



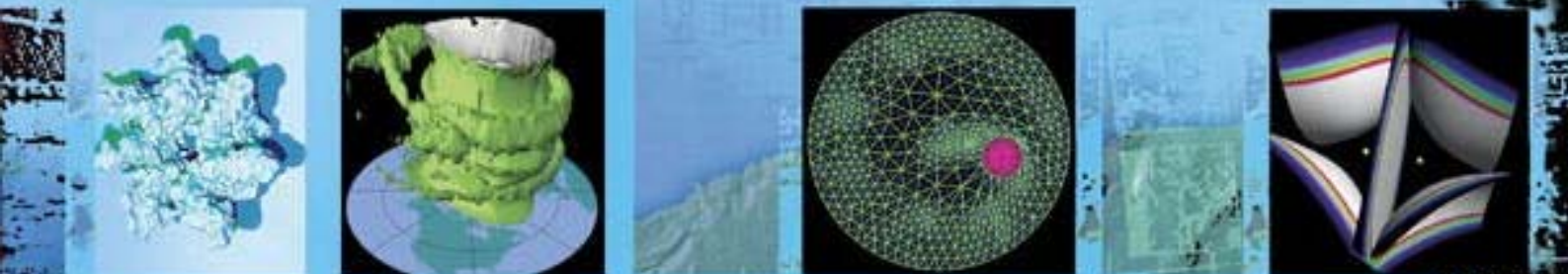
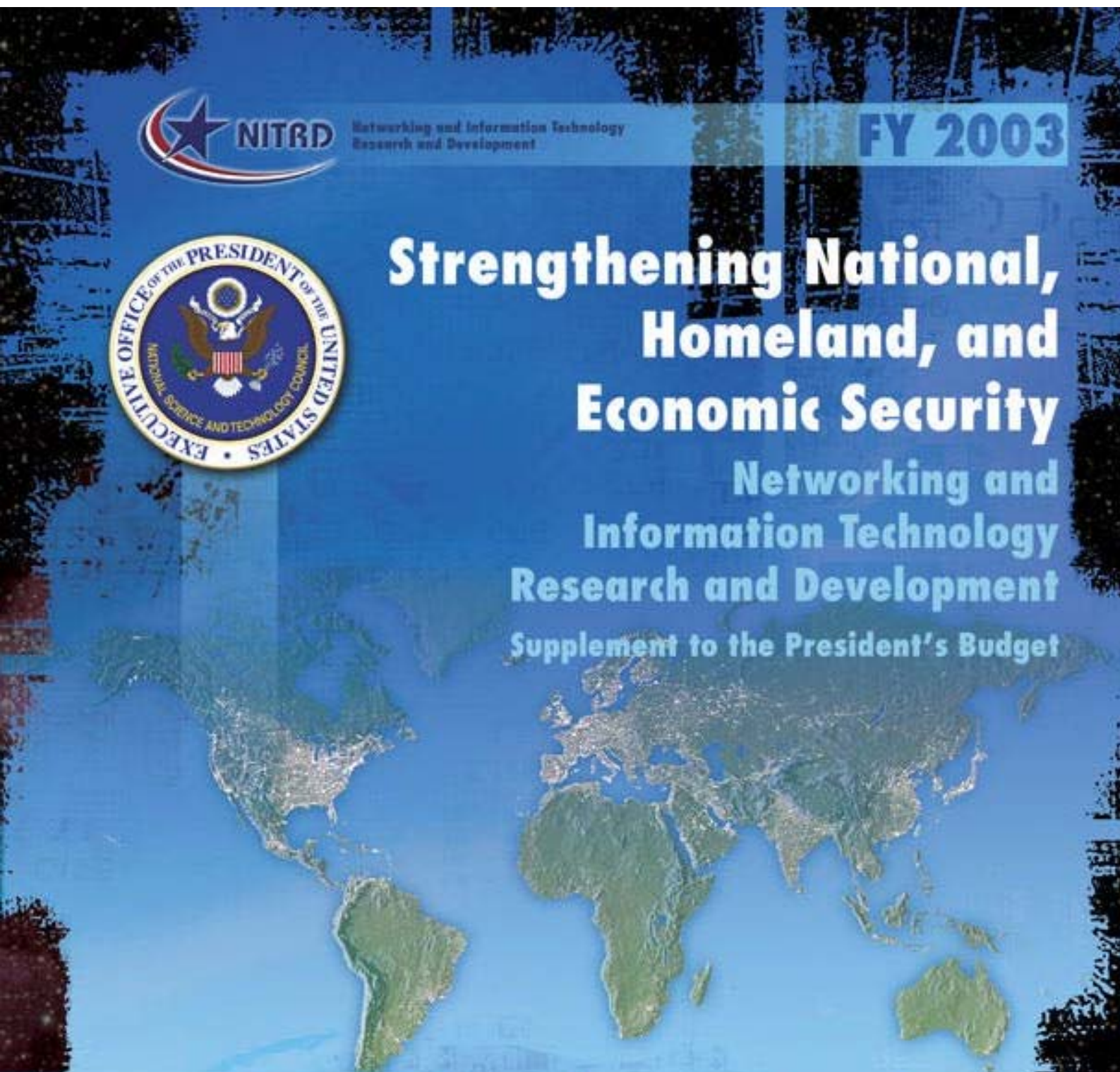
Networking and Information Technology
Research and Development

FY 2003



Strengthening National, Homeland, and Economic Security

Networking and
Information Technology
Research and Development
Supplement to the President's Budget



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、大統領令によって 1993 年 11 月 23 日に設置された。これは大統領の諮問機関であり、主として科学、宇宙、技術に関する政策を連邦政府全体にわたって調整する。NSTC は、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、その他の政府当局者で構成される。

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問題に関する大統領の政策決定や予算編成に助言を与えること、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、及び民間企業や大学の科学研究機関の間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大統領に代わって国家科学技術会議を監督し、大統領科学技術諮問委員会 (President's Council of Science and Technology Advisors: PCAST) の共同議長を務める。

科学技術政策局についてのお問い合わせ 電話 : (202) 456-7116 ウェブサイト :

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

米国産品の購入に関する報告

連邦議会の要請に従い、米国産以外の高性能コンピューティング及び通信関連製品に対する支出状況について報告する。2002 年度において、1) 米国以外で設立され、米国に事業所を持たない企業、あるいは米国人以外が 50 パーセント以上の所有権を有する企業、または 2) 米国外を所在地とする教育機関、あるい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補助、請負、協力、共同研究開発などの契約を締結したのは、NITRD 関係機関のうち国防高等研究計画局 (DARPA) のみである。DARPA は、英国、ロンドン大学ユニバーシティカレッジへ 79,100 ドルの IT 研究関連奨励金を提供した。2002 年度において、NITRD 活動のいかなる調達も、米国外で生産または採鉱された非製造品、原料、又は供給物に対して、あるいは米国で製造、生産、採鉱された加工品、原料、供給物を使用して米国内で製品化されたものを除く製造品、原料、供給物に対して、いずれも百万ドルを超過していない。

報告書の入手方法

2003 年度大統領予算教書補足資料 (Supplement to the President's FY 2003 Budget)、またはその他の情報技術研究開発国家調整局 (National Coordination Office for Information Technology Research and Development) の刊行物を希望する場合の問合せ先 :

National Coordination Office for IT R&D

Suite II-405, 4201 Wilson Boulevard, Arlington, Virginia 22230)

電話 (703) 292-4873、Fax (703) 292-9097、e-mail: nco@itrd.gov.

