研究者に利益をもたらしている。

国立衛生研究所（National Institutes of Health: NIH）は、生体臨床医学データの管理と分析、生物学的な反応のモデル化にコンピュータの能力を適用することによって、人間の疾病を解明、診断、治療、予防するための基礎的な知識を蓄積する。

国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology）は、産業界、教育機関、政府機関とともに、情報技術を利用したシステムの有用性、安全性、拡張性、相互運用性を向上させ、製造、生命科学といった専門的な分野に情報技術を応用し、民間企業による情報技術の革新を推進する。

海洋大気局（National Oceanic and Atmospheric Administration: NOAA）は、コンピュータの新技術をいち早く採用して、気象のモデル化や天気予報の精度を向上させる。また、通信の新技術をいち早く採用し、天気予報、警報、環境情報を、政策立案者、危機管理者、一般大衆といった利用者に周知させる。

国家安全保障局（National Security Agency: NSA）は、コンピュータ、記憶装置、通信、情報の保証における国家のもっとも難しい課題に取り組み、国家の安全保障に寄与する。

全米科学財団（National Science Foundation: NSF）は NITRD 関係機関を主導するとともに、情報技術の基礎的な知識を蓄積すること、生物学、化学、地球物理学、数学、物理学、社会科学、行動科学、工学を応用すること、世界一流の科学者と技術者、情報技術に精通した労働者を育成すること、研究のためのインフラストラクチャを整備することに関与する。

科学技術担当国防副次官事務局（Office of the Deputy Under Secretary of Defense for Science and Technology: ODUSD (S&T)）は、情報技術研究開発に関する国防総省のための応用、研究のためのインフラストラクチャ、科学技術教育に重点を置いた大学研究活動（University Research Initiative）を実施する。

そのほかの連邦政府機関も、NITRD 活動の予算には計上されていない資金を使い、活動に関与、連携する。

NITRD 関係機関の個別研究分野別の予算

2001年度予算（単位：100万ドル）

	ハイエンド・ コンピュー ティング基盤 とアプリケー ション	ハイエンド・ コンピュー ティング研究 開発	ヒューマン・ コンピュー タ・インター フェースと 情報管理	大規模ネッ トワーク	ソフトウェ アの設計と 生産性	高信頼ソ フトとシ ステム	社会、経 済、および 労働力の面 から見た IT 労働力開発	
Agency	(HECI&A)	(HECR&D)	(HCI&IM)	(LSN)	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合 計
NSF	240.3	71.4	108.5	97.8	39.7	46.2	37.3	641.2
DARPA	54.4	41.8	37.4	48.2	43.7	32.2		257.7
NIH	48.8	10.7	70.8	75.6	4.6	9.6	9.7	229.8
NASA	65.2	21.6	22.7	22.1	18.0	21.0	6.1	176.7
DOE Office of Science	98.8	31.5	16.4	25.9			3.5	176.1
NSA		32.9		1.9		45.6		80.4
NIST	3.5		6.2	3.2	2.0	7.5		22.4
NOAA	10.3	1.7	0.5	2.7	1.5			16.7
AHRQ			8.1	6.0				14.1
ODUSD(S&T)		2.0	2.0	4.0	1.0	1.0		10.0
EPA	3.5					0.6		4.1
小計^a	524.8	213.6	272.6	287.4	111.1	163.1	56.6	1,629.2
DOE/NNSA	131.8	36.5		35.0	40.2		55.7	299.2
合計^a	656.6	250.1	272.6	322.4	151.3	163.1	112.3	1,928.4

注:

a 小計と合計に 2002 年度大統領予算教書と若干の相違があるのは、集計における個別研究分野の多少の変更と端数処理の違いによる。

NITRD関係機関の個別研究分野別の予算

2002年度予算（単位：100万ドル）

	ハイエンド・ コンピュー ティング基盤 とアプリケー ション	ハイエンド・ コンピュー ティング研究 開発	ヒューマン・ コンピュー タ・インター フェースと 情報管理	大規模ネッ トワーク	ソフトウェ アの設計と 生産性	高信頼ソフ トとシステ ム	社会、経 済、および 労働力の面 から見た IT 労働力開発	
Agency	(HECI&A)	(HECR&D)	(HCI&IM)	(LSN)	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合 計
NSF	249.7	65.1	104.8	98.0	39.7	46.1	39.1	642.5
DARPA^b	55.5	42.7	38.2	49.2	44.6	32.9		263.1
NIH	55.1	13.7	74.6	81.1	6.0	10.1	11.4	252.0
NASA	36.1	26.0	27.8	14.4	22.4	47.1	7.0	180.8
DOE Office of Science	98.3	31.5	16.4	25.9			4.0	176.1
NSA^b		33.6		1.9		46.6		82.1
NIST	3.5		6.2	3.2	2.0	7.5		22.4
NOAA	13.3	1.8	0.5	2.7		1.5		19.8
AHRQ			9.2	6.7				15.9
ODUSD(S&T)^b		2.0	2.0	4.2	1.0	1.0		10.2
EPA	1.8							1.8
小計^a	513.3	216.4	279.7	287.3	115.7	192.8	61.5	1,666.7
DOE/NNSA	133.8	37.0		35.5	41.1		56.5	303.9
合計^a	647.1	253.4	279.7	322.8	156.0	192.8	118.0	1,970.6

注：

a 小計と合計に 2002 年度大統領予算教書と若干の相違があるのは、集計における個別研究分野の多少の変更と端数処理の違いによる。

b 国防総省(DoD)の研究開発に関する数値は、2001 年度の承認された予算に物価上昇分を加えたものである。

この数値は、2002 年度国防予算の修正により、変更される。

連邦政府 NITRD 活動への参加基準

複数の政府機関による情報技術研究活動をととして確立された NITRD 活動への参加基準を以下に示す。参加を考慮する機関は、その研究活動が NITRD 活動に適合しているかどうかをチェックすることができる。

NITRD のゴール

コンピュータ技術、情報技術、ネットワーク技術における米国の優位性を確実に維持することによって、国家の目標を達成し、21 世紀の米国に学術上、産業上、政治上の利益をもたらす支援を行うこと。

先進的、実験的な情報技術の実用化を加速することによって、科学、工学、数学における世界的な優位性を維持し、生活水準を向上させ、長期的な経済成長を促進し、生涯学習を普及し、環境を保護し、情報技術の利用を推進し、国家の安全を強化すること。

コンピュータ技術、情報技術、通信技術における科学的、工学的な長期研究をととして、米国の生産性を向上させ、産業の競争力を強化すること。

参加評価基準

関連分野への貢献

提案する研究活動は、連邦政府によるネットワーキング及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development: NITRD）が全体目標を達成するために多大に貢献すること。全体目標には 7 個の個別研究分野がある。それらは、ハイエンド・コンピューティング基盤とアプリケーション（High End Computing Infrastructure and Applications: HEC I&A）、ハイエンド・コンピューティング研究開発（High End Computing Research and Development: HEC R&D）、ヒューマン・コンピュータ・インターフェースと情報管理（Human Computer Interaction and Information Management: HCI&IM）、大規模ネットワーク技術（Large Scale Networking: LSN）、ソフトウェアの設計と生産性（Software Design and Productivity: SDP）、高信頼ソフトウェアとシステム（High Confidence Software and Systems: HCSS）、社会、経済、労働力に関連する情報技術および IT 労働力開発（Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development: SEW）である。ブランド・チャレンジやナショナル・チャレンジレベルのアプリケーションの問題を解決するものであること。

科学技術としての価値

研究活動は、正当な科学技術に関するものであり、質が高く、科学技術の視点からの立案と審査の過程が文書として残されていること。

準備態勢

機関によって立案されたことが明白であり、機関には研究活動を実施する能力があると説明できること。

時宜

研究活動は、個別研究分野の少なくともひとつにとって、科学技術の視点から時宜にかなっていること。

協力関係

参加を希望する機関は、政府、産業界、大学とのあいだで科学技術の効果的な交流を促進するための、方針、計画、活動を規定していること。

費用

個別研究分野の内訳など、研究開発財源全体における適切な負担割合、分担または共同での出資の可能性、必要資金の長期的な見込みについて、妥当な金額を具体的に提示すること。