カバーデザイン: 詳細は裏表紙内側をご覧ください。

ネットワーキング及び情報技術研究開発 2003 年度大統領予算教書補足資料



国家、国土及び経済の安全保障の強化



情報技術開発に関する省庁間作業部会報告書

国家科学技術会議

2002 年 7 月

このBluebook2003 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)

連邦議会議員各位：

ここに複数の政府機関が共同で推進している「ネットワーキング及び情報技術研究開発 (NITRD) 計画」に関する年次報告書を送付できることを喜ばしく思います。連邦政府の NITRD への投資によって開発された高度なネットワーキング及び情報技術は、経済繁栄と国家安全保障のために不可欠な社会基盤であります。添付の報告書で概説されているように、これらの投資により、生物医学研究、科学、及び工学の分野において驚くべき進歩が遂げられてきました。連邦政府は、我が国の領土、交通システム、及び重要な国家的社会基盤の安全保障を強化するために、NITRD の活動を通じて開発した新しい技術を有効に活用しています。

基礎研究開発に対する投資は、科学と工学の分野における我が国の世界的リーダーシップのために欠くべからざるものです。NITRD などの計画は、先進的なネットワーキング及び情報技術分野の基礎研究、教育、開発をサポートすることによって、米国が世界の科学技術分野におけるリーダーとしての地位を維持し続けることに貢献してまいります。

敬具

John H. Marburger III
Director

目次

はじめに	VII
研究から現実へ	
連邦政府の IT R&D 技術が災害対策に果たす重要な役割	1
米国の優先課題	
国家、国土及び経済の安全保障の強化	7
CIA レポート：キーテクノロジーにおける米国のリーダーシップの堅持	9
NITRD 計画	
省庁間協力による IT 分野の人材、資源の活用	10
ハイエンド・コンピューティング	
複雑さのフロンティアを探索する新技術	13
ハイエンドのコンピューティング能力	
発見のためのテラスケール・インフラストラクチャー	15
NSF の分散型テラスケール機能(Distributed Terascale Facility: DTF)	15
DOE の先進的コンピューティングによる科学的発見(SciDAC)	16
革命的なアーキテクチャーにおける長期的研究	17
大規模ネットワーキング	
未来のインターネット：ダイナミックな柔軟性、広帯域幅、及びセキュリティ	18
グリッドのためのミドルウェア”MAGIC”	20
先進のネットワーキング・アプリケーション	
人材と IT 資源を結びつけ米国の科学面でのリーダーシップを目指す	21

人間とコンピュータのインタラクション

IT の可能性を広げて人類のニーズとゴールを支援する	23
----------------------------------	----

情報管理

情報の津波（デジタルの物差し）	24
データから知識を構築するための先進技術	25

高信頼性ソフトウェアとシステム

ミッションクリティカルなシステムのための信頼性、セキュリティ、及び安全性	27
--	----

ソフトウェア設計と生産性

科学と工学によるソフトウェアのコスト効率の改善	29
-------------------------------	----

21 世紀のワークフォース

高スキル社会に向けた IT の教育訓練の促進	31
------------------------------	----

IT の社会経済的影響

人類による有効利用を導くための変化の原動力の評価	33
NITRD 参加機関と IT 研究内容	35
NITRD 関係機関の個別研究分野(Program Component Area)別の予算	36
連邦政府 NITRD 活動への参加基準	38
関係機関の連絡先	39
Interagency Working Group on IT R&D	47
謝辞	48
米国産品の購入に関する報告	表紙の裏
報告書の入手方法	表紙の裏
概要	裏表紙の裏
表紙デザインイメージ	裏表紙の裏

はじめに

この 2003 年度大統領予算教書補足資料は、複数の連邦政府機関が協力してネットワーキング及び情報技術の先進的研究開発にあたる唯一の試みである、連邦政府ネットワーキング及び情報技術研究開発（Federal Networking and Information Technology Research and Development：NITRD）計画について記述している。

複数の機関にまたがる NITRD のポートフォリオは、大規模で広帯域のネットワーキングと情報技術の全ての局面における、バランスの取れた、多様な組み合わせの長期的な基礎研究活動を含んでいる。この進行中の研究は、極めて重大な連邦政府のミッションに対して、最先端のネットワーク、技術及びツールを提供し、米国経済にくまなく革新をもたらし、さらには科学技術の分野における米国の世界的リーダーシップを維持する研究人材を支援している。

最初のコンピュータ、インターネット、グラフィカルユーザインターフェース、ハイエンド並列処理、最初のエンド・ツー・エンド光ネットワーク、先進的なコンピュータモデリングとシミュレーション及び検索エンジン技術などは、我々すべてが利益を享受しているデジタル革命に刺激を与えた連邦政府の情報技術（IT）研究成果のほんの一例である。今日、NITRD 計画は、21 世紀の社会基盤や生活の質を左右する先進的なコンピューティング、ネットワーキング、ソフトウェア及び情報管理技術の分野において、基盤技術のブレークスルーと熟練した人的資源を生み出す国家の基本的な源泉であり続けている。

ブルーブックとして知られる大統領予算教書補足資料では、2003 年度の NITRD 参加機関により調整された研究の優先度と活動の内容について報告されている。あの 9 月 11 日テロ事件以降の世界にあっては、最高品質の IT の能力と、広範な適用分野における技術の進歩が、これまでに増して必要とされている。このような背景から、ブルーブックの最初の 2 つのセクション - 「研究から現実へ」と「米国の優先課題」 - では、連邦政府の NITRD への投資によって開発された技術が、9 月 11 日以後の災害対策活動を支援し、国家、国土及び経済の安全保障を強化するための連邦政府のイニシアチブに重要な役割を果たしていることが強調されている。次のセクション - 「NITRD 計画」 - では計画の目標、管理、及び研究構造について概説する。その次のセクションは NITRD のそれぞれの事業計画の中の主な研究分野の説明に充てられており、その内容は、ハイエンド・コンピューティング、大規模ブロードバンド・ネットワーク、人間とコンピュータのインタラクションと情報管理、高信頼性ソフトウェアとシステム、ソフトウェア設計と生産性、IT の社会経済及び雇用への影響と IT ワークフォースの育成である。それぞれのセクションでは、現状の問題点と主な研究課題について説明されており、参加機関による 2003 年度の研究活動の提案内容が掲載されている。