機関の承認

研究計画やその活動は、提案する機関において承認されていること。

Agency Contacts

* IWG Representative
** IWG Alternate

AHRQ

* J. Michael Fitzmaurice, Ph.D. FACMI
Senior Science Advisor for
Information Technology,
Immediate Office of the Director
Agency for Healthcare Research and
Quality
2101 East Jefferson Street, Suite
600
Rockville, MD 20852
(301) 594-3938
FAX: (301) 594-2168
Mfitzmau@ahrq.gov

BLS

Cathryn S. Dippo, Ph.D.
Associate Commissioner,
Office of Survey Methods Research
Bureau of Labor Statistics
2 Massachusetts Avenue N.E., Room
4080
Washington, DC 20212
(202) 691-7372
FAX: (202) 691-7426
Dippo_C@bls.gov

DARPA

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

Robert Graybill
Program Manager, Information
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
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

MariW. Maeda, Ph.D.
Program Manager, Information
Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2255
FAX: (703) 696-4534
mmaeda@darpa.mil

Douglas C. Schmidt, Ph.D.
Program Manager, Information
Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2239
FAX: (703) 696-4534
dschmidt@darpa.mil

Jean Scholtz, Ph.D.
Program Manager, Information
Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-4469
FAX: (703) 696-4534
jscholtz@darpa.mil

* Col. Mark Swinson
Acting Director, Information
Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2247
FAX: (703) 696-4534
mswinson@darpa.mil

Janos Sztipanovits, Ph.D.
Program Manager, Information
Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2234
FAX: (703) 696-4534
jsztipanovits@darpa.mil

DoD

* Charles J. Holland, Ph.D.
Director of Information
Systems, ODUSD (S&T)
Department of Defense

1777 North Kent Street, Suite 9030
Rosslyn, VA 22209
(703) 588-7443
FAX: (703) 588-7560
charles.holland@osd.mil

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

** Cliff G. Lau, Ph.D.
Associate Director for Corporate
Programs
Office of Naval Research
4015 Wilson Boulevard, Suite 209
Arlington, VA 22203
(703) 696-0366
FAX: (703) 696-0569
clifford.lau@osd.mil

DOE

** Daniel A. Hitchcock, Ph.D.
Senior Technical Advisor for
Advanced Scientific Computing
Research, Office of Advanced
Scientific Computing Research
(OASCR)
Department of Energy
OASCR/MICS, SC-30, Room E-225
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-6767
FAX: (301) 903-4846
hitchcock@er.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
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(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
kreisman@er.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
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(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/MICS, SC-30,
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-7486
FAX: (301) 903-4846
ed.oliver@science.doe.gov

Walter M. Polansky, Ph.D.
Acting Director,
Mathematical, Information,
and Computational Sciences
(MICS) Division,
Office of Advanced Scientific
Computing Research (OASCR)
Department of Energy
OASCR/MICS, SC-31
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-5800
FAX: (301) 903-7774
walt.polansky@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
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(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
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(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
19901 Germantown Road
Germantown, MD 20874-1290
(301) 903-0071
FAX: (301) 903-7774
seweryni@er.doe.gov

DOE/NSA

* José L. Muñoz, Ph.D.
Acting Director, Office of Simulation
and Computer Science
Department of Energy, DP-14
Forrestal Building
1000 Independence Avenue, S.W.
Washington, DC 20585
(202) 586-5132
FAX: (202) 586-8005
jose.munoz@ns.doe.gov

EPA

** Robin L. Dennis, Ph.D.
Senior Science Program Manager,
MD-80
Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, NC 27711
(919) 541-2870
FAX: (919) 541-1379
rdennis@hpcc.epa.gov