研究から現実へ

連邦政府の IT R&D 技術が災害 対策に果たす重要な役割



世界貿易センターのメモリアル
「光のタワー」

9 月 11 日の同時多発テロ発生からほんの数時間の後に、一風変わった 4 つのレスキューチームがカリフォルニアやフロリダのような遠方から、車で、バンで、飛行機でニューヨークに向かって急いでいた。それぞれのチームはコンピュータ科学者を含み、小さなロボット車両を所有していた。ロボット車両の多くは、国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency : DARPA)、全米科学財団 (National Science Foundation : NSF)、及び海軍研究所 (Office of Naval Research : ONR) からの資金によって開発された第 1 世代のプロトタイプであった。グラウンドゼロでは、連邦緊急事態管理局 (Federal Emergency Management Agency : FEMA) により各チームの作業が統括された。

レスキューチームのロボット車両は靴箱からスーツケース程度の大きさで、キャタピラーにより動き、それから 2 週間の間、人間の救助隊員にとっては小さすぎたり危険すぎる隙間を通り、世界貿易センタービルの巨大な、灼熱の廃墟の内部 45 フィートまで入り込んだ。潰れた瓦礫が密集していたため、大きなロボットは使用できなかったが、

最も小さいものは 1 フィートの幅より小さいスペースにも入り込むことができた。ロボット車両は周囲のビデオ映像を送り返すと同時に、その多くが、どんな生命反応をも検知し、外部との通信のやり取りを可能にするために、マイクロホン、送信機、及び赤外線センサーを搭載していた。それらは、生存者が発見される可能性のあるわずかな場所を特定し、残骸を除去している作業者に危険を及ぼすような構造的な状態を見分けることができた。しかし、煙の立ちこめる膨大な堆積物の山の表面で、死に物狂いで働いている救助隊員達と同様、ロボットは生存者を発見することはできず、発見できたのは遺体のみであった。

世界貿易センターでの活動は、都市部での搜索と救助作業において、ロボットが活用できることを最初に示した例であった。連邦政府の情報技術 (IT) 研究開発 (R&D) 投資によって開発された他の技術は、グラウンドゼロと米国国防総省の高度な科学的地図の作成と危険性評価に使用された。これは、9 月 11 日以後の緊急対応活動に極めて重要なものであった。

ここで述べる 3 つの別々な災害対策活動で用いられた先進的技術 - ロボット工学、衛星利用測位 (GPS) 技術、リモートセンシングや環境モニタリングに必要な光技術、高速ネットワーキング、計算法学分析技術、及びマッピング、モデリング、シミュレーションソフトウェア - は連邦政府の資金援助を受けた IT R&D により開発が始められたものである。それぞれの活動で、さまざまな情報技術が共に機能して、緊急対応者に対して必要不可欠、タイムリー、かつ他の方法では入手不可能な重要な情報を提供し、彼らを決断と行動へと導いた。これら IT の力によって、リモートの計測機器から送られてくる莫大な量のリアルタイムデータを迅速に収集し、処理し、分析し、その科学的結果をグラフィック表示することが可能となった。すなわち、生の情報をタイムリーなツールへと変換し、人間による理解と正しい情報に基づいた行動を可能にしたのである。連邦政府の IT 研究は、実験室レベルの研究からプロトタイプデモンストレーションを経て、大規模な展開に至るまでの、進展の連続したサイクルを作り出している。不断の開発活動は、連邦政府の重要なミッションを支援し、民間企業を育て、ホワイトハウスの科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy : OSTP) 局長である John H. Marburger 3 世が言う、米国の「科学における世界的リーダーシップの軌道」を支えるものである。

危険な任務に適した小さなボランティア



グランドゼロの DARPA プロトタイプロボット "pacbot"

ロボット工学チームは、都市部での搜索、救助活動におけるロボットの潜在的用途に強い関心を持つ DARPA のロボットシステム専門プログラム・マネージャの下で活動した。DARPA で進行中の研究開発では、小型の携帯可能無人システムにおいて、サイズの小型化と同時に、戦場で使用するための機敏性、移動性、自律性を向上させることが目標となっており、これらの特性は災害時にも問題となるものである。

9 月 11 日、DARPA の長官 Anthony J. Tether は、直ちに、いくつかの DARPA のプロトタイプロボットを携えた政府機関のチームを世界貿易センターに投入するという案を承認した。他のロボット工学専門家たちもまた、出動要請を受けた。そこに

は、サンディエゴの海軍研究者、マサチューセッツのテクノロジー企業 Foster-Miller 社及び iRobot 社社員、サウスフロリダ大学のロボット工学の第一人者で、DARPA、米国航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration : NASA)、ONR、及び NSF の支援のもとで研究を行っている Robin Murphy 博士が含まれていた。Murphy は、研究を行う傍ら、NSF の大学生のための研究体験プログラムから一部資金を得て、大学生と大学院生に対してロボット工学の理論的、技術的課題を教えている。9 月 11 日、コンピュータ科学及び認知神経科学の教授である彼女は、バンに大学院生とプロトタイプのロボットを乗せてチームの集合場所に急行し、9 月 12 日の朝に到着した。あとで判明したことだが、グランドゼロにおいて全てのロボット工学専門家に対して課せられた最優先の課題は、プラットフォームのサイズであった。なぜなら、密集した瓦礫の中で使用できるほど小さいサイズのロボットは、現場に持参した 17 台のうち 7 台しかなかったからである。

9 月 11 日以降、搜索、救助作業、及び危険な環境下でのリモート偵察におけるロボット装置の価値は、国防総省内や緊急事態対応に携わる人々の中で一層重要視されるようになっていく。たとえば、今、Murphy は地域の警察、消防、その他緊急時の初期対応者に対して、ロボット装置の使用法を含む都市部での搜索、救助技術を訓練するためのボランティアとして活動している。さらに、世界貿易センターでの経験に基づいた技術的教訓について検討している彼女や他のロボット工学研究者たちは、2000 年に国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology : NIST) が災害環境でのロボット機能評価を目的に