* Steven Fine, Ph.D.
HPCC Program Manager,
MD-80
Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, NC 27711
(919) 541-0757
FAX: (919) 541-1379
fine.steven@epa.gov

EPA FedEx address:
79 T.W. Alexander Drive
Building 4201

Research Triangle Park, NC 27709

GSA

Keith Thurston
Assistant to Deputy Associate
Administrator, Office of
Governmentwide Policy
General Services Administration
1800 F Street, N.W. (MK) Room 2239
Washington, DC 20405
(202) 501-3175
FAX: (202) 501-2482
keith.thurston@gsa.gov

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

G. Martin Wagner
Associate Administrator for
Governmentwide Policy
General Services Administration
1800 F Street, N.W. (M) Room 5240
Washington, DC 20405
(202) 501-8880
FAX: (202) 501-8898
marty.wagner@gsa.gov

NASA

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

Betsy Edwards
Telecommunications Program
Manager
for the Office of Space Flight

National Aeronautics and Space
Administration
Code M
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-4639
FAX: (202) 358-3550
eedwards@mail.hq.nasa.gov

William J. Feiereisen, Ph.D.
Division Chief, NASA Advanced
Supercomputing (NAS) Division,
NASA Ames Research Center
National Aeronautics and Space
Administration
Mail Stop 258-5
Moffett Field, CA 94035-1000
(650) 604-4225
FAX: (650) 604-7324
wfeiereisen@mail.arc.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
(650) 604-1263
kfreeman@mail.arc.nasa.gov

* Lee B. Holcomb
Chief Information Officer
National Aeronautics and Space
Administration
Code AO
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-1824
FAX: (202) 358-3063
lholcomb@hq.nasa.gov

Anngienetta R. Johnson
Director, Program Planning and
Development Division, Office of
Earth Science
National Aeronautics and Space
Administration
Code YF
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-4717
FAX: (202) 358-2769
anngienetta.johnson@hq.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

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

** David B. Nelson, Ph.D.
Deputy Chief Information Officer
National Aeronautics and Space
Administration
Code AO
300 E Street, S.W.
Washington, DC 20546
(202) 358-1817
FAX: (202) 358-3063
dnelson@hq.nasa.gov

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
L.C.Santiago@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

John P. Ziebarth, Ph.D.
Deputy Division Chief, NAS
Systems Division, NASA Ames
Research Center
National Aeronautics and Space
Administration
Mail Stop 258-5
Moffett Field, CA 94035-1000
(650) 604-2761
FAX: (650) 604-2824
ziebarth@nas.nasa.gov

NIH

NIH IT R&D Coordinator
Vacant CIT Program:

Alan S. Graeff
Chief Information Officer, NIH, and
Director, Center for Information
Technology
National Institutes of Health
12 South Drive, MSC 5654
Building 12A, Room 3033
Bethesda, MD 20892-5654
(301) 496-5703
FAX: (301) 402-1754
alg@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

NCI program:

Carol A. Dahl, Ph.D.
Director, Office of Technology and
Industrial Relations
National Cancer Institute
National Institutes of Health
31 Center Drive, MSC 2590
Building 31, Room 11A03
Bethesda, MD 20892-2590
(301) 435-3863
FAX: (301) 496-7807
carol_dahl@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@ncifcrf.gov

NCRR program:

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) 435-0755
FAX: (301) 480-3659
marron@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

NIAID program:

Richard Morris, Ph.D.
*Special Expert for Bioengineering,
Bioinformatics and Emerging
Technology, Division of Allergy,
Immunology and Transplantation,
National Institute of Allergy and
Infectious Diseases,*
National Institutes of Health
Room 5126
6700 B Rockledge Drive, MSC 7640
Bethesda, MD 20892-7640
(301) 594-7634
FAX: (301) 402-2571
RMorris@niaid.nih.gov

NIBIB program:

Donna J. Dean, Ph.D.
*Acting Director, National Institute of
Biomedical Imaging and
Bioengineering*
National Institutes of Health
Building 1, Room 257
1 Center Drive, MSC 0170
Bethesda, MD 20892-0170
(301) 435-6138
FAX: (301) 435-7268
dd49p@nih.gov