作成したポータブルテストコースを利用している。NIST、DARPA、及びロボット工学研究グループは、客観的な性能測定基準を開発するためにこの参考試験設備を利用しており、グランドゼロで働いたロボットのいくつかは、テロ災害発生の前にこのコースを走行していた。

現在の技術は前世代のものに比べて大きな進歩を遂げているが、ニューヨークで使われたシステムはいまだ研究段階のものであり、重大な能力不足を露呈した。Murphy は、最近のNSFでのブリーフィングで、プロトタイプ車両はグランドゼロでの危機対応に首尾よく貢献することができたが、それらを操作したオペレータ達は多くの不満を抱えて必要な改善事項を記載した長いリストを持ち帰り、さらに継続的な先進的研究活動が必要であると述べた。研究課題としては次のことを含んでいる。・耐久性（使用された全てのロボットが破損した）、・スピード、パワー、操縦性（ロボットはひっくり返っても自分自身で元に戻すことができなかったり、立ち往生したり、障害物を乗り越えることができなかった。）、・コンピュータ・コンポーネントの問題（最も小さいロボットはデータ処理装置を搭載することができなかったため、地上から操作するためにワイヤーでつないだ状態にしておかなければならず、機動性に制約があった。）、・カメラのオクルージョン（見えない部分）と画質の悪さ、・不十分な感知機能（災害対応ロボットは、それ自身の状況と物理的な状態だけでなく、地形、物質、及び他の環境的な特徴に関して、高粒度の三次元情報を中継する必要がある。）、・重大なソフトウェアの問題（インターフェースを使用するのが難しく、ソフトウェアをロボット間で相互使用できなかった。）

戦場における状況と同様に、災害対応におけるロボットに課せられた責務は、生命に危険を及ぼす条件下で、リアルタイムの情報の収集や伝送などの重大な任務を遂行することである。Murphy は、1985年のメキシコシティ地震の際に、亡くなった救助隊員135名のうち65名が損壊したビルの中で命を落としたことについて言及している。「これはロボットの問題ではない。」と Murphy は言う。「ロボットは緊急救助隊員が使うもうひとつの道具に過ぎない。都市での搜索救助においては、情報 - 及び、救助隊が一刻も早く入手する必要のある発見事項を提供するための情報技術がすべてである。」

環境的、構造的な危険を評価する科学的地図と分析



世界貿易センター(WTC)上空から南西に見た NOAA の空中レーザ広幅マッピング (airborne laser swath mapping: ALSM) イメージ

7WTC の瓦礫が右下にある。その後ろには 5WTC (左) と 6WTC (右、損壊) がある。タワー1 は 6WTC の後ろに、タワー2 はタワー1 の後方左側に建っていた。4WTC の1つのウイングは、現場の左後部に残っている。

テロ攻撃のすぐ後に、フロリダ大学 (University of Florida : UF) の土木沿岸工学部の地形センシングシステム部隊は、国防総省 (Department of Defense : DoD) の合同精密爆撃実証グループ (Joint Precision Strike Demonstration Group) から電話を受け、世界貿易センターとペンタゴンにおける高度な科学的地図の作成と損害及び危険性評価を行うために、その所有するレーザ・マッピング技術を使用して、連邦政府機関と共同活動を行うことの要請を受けた。連邦政府が支援する研究を、地勢的、構造的解析のための走査レーザ技術に応用している UF の研究者達は、海洋大気局 (National Oceanographic and Atmospheric Administration : NOAA)、NOAA の国立測地調査所 (National Geodetic Survey)、及びカナダのレーザ装置メーカーであるオプテック社 (Optech, Inc.) の人員・設備と合同してデータ収集と分析活動を行った。オプテックは、機上及び地上ベースのレーザ走査装置を提供し、NOAA は航空観測データを収集するために飛行機とパイロットを提供した。NSF は、新しい三次元構造マッピング技術を開発している UF チームが、追加のレーザ観測

を行い、結果の分析を行うための「緊急対応」資金を提供した。

同じころ、NASA のジェット推進研究所(Jet Propulsion Laboratory : JPL)の科学者 Robert O. Green は、環境保護局(Environmental Protection Agency : EPA)と米国地質調査所(U.S. Geological Survey : USGS) の研究者仲間との間で、電話により、緊急対応担当者たちがグランドゼロの環境条件を理解するのを助けるために、3 つの研究所でどんな貢献ができるかという議論を行っていた。彼らは、NASA、USGS、及び EPA の技術と分析力を使って、現場での破碎性アスベストのレベルの評価を行うことができると言う点で合意し、それらの機関よりその活動許可を得た。しかしながら、活動を進めるにつれて、科学者たちは他の重要な問題があることに気づいた。それは、グランドゼロで燃えている炎の場所と温度や空中に漂う微粒子の種類と散布度といったもので、これらは、緊急作業者が決断を下すための戦略的かつ科学的な情報として求められているものであった。初期の調査結果が有用であることを知っている FEMA と OSTP の職員たちは、連邦政府の科学者達に翌週の間もデータを収集し続けることを要請した。

NASA の超分光イメージングシステムを用いたホットスポット、空中微粒子の分析



9月16日昼、NASAのAVIRISのグランドゼロ(右上)上空の飛行で、温度1,300F付近の「ホットスポット」が数十箇所確認された。画像では、最も高い温度が記録されたエリアが白い斑点で示されている。AVIRISデータの分析によって、空中微粒子の組成も明らかになった。

これらの2つの連邦政府による共同活動に活用された情報技術として挙げられるのは、NASAの高度リモートセンシング能力とDODの衛星利用測位(GPS)技術、USGSが世界をリードする地形的、化学的分析技術、DARPA、エネルギー省(Department of Energy : DOE)、NASA、NOAA、及びNSFによって開発されたコンピュータモデリング及び可視化技術である。これらの能力にIT R&Dで促進されたネットワーキング及びコンピューティング能力の向上が加わり、マッピング及び危険評価プロジェクトに参加していた科学者たちが、非常に大量で複雑なセンサーデータの流れをサイトマップや分析の作業へ取り込むことが可能となった。

NASAの航空機搭載可視/赤外イメージング分光計(Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer : AVIRIS)は、JPLチームにより、9月16、18、22、23日に貿易センター地域の上空を飛んだ。AVIRISは、非常に優れた超分光リモートセンシング機器で、上昇スペクトル放射輝度の較正されたイメージを、400~2,500ナノメートルの波長領域を持つ224の隣接バンドに送ることができる。(この多くのバンドが、さまざまな種類の目標とする表面、範囲、大気条件において高精度な測定を可能にする。)最初の飛行の後、9月18日に、連邦政府チームはグランドゼロにおいて確認された温度800Fから1,300F以上に及ぶ30あまりの「ホットスポット」を特定する最初の情報を、緊急活動を行っている作業員たちに届けることができた。消防士たちが、目標とするホットスポットに対して集中的に作業したため、9月23日までに、それを常温に近い温度まで下げることができた。これは、その日のNASAの飛行によって収集された超分光データによって確認された。