NIGMS program:

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

NLM program:

** 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

Milton Corn, M.D.
*Associate Director, National Library
of Medicine, and Director,
Division of Extramural Programs*
National Institutes of Health
Rockledge One Building,
Suite 301
6705 Rockledge Drive
Bethesda, MD 20892
(301) 496-4621
FAX: (301) 402-2952
cornm@mail.nlm.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

David J. Lipman, M.D.
*Director, National Center for
Biotechnology Information, National
Library of Medicine*
National Institutes of Health
Building 38A, Room 8N803
8600 Rockville Pike
Bethesda, MD 20894
(301) 496-2475
FAX: (301) 480-9241
lipman@ncbi.nlm.nih.gov

NIST

Ronald F. Boisvert, Ph.D.
*Chief, Mathematical and
Computational Sciences
Division, Information Technology
Laboratory*
National Institute of Standards and
Technology
100 Bureau Drive, Stop 8910
Gaithersburg, MD 20899-8910
(301) 975-3812
FAX: (301) 990-4127
boisvert@nist.gov

James E. Fowler

*Manager, Systems Integration for
Manufacturing Applications
Program(SIMA),
Manufacturing Engineering
Laboratory*
National Institute of Standards and
Technology
100 Bureau Drive, Stop 8260
Gaithersburg, MD 20899-8260
(301) 975-3180
FAX: (301) 258-9749
jefowler@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

D. Richard Kuhn
*Computer Scientist, Computer
Security
Division, Information Technology
Laboratory*
National Institute of Standards and
Technology
100 Bureau Drive, Stop 8930
Gaithersburg, MD 20899-8930
(301) 975-3337
FAX: (301) 948-0279
kuhn@nist.gov

* William Mehuron, Ph.D.
*Director, Information Technology
Laboratory*
National Institute of Standards and
Technology
100 Bureau Drive, Stop 8900
Gaithersburg, MD 20899-8900
(301) 975-2900
william.mehuron@nist.gov

Kevin L. Mills, Ph.D.
*Chief, Advanced Network
Technologies Division, Information
Technology Laboratory*
National Institute of Standards and
Technology
100 Bureau Drive, Stop 8920
Gaithersburg, MD 20899-8920
(301) 975-3618
FAX: (301) 590-0932
kmills@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
doug@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 8970
Gaithersburg, MD 20899-8970
(301) 975-5147
FAX: (301) 948-1784
larry.reeker@nist.gov

Robert Rosenthal
*Computer Security Division,
Information Technology Laboratory*
*National Institute of Standards and
Technology*
100 Bureau Drive, Stop 8930
Gaithersburg, MD 20899-8930
(301) 975-3603
FAX: (301) 948-1233
rosenthal@nist.gov

NOAA

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

* Thomas N. Pyke, Jr.
Director for HPCC
*National Oceanic and Atmospheric
Administration*
Room 15300
1315 East-West Highway
Silver Spring, MD 20910
(301) 713-3573
FAX: (301) 713-4040
Tom.Pyke@noaa.gov

Bruce B. Ross, Ph.D.
*Deputy 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) 452-6504
FAX: (609) 987-5070
bruce.b.ross@noaa.gov

** William T. Turnbull
Deputy Director for HPCC
*National Oceanic and Atmospheric
Administration*
Room 15300
1315 East-West Highway
Silver Spring, MD 20910
(301) 713-3573
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

NSA

Curt Boylls, Ph.D.
*Deputy Director, Advanced Research
and Development Activity in
Information Technology*
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6644
Fort George G. Meade, MD 20755-6644
(301) 688-7092
FAX: (301) 688-7410
boylls@nsa.gov

Dean R. Collins, Ph.D.
*Director, Advanced Research and
Development Activity in Information*

Technology
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6530
Fort George G. Meade, MD 20750-6530
(301) 688-7092
FAX: (301) 688-7410
drcolli@nss.gov