計算ツールにより可能になったデータ分析

NASAのフライトによって収集されたデジタル分光データはFEMAの急便によってカリフォルニアにあるJPLに運ばれた。そこでは、Robert Greenと同僚たちが夜を徹して、高性能コンピュータによる収集データの処理にあたった。さらに、その情報は、デンバーのUSGS画像分光技術研究所(USGS Imaging Spectroscopy Lab)へネットワーク経由で送られ、そこでは科学者 Roger Clark とその同僚たちによる表面反射率キャリブレーションと



ペンタゴン修復計画：何千人もの作業者による昼夜兼行の努力によって、60 年の歴史を持つペンタゴンの復旧は予定より早く進み、2000 人以上の職員がすでに損傷を受けたセクションの自分のデスクに戻っている。完成した建物は、2002 年 9 月 11 日に捧げられるであろう。

スペクトルマッピングを含むコンピュータ解析が行われた。現場で USGS の職員によって採取された物質サンプルは、反射分光学、走査型電子顕微鏡、X 線回折などの技術を使用し、その鉱物学的、化学的性質についての分析が行われた。

9 月 23 日、研究者たちは世界貿易センターで緊急作業を行っている作業者に対し、完全な地図と、空中及び地上にある物質の詳細を記したレポートを提供した。その結果は、EPA の地上チームの評価結果と一致しており、ごく微量のアスベストが空気中に存在するというものであった。しかし、スペクトルとサンプルの分析によって、さらに詳細なデータが得られ、微粒子の組成と散布度を正確に割り出すことができた。他の微粒子は、グラスファイバー、石こう、コンクリート、紙、建築に一般的に使われる他の物質、及びクロムやモリブデンなど数種類の重金属であった。この分析によって、梁材の塗料にアスベストが濃縮していることが明らかにされたが、グランドゼロのアスベストは、研究によって他の形体に比べ発癌性が低いと報告されている温石綿アスベストだけで構成されたものであった。しかし省庁間作業チームは、適切な呼吸器保護と粉塵防除措置をした上で除去作業を行うべきであるというニューヨーク市の公衆衛生勧告に同意した。

ALSM 技術によって提供された建物損傷の正確な検証結果

一方、フロリダ大学のグループは、自ら開発したイメージングとコンピューティング能力を組み合わせ、特に構造的な完全性と脆弱性を診断するのに有用な新しい型の三次元マップを作り出す作業を行っていた。この技術は、空中レーザ広幅マッピング (ALSM) (レーザレーダ (LIDAR) とも呼ばれる) により始まり、1980 年代に広域地形図作成のために最初に NASA と USGS によって開発された照準線技術である。ALSM では、(レーダーの幅広の電波を使って得られるよりも、はるかに分解能の高い) 狭いパルスのパターンあるいは光ビームが、測量される表面に向けられる。飛行機に搭載されたデジタル受光器は、反射してくる光パルスの記録、カウント及び時間計測を行う。光は 1 ナノ秒あたり 30cm 進むので、高速

計算と可視化ソフトウェアを使用し、これらのデータポイントは地形的な特徴を示す高分解能の地図へと変換される。

NOAA のセスナ・サイテーションは、16 エーカーの世界貿易センター倒壊現場上空を飛行し、オプテック社の ALSM 装置を使ってスキャンを行った。そのシステムは、飛行機の軌跡と並行した 1m 以下の間隔で区切られた地面に当たって反射してくる 1 秒あたり 33,000 個のレーザパルスから、データポイントを記録した。同時に、地上の UF チームのメンバーは、三脚に取り付けられたオプテック社のレーザスキャナーを使って、数センチメートルの間隔で構造物及び地表のデータポイントを記録した。現場に置かれた GPS 受信機から、機上及び地上レベルでのレーザスキャンに対して精度補正と位置情報が提供された。研究者により、ALSM データのみを使用して作成されたグラウンドゼロの周囲 6 キロメートル四方の予備的な地形図が市に提供された。また、彼らによって、依然として現場に残っている構造物の高精度の地上レベル画像も作成された。これらの画像は、緊急作業チームが建物の構造的な損傷の程度と作業者への潜在的危険性を判断するのに使われた。

ペンタゴンでは、NOAA の航空機が 30 回の ALSM スキャンを行い、合計 3,100 万以上のデータポイントを記録した。また、オプテックの班は 13 回の地上レベルのスキャンを行った。同社は迅速にデータを処理し、数日以内に国防総省当局に対し、人間の目の高さから見た、ペンタゴンの損壊状況に関する地形的イメージを提供した。

レーザドットから精密な三次元デジタル立体地図への変換

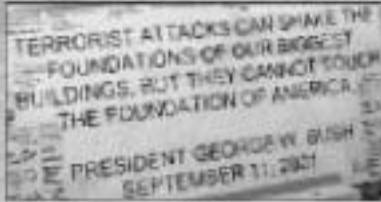
前述のフロリダ大学の ALSM 処理研究室では、世界貿易センターで集められた数億のデータポイントを使用し、緻密な計算処理とフィルタリングが行われた。その際、車、空中微粒子、植物のような地勢的に不適当な「ノイズ」を排し、地理的基準点を持ったデータグリッドを作成するために、研究者によって開発されたアルゴリズムが用いられた。白黒写真のように見える出力イメージは、実際は、それぞれが 3 軸上にそれ自身の空間座標を持ち、数センチメートル以下の精度をもった莫大なデータポイントの集まりである。これらの三次元デジタル立体地図を使うことで、観察者は上空からの構図を見たり、同じものを別の角度から拡大して眺めることも可能である。地図の利用者は、ひび割れや亀裂を探し、瓦礫や穴の大きさ（つまり「かさ」）を測り、構造要素の上に幾何学的な網目（メッシュ）を重ねて、コンピュータにより変形又はたわみ（すなわち圧力）の度合いと表面の損傷の大きさや形を計算することができる。

NSF の「緊急対応」の資金提供の一部として、フロリダ大学の研究者は、かれらの革新的なマッピングシステムを、将来、緊急対応時のみならず、地震予測地図や、洪水領域と避難経路地図の作製など、災害の防止と緩和に役立てる方法について提案する予定である。