* 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
AJgrecot@fggm.osis.mil

Howard Gordon
Senior Computer Scientist
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6648
Fort George G. Meade, MD 20755-6648
(301) 688-9513
FAX: (301) 688-9454
flash@super.org

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) 688-0056
wbmarti@alpha.ncsc.mil

Robert V. Meushaw
*Technical Director, INFOSEC
Research and Technology*
National Security Agency
9800 Savage Road, Suite 6529
Fort George G. Meade, MD 20755-6529
(301) 688-0840
FAX: (301) 688-0255
rvm@tycho.ncsc.mil

William J. Semancik
*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

NSF

S. Kamal Abdali, Ph.D.
Acting 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

William Richards Adrion, Ph.D.
Division Director, 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
wadrion@nsf.gov

Frank D. Anger, Ph.D.
Acting 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.
Staff Associate for Management and Planning, Social and Economic Sciences Division, Directorate for Social, Behavioral, and Economic Sciences
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 905
Arlington, VA 22230
(703) 292-7470
FAX: (703) 292-9068
wbainbridge@nsf.gov

* Ruzena Bajcsy, Ph.D.
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
rbajcsy@nsf.gov

** Robert R. Borchers, Ph.D.
Division 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) 292-8970
FAX: (703) 292-9060
rborchers@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

Aubrey M. Bush, Ph.D.
Division 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) 292-8950
FAX: (703) 292-9010
abush@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

Frederica Darema, Ph.D.
Program Director, 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
fdarema@nsf.gov

* Robert A. Eisenstein, Ph.D.
Assistant Director, Directorate for Mathematical and Physical Sciences
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1005

Arlington, VA 22230
(703) 292-8801
FAX: (703) 292-9151
reisenst@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

Richard S. Hirsh
*Deputy Division 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) 292-8970
FAX:(703) 292-9060
rhirsh@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

** Bradley D. Keister, Ph.D.
*Program Director, Nuclear Physics,
Physics Division, Directorate for
Mathematical and Physical Sciences*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1015
Arlington, VA 22230
(703) 306-1891
FAX: (703) 306-0566
bkeister@nsf.gov

Charles H. Koelbel, Ph.D.
*Program Director, Advanced
Computational Research, 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
ckoelbel@nsf.gov

Michael E. Lesk, 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
mlesk@nsf.gov

Stephen R. Mahaney
*Senior Advisor for Budget, Policy,
and Planning, Directorate for
Computer and Information Science
and Engineering*
National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1160
Arlington, VA 22230
(703) 292-8900
FAX:(703) 292-9074
smahaney@nsf.gov

** George O. Strawn, Ph.D.
*Executive Officer, 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
gstrawn@nsf.gov

Gary W. Strong, Ph.D.
*Program Director, Experimental and
Integrative Activities Division and
Information and Intelligent Systems
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
gstrong@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

Executive Office
of the President

NEC

John M. Ackerly
Special Assistant to the Director
National Economic Council
Room 235
Eisenhower Executive Office Building
17th Street and Pennsylvania Avenue,
N.W.
Washington, DC 20502
(202) 456-2884
FAX: (202) 456-2223
John.M.Ackerly@opd.eop.gov

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

OSTP

Richard Russell
Chief of Staff
Office of Science and Technology Policy
Room 423
Eisenhower Executive Office Building
17th Street and Pennsylvania Avenue,
N.W.
Washington, DC 20502
(202) 456-6140
FAX: (202) 456-6049
rrussell@ostp.eop.gov

Paul D. Domich, Ph.D.
Senior Policy Analyst
Office of Science and Technology Policy
Room 423
Eisenhower Executive Office Building
17th Street and Pennsylvania Avenue,
N.W.
Washington, DC 20502
(202) 456-6037
FAX: (202) 456-6023
pdomich@ostp.eop.gov

Interagency Working Group on IT R&D

Chair
Ruzena Bajcsy, NSF

NSF/CISE
Representative
Ruzena Bajcsy
Alternates

George O. Strawn
Robert R. Borchers

NSF/MPS
Representative
Robert A. Eisenstein
Alternate
Bradley D. Keister

DARPA
Representative
Mark Swinson

NIH
Representative
Vacant
Alternates
Michael J. Ackerman
Robert L. Martino
Judith L. Vaitukaitis