多くの連邦政府機関と民間企業のパートナーシップに跨る連邦政府の IT 研究関連投資を調整することで、政府関連の任務にかかわる研究が促進され、汎用で、広範囲に利用でき、かつ相互運用性のある技術、ツールやアプリケーションが生まれる。NITRD 計画はこうして技術移転の強力なエンジンとなっているのである。連邦政府より資金提供を受けて生まれた数多くの IT のブレイクスルーが、その後民間企業（しばしば、NITRD の資金により教育の支援が行われている米国研究大学の大学院）により商品化され、それが連邦政府からの投資をさらに拡大する。以下のページでは、NITRD 関係機関による IT 研究の優先項目と計画について説明する。

米国の優先課題

国家、国土及び経済の安全保障の強化



この石はインディアナ州、エレクトロニクスのピーストーン社の労働者たちによりサインが刻まれ、2002年9月11日の開所式典の間、ペンタゴンの墜落現場に飾られる。現場の建設作業員のサインも刻まれるこの記念銘板（及び復旧に使われた石）は、ペンタゴンの創建時と同じ採石場から運ばれたものである。

NITRD 参加機関による連邦政府政策への支援

国家の安全保障、国土の安全保障及び経済の安全保障（1月29日の一般教書演説の中で、ブッシュ大統領が明言した相互に関連する政権の3つの優先事項）は、21世紀のアメリカ国民と国家体制を守る上で、高度情報技術が持つ大きな重要性に対して、かつてないほどの注目を向けることとなった。テロとの戦争がはじまり、基礎的なIT R&Dに対する連邦政府の投資により生み出された能力は、先進兵器、戦場偵察や情報操作環境、バイオテロ対策、情報収集と分析、デジタル通信システムを含む重要な米国社会基盤に対する安全保障の増大、及び国境や訪米者の入国方法の監視等に使用されつつある。その2003年度の計画に関して、Marburger 博士は最近の科学関係の会議において次のように述べている。「大統領予算案は、我が国の最優先政策の全ての遂行は、科学、工学、及び教育に対する投資によって推進されるということを認めたものである。」

コンピュータ分野では、ムーアの法則により、1シリコンチップあたりのトランジスタ数が18ヶ月で2倍になる（それに応じてコンピュータの演算速度とITが進歩する）ということが、30年間にわたって信頼に足る予測とされてきた。国家安全保障と経済発展の両方に対する米国の技術的リーダーシップを維持するために、今日のIT部品は急速かつ継続的に改良されなければならない。

NITRD 参加機関は、連邦政府における技術的資源とニーズを調整してテロリズムと戦う役割を担った、緊急対応の政府機関のワーキンググループに積極的に参加している。大統領科学技術諮問委員会（President's Council of Advisors on Science and Technology）に対する最近の論評で、商務長官のDonald Evansは、商務省（Department of Commerce：DOC）下に置かれている国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology：NIST）は、テロリズムに対する防衛に関連する75のプログラムを支援していると述べている。NISTはまた、最先端の技術を災害対策や危機対応に適用するという連邦緊急事態管理局（FEMA）の活動に参画する正式な研究及び技術機関でもある。Evans 長官は同じくDOC 関係機関であるNOAAの役割についても言及している。NOAAの持つ衛星を利用した気象及び環境解析能力は、テロリズムの脅威に対抗し、米国の経済安全保障を強化するのに貢献している。さらに、NITRD 参加機関による資金援助は、サイバーセキュリティの技術とツールにおける最先端の専門家も含め、国家の最

先端 IT や科学、工学の研究者の養成を支援している。（米国の経済安全保障に必要な、実力のある IT 要員の養成に対する NITRD の役割に関する情報は、31 ページを参照のこと。）

国家安全保障のための ハイエンド・コンピューティング計画

NITRD 参加機関は、国家安全保障を強化するための長期的な統合スーパーコンピュータ研究開発プログラムに関わる計画策定にも参加している。連邦議会は、2002 年度の国防歳出予算案に添えられた報告書において、2002 年 7 月までにこの計画を準備することを国防長官に命じた。

IT R&D 事業の革新性の 持続

現在、米国のテロ対策活動に使われている情報技術は、IT R&D 計画のパイプラインからほとばしる成果を代表するものである。現製品が主流となっているうちに、次世代の技術進歩を試作品として形作り、商品化の開発を行うことを可能にするために、連邦政府の IT 基礎研究は、そのパイプラインを強力で革新的なアイディアで充たし続けている。これがデジタル革命を加速し、米国の経済成長を駆動し続けるプロセスである。

国益という観点からみた ネットワーキングと IT 分野への取り組み

特に、重要なネットワークインフラの保護や情報管理の領域における、国家及び国土安全保障には以下のことが要求される。

- 米国の商業、通信、及び相互接続性を安全なものとするため、脆弱な今日のインターネットを、自己回復力があり、信頼でき、高帯域幅を持ったシステムに置き換えることが可能な先進的ネットワークを開発するためのサイバーセキュリティ技術と方法に関する強力な研究
- 多くの情報源から得られる膨大な量の不統一で雑多な情報を、高速にデータマイニング、合成、分析、及び管理するための先進のソフトウェアアルゴリズム
- 新しいハードウェア及びソフトウェア保証技術
- 個人情報の盗用、誤用から米国民を護り、旅行の安全性を保証するための革新的な方法

主な研究課題

- 情報分析、高性能国防システム、及び重要科学研究に対し、データ・ストレージ能力と計算能力を提供するための、ハイエンド・コンピューティングの費用効率の良い技術的進歩
- 大規模データマイニング、情報分析と情報管理技術
- 安全な通信のための高度な暗号化と認証技術
- 高速無線、有線ネットワークにおいて安全確保、攻撃に対する抵抗力、及び自己回復力を実現する新たな方式
- 偵察、自律兵器システムのための組み込み型ネットワークセンサー技術
- ミッションクリティカルなシステムのための高信頼度ソフトウェア設計
- 異種間の、マルチモーダルな IT 機器や機能の改良されたインターフェースと相互運用性

CIA レポート：国家安全保障を高めるための キーテクノロジーにおける米国のリーダーシップの堅持

大統領は一般教書演説の中で、テロに対する戦争は、この時代を「自由の歴史における決定的な 10 年」にすると述べた。この 2003 年度予算教書の補足資料は、NITRD 参加機関により開発された IT の能力が、国家、国土、及び経済の安全保障の強化を目指す直接的な連邦政府政策をいかに支えているかについて述べている。