NASA
Representative
Lee B. Holcomb
Alternate
David B. Nelson

DOE Office of Science
Representative
C. Edward Oliver
Alternate
Daniel A. Hitchcock

NSA
Representative
George R. Cotter

NIST
Representative
William Mehuron
Alternate
Larry H. Reeker

NOAA
Representative
Thomas N. Pyke, Jr.
Alternate
William T. Turnbull

AHRQ
Representative

J. Michael Fitzmaurice

ODUSD (S&T)
Representative
Charles J. Holland
Alternate
Cliff G. Lau

EPA
Representative
Steven Fine
Alternate
Robin L. Dennis

DOE/NNSA
Representative
José L. Muñoz

OMB
Representative
David S. Trinkle

OSTP
Representative
Paul D. Domich

NCO
Representative
Cita M. Furlani
Alternate
Sally E. Howe

PCA Coordinating Groups and Team Chairs

High End Computing and Computation (HECC) Coordinating Group
Co-Chairs
Robert R. Borchers, NSF
José L. Muñoz, DOE/NNSA

Human Computer Interaction and Information Management (HCI & IM) Coordinating Group
Co-Chairs
Gary W. Strong, NSF
Jean Scholtz, DARPA

Large Scale Networking (LSN) Coordinating Group
Co-Chairs
George O. Strawn, NSF
Daniel A. Hitchcock, DOE

High Performance Networking Applications Team (HPNAT)
Chair
William T. Turnbull, NOAA

Joint Engineering Team (JET)
Co-Chairs
Paul E. Love, Internet2
Vacant

Networking Research Team (NRT)
Co-Chairs
Mari W. Maeda, DARPA
Vacant

Software Design and Productivity (SDP) Coordinating Group
Co-Chairs
Frank Anger, NSF
Douglas C. Schmidt, DARPA

High Confidence Software and Systems (HCSS) Coordinating Group
Co-Chairs
Helen Gill, NSF
Gary Koob, DARPA

Social, Economic and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development (SEW) Coordinating Group
Co-Chairs
C. Suzanne Iacono, NSF
William S. Bainbridge, NSF

Federal Information Services and Applications Council (FISAC)
Co-Chairs
G. Martin Wagner, GSA
Lawrence E. Brandt, NSF

Digital Government Liaison
Lawrence E. Brandt, NSF

Federal Statistics Team
Chair
Cathryn S. Dippo, BLS

Information Technology for Crises Management Team
Chair
Anngienetta R. Johnson, NASA

Next Generation Internet Team
Chair
William T. Turnbull, NOAA

Universal Access Team
Chair
Susan B. Turnbull, GSA

National Coordination Office (NCO) For Information Technology Research and Development

Cita M. Furlani
Director
furlani@itrd.gov

nco@itrd.gov
Internet Web Site
<http://www.itrd.gov/>

Sally E. Howe, Ph.D.
Associate Director
howe@itrd.gov

FY 2002 Blue Book

Executive Editor
Sally E. Howe

Suite II-405, 4201 Wilson Boulevard,
Arlington, VA 22230
(703) 292-4873;
Fax: (703) 292-9097

Editor
Martha K. Matzke

謝辞

本報告書は、2002 年度大統領予算教書の補足資料（Supplement to the President's FY 2002 Budget）であり、連邦政府の広範かつ多様なネットワーキング及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development）活動を記述している。まず、編集作業に携わった多数の個人に対し、心から感謝する。

本報告書で取りあげた研究目標と活動計画を策定した、各機関の活動責任者に感謝する。また、報告書の完成に至るまでのあらゆる作業、とくに、校正、WWW 版の準備、配布において、迅速かつ有効な援助を提供してくれた、国家調整局（National Coordination Office: NCO）の同僚に感謝する。とりわけ、先ごろ国家安全保障局（National Security Agency: NSA）を退職した Norman S. Glick には、原稿の整理と校正における無類の技能に対し、深く感謝する。