中央情報局（Central Intelligence Agency：CIA）の 2001 年 11 月のレポートによると、連邦政府の IT R&D への投資は、国力維持のための長期戦略上の役割も演じているとしている。そのレポート「2015 年までの技術のグローバルシナリオ (Global Technology Scenarios Through 2015)」の中で、専門家たちによるパネルは、何年か先の米国の国家及び経済の安全保障は、科学技術の革新において我々が世界のリーダーシップを堅持していくことと密接不可分な関係となるであろうと結論付けている。

パネルは、米国の国家安全保障に「大きな影響」を与える可能性のある研究領域として、遺伝子療法、無線通信、画像認識、クローン化またはテーラード化された器官、マイクロマシンシステム（MicroElectroMechanical Systems：MEMS）、及びナノテクノロジーの 6 項目を挙げている。

これらの最重要技術の急速な出現は、連邦政府の R&D によって開発されたコンピュータモデリング、シミュレーションや、対話型デジタル計測といった最先端の IT 機能によって可能となったものであり、全ての重要技術の発達は、IT R&D の進展と将来の進歩に左右される。上記の 6 つの技術のうち、4 つ（無線通信、画像認識、MEMS 技術、高度な計算とコンピュータ部品のためのナノテクノロジー）は、NITRD 計画における現在の研究の中心事項となっている。

CIA のパネルが「イネーブラ（enablers）」と呼ぶ 5 つの追加の技術は、もし技術の革新性、

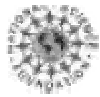
市場の要求、新技術の間に働く相乗効果の 3 つの条件が上手く結合されれば、2015 年までに国家安全保障に大きな影響を与えられている。そのイネーブラとは、光通信、再生医療、効率的ソフトウェア開発、センサーウェブ、及び先進素材である。

これら 5 つのイネープリング技術（enabling technology）のうちの 3 つは、今日、連邦政府の NITRD 計画の中でも優先事項とされ、他の 2 つの領域（再生医療と先進素材）における研究は、NITRD 参加機関によって開発されたハイエンドデータストレージと管理、コンピュータ計算、及びネットワーキング技術を必要とするものである。

パネルは、応用に成功した新技術の持つ特徴のうち典型的なものとして、「技術革新の特定領域における」連邦政府又は商業的 R&D の成果から得られたこと、及び「多くの派生的な応用を生み出す可能性を持ったプラットフォーム技術」であることを挙げている。パネルは、検討対象の期間中にも技術的変化のペースが加速されると予測し、2015 年までには 6 つの最重要技術すべてが、米国で実用化されると予想している。

パネルは、「技術開発の力強さ、米国のリーダーシップの度合い、技術（新しいものと既存のもの）の先進国、発展途上国、及び低開発国に対する伝播のレベル」については不確実であり、それがこの国に対して相対的に利益をもたらすか不利益をもたらすかを左右すると結論付けている。

パネルは、「米国は、現在の技術分野における主導的な役割を維持していくのに有利な立場にいる」と主張している。しかし、米国の優位性を保つためには、「政府と民間による研究開発に対する継続的な投資」と「科学、工学、医学の分野で有能な卒業生を輩出することができる教育制度」が必須であると警告している。



省庁間協力による IT 分野の人材、資源の活用

概要

複数の政府機関が参加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）計画は、連邦政府の科学技術研究ポートフォリオにおいて独自の位置を占めている。これほど政府や社会に対する影響力が、急激に広く浸透し、深まり、国益上極めて重要となった科学技術の領域は他にはない。情報技術は究極の学際的イネーブラであり、多くの基礎及び応用科学の領域にその基本的な道具として影響を及ぼし、普遍的な用途をもつデバイスと機能を生みだす。

新しいアメリカの社会基盤

今日のネットワーク及び他の情報技術は、米国が注力している全ての領域において不可欠な活動の中核となる社会基盤、プラットフォーム、及びツールを提供する。これは国防と国家安全保障から、通信、商業及び産業、生物医学及び科学研究、医療と教育、農業と運輸、天気予報、エネルギー管理、環境保護や公共サービスにまで及ぶ。IT システムとデバイスの重要なコンポーネントは、数学、物理、化学、電気、及び機械工学の基礎的、応用的知識と、コンピュータサイエンスとが結合したものである。これらのコンポーネントを、航空宇宙輸送や通信システム、兵器システム体系、電気通信網、生物医学研究、大規模情報収集、記憶と管理などのような特定の応用分野に仕立て上げるためには、技術を構築する側と使用する側との特別な学際的協力関係が必要とされる。

大学と民間企業の協調、パートナーシップの有効性の立証

連邦議会が 1991 年の高性能コンピューティング法（High-Performance Computing Act：HPC）（P.L.102-194）により、省庁間での IT 研究の協調を呼びかけた時点ですら、コンピュータ及びネットワーキング技術が、数年のうちに劇的に社会を変革するということは決して明確にはなっていなかった。しかし、両党が連携した HPC 法は、結果的には先見性があったということになる。この法律は、政府諸機関の間での協調、調整、及び大学や民間企業とのパートナーシップへの要求と意欲的な目標とを組み合わせることにより、連邦政府の IT 研究に関する強固な省庁間連携の枠組みを作り上げた。本プログラムは、全ての主要な連邦政府の科学研究機関の参加と、事実上全ての主要な米国の研究大学及び新しい情報技術やアプリケーションを開発している多くの企業との協力関係の構築により、高い生産性を持った研究事業計画へと、着実に成長してきた。

共同研究によるイネーブラ技術の進展

この 10 年の間、新しい IT の能力と防御手段に対する要求に伴って、システムやソフトウェアの複雑さと異種混交性が急激に増していくに連れ、単に知識の追求だけでなく、IT 研究の分野での学際的な共同研究と連携の必要性が、より広く認識されるようになった。

そして、多くの政府機関と民間企業とのパートナーシップに対する連邦政府の IT R&D 投資（我が国における最も重要な基礎的 IT 研究の源泉）の調整により、人材育成と連邦政府のミッションに関する研究が同時に強力に推し進められている。これにより、全てのコンピューティング及びネットワーキング装置やシステムの基盤となる潜在的技術（「イネープリング」技術と呼ぶ）の進歩が加速される。その結果、汎用性があり、広範囲に応用可能で、相互運用性を持った技術、ツール、アプリケーションが生み出され、これによって重要な政府機関のミッションを果たすための最先端システムを連邦政府で利用することが可能になるとともに、これらが製品開発を促し、経済のあらゆる分野における革新の原動力となる。

複数の政府機関による NITRD 計画の概要

NITRD 計画は、米国政府内における数少ない正規の省庁間研究活動の 1 つで、共同研究事業の成功モデルとなったものである。NITRD への参加基準の概要については、38 ページを参照のこと。