執筆者

William S. Bainbridge, NSF
David Bernholz, NCO
George R. Cotter, NSA
Frank D. Anger, NSF
Betsy Edwards, NASA
Steven Fine, EPA
J. Michael Fitzmaurice, ARHQ
Helen M. Gigley, NCO
Helen Gill, NSF
Norman S. Glick (formerly NSA)
Stephen M. Griffin, NSF
Vicki L. Harris, NCO

Daniel A. Hitchcock, DOE
Charles J. Holland, DoD
Lee B. Holcomb, NASA
C. Suzanne Iacono, NSF
Norman H. Kreisman, DOE
Gary M. Koob, DARPA
Clifford G. Lau, ODUSD (S&T)
Stephen R. Mahaney, NSF
Michael Marron, NIH
Betty McDonough, NCO
Grant Miller, NCO
Virginia Moore, NCO

José L. Muñoz, DOE/NNSA
Larry H. Reeker, NIST
Shankar Sastry
(formerly DARPA)
Frank Sledge, NCO
Gary W. Strong, NSF
Maj. James Sweeney,
ODUSD (S&T)
Col. Mark Swinson, DARPA
Janos Sztipanovits, DARPA
William T. Turnbull, NOAA
Diane R. Vellines, NCO

概要

ネットワーキング及び情報技術研究開発（Networking and Information Technology Research and Development: NITRD）活動に参加する連邦政府機関は、先進的なコンピュータ技術、ネットワーク技術、通信技術、情報技術において、米国の優位性を不動のものとするために、基礎的で長期にわたる研究開発を協力して実施する。NITRD の主要な目的は、21 世紀において、連邦政府の省庁が首尾よく使命を達成できるようになることである。本報告書は、2002 年度大統領予算教書の補足資料（Supplement to the President's FY 2002 Budget）であり、NITRD 活動に参加する機関が 2002 年度に実施を予定している情報技術の主要な研究分野を要約するとともに、各分野で必要となる長期的な研究を概説する。さらに、ネットワーク技術と情報技術を米国全体に適用する重要課題（Grand Challenge National Application）についても記述する。これを適用することにより、NITRD 活動に参加機関によって開発、実現されつつある個別技術は、大規模なシステムとして統合される。

米国産品購入レポート

連邦議会の要請にしたがい、高性能コンピュータと高速通信に関する国外への支出について報告する。2001 年度において、(1) 米国以外で設立され、米国に事業所をもたない企業、(2) 米国人以外が半数以上の所有権を有する企業、(3) 米国以外を所在地とする教育機関または非営利の研究機関、のいずれかとの間で、情報技術研究開発のための出資、請負、協力、共同研究開発などの契約を締結したのは、NITRD 活動への参加機関のうち、国防高等研究計画局（Defense Advanced Research Projects Agency: DARPA）だけである。国防高等研究計画局は、英国のロンドン大学ユニバーシティカレッジに、94,900 ドルの奨学金を提供した。2001 年度において、NITRD 活動のいかなる調達も、(1) 米国の国外で生産、提供された製品化されていない加工品、原料、役務に対して、あるいは、(2) ほぼすべてが米国で製造、生産、提供された加工品、原料、役務を使って米国で製造されたものを除く、製品化された加工品、原料、役務に対して、いずれも 100 万ドルを超過していない。

報告書の入手方法

2002 年度大統領予算教書補足資料（Supplement to the President's FY 2002 Budget）または National Coordination Office: for Information Technology Research and Development の他の刊行物を希望する場合の問い合わせ先：

National Coordination Office for IT R&D
Suite II-405, 4201 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22230
(703) 292-4873; Fax: (703) 292-9097; E-mail: nco@itrd.gov

**Interagency Working Group on
Information Technology Research and Development**

National Science and Technology Council

Suite II - 405
4201 Wilson Blvd.
Arlington, VA 22230
(703) 292-4873

nco@itrd.gov
<http://www.itrd.gov>