参加機関

NITRD 参加機関は以下の通りである。

- 健康医療研究品質局
(Agency for Healthcare Research and Quality : AHRQ)
- 国防高等研究開発局
(Defense Advanced Research Projects Agency : DARPA)
- 国防総省、国防研究技術局長室
(Department of Defense, Office of the Director, Defense Research & Engineering : ODDR&E)
- エネルギー省、国家核安全保障管理局 (Department of Energy : DOE、National Nuclear Security Administration : NNSA)
- エネルギー省 (Department of Energy : DOE) 科学局
- 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 Institutes 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 Oceanic 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)

個別研究分野 (Program Component Areas : PCAs)

NITRD 参加機関の共同研究課題は、7つの個別研究分野 (Program Component Areas : PCAs) によって示され、それぞれの PCA が IT 研究の特定の側面に焦点をあてている。各 PCA は、関連した研究分野を担当する政府機関のプログラム・マネージャで構成される調整部会 (Coordinating Group) を持っている。これらの部会は、毎月会合を持ち、その分野における情報交換と複数の機関での活動に関する調整を行っている。PCA は次の通りである。

- ハイエンド・コンピューティング (High End Computing : HEC)
HEC R&D と HEC Infrastructure & 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 & Information Management : HCI & IM)

- 大規模ネットワーク技術 (Large Scale Networking : LSN)
 - LSN は 3 つの目標を持つチームに編成されている。これらは、ジョイント技術チーム (Joint Engineering Team : JET)、ミドルウェア及びグリッド基盤整備 (Middleware and Grid Infrastructure Coordination : MAGIC)、ネットワーキング研究チーム (Networking Research Team : NRT) であり、特定の技術課題に注力する。これらチームには、大学や民間企業などの連邦政府関係以外からの人が含まれている。
- 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及び情報技術要員育成 (Social, Economic, and Workforce Implications of IT and IT Workforce Development : SEW)

IT R&D に関する省庁
間作業部会

(Interagency Working
Group : IWG) と IT
R&D のための国家調整
局 (National
Coordination Office :
NCO)

NITRD 活動の全般的調整は、国家科学技術会議内の IT R&D に関する省庁間作業部会 (Interagency Working Group : IWG) によって実施される。IWG はそれぞれの参加政府機関、行政管理予算局 (Office of Management and Budget : OMB)、科学技術政策局 (Office of Science and Technology Policy : OSTP)、国家経済会議 (NEC) 及び IT R&D のための国家調整局 (National Coordination Office : NCO) の代表者で構成される。IWG は、NSF のコンピューティング及び情報科学工学委員会の副委員長と、NITRD 計画の立案、予算、評価活動をコーディネートする国家調整局の局長が共同で議長を務める。

NITRD 計画の財源

政府機関の NITRD 計画への財政支出は、参加省庁、行政管理予算局 (OMB)、連邦議会を通されたのち、大統領の署名により法制化されるという、通常の予算編成・歳出手続きにより行われる。NITRD の活動は、通常、複数機関の協力を基にしているが、予算の立案とキープはそれぞれの機関が互いに責任を持つとともに、各機関は NITRD 事業に対して、それぞれの貢献度に応じた財政支出と管理を行う。

2003 年度大統領予算教
書補足資料である本報
告書について

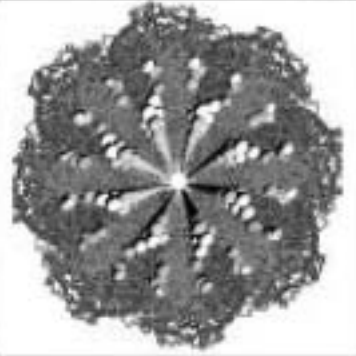
この 2003 年度大統領予算教書補足資料は、1991 年の HPC 法の定めにより、NITRD 計画に関する現在の活動状況と計画について概説するものである。本補足資料は、NITRD 参加機関がテロとの戦争において果たしている重要な役割について説明し、今後の米国の科学及び経済的革新もたらす次世代 IT コンポーネント技術とツールを開発し、試作している主要な NITRD の研究活動についてポイントを説明するものである。2003 年度の予算要求額は 18 億 8 千 9 百万ドルで、2002 年度の概算額 18 億 3 千万ドルに比べて 5 千 9 百万ドル増としている。NITRD 計画に対する 2002 年度予算概算と 2003 年度予算要求額を参加機関及び個別研究分野別に 36 ページと 37 ページに掲載する。

ウェブでの情報公開

本報告書を含む NCO の刊行物、NITRD に関する情報、参加機関や関連サイトへのリンクは、次のサイトを参照のこと：

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

複雑さのフロンティアを探求する 新技術



1,000 個以上の原子から成る分子構造を可視化するための NASA のプロトタイプ・ソフトウェアである Growler を使用したタンパク質ナノチューブの正面画像

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF：テラスケール基盤、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、ライブラリ、可視化、データ管理、及びアルゴリズム、グリッド資源管理、量子及びバイオコンピュータの概念

DARPA：多様なアーキテクチャー、ハイエンドかつ生産的で、堅牢なインテリジェントコンピューティングシステム、プロセッサ-イン-メモリアレイを含むチップ内及びチップ間通信のための光学材料の超高密度集積技術

DARPA/NSF：テラスケール・コンピューティングとストレージに用いる生物分子構造

NASA：ハイエンドソフトウェア及びシステムのチューニングと管理技術、インフォメーション・パワー・グリッドの技術とツール、情報物理学（センシング、処理及び記憶システムの道具）、量子及びナノスケール技術

我々は、前世紀初頭に量子力学の誕生とともに始まったのと同じぐらい大きな、科学の革命の初期段階にいる。この革命は、2つの発見によってもたらされた。ひとつは電子顕微鏡、シンクロトロン X 線源、レーザ、走査型顕微鏡や核磁気共鳴装置などの装置であり、もう1つは、強力なコンピュータと情報技術の出現である。これらが合わさり、科学をついに新しいフロンティア - 複雑さのフロンティア - に手の届くところへと招き入れた。

- John H. Marburger III, OSTP 長官

このフロンティアの向こうに存在しているのは、有機及び無機物質の最小の単位とプロセス、宇宙の最大の構造と最遠の距離、地球上に生命の存在を可能にしている生物圏の各要素間の相互作用と変化パターン、そして今日の我々の想像の域を越える新しい物質や薬剤、技術やツールの発見である。

NITRD 参加機関は、部品技術、ハイエンドのシステム及びストレージアーキテクチャー、システム・ソフトウェア、及びプログラミング環境の技術的ブレークスルーを積極的に追求しており、これらの有望な分野において米国の科学が世界をリードすることを可能にする。必要とされる最高性能の能力を達成するためには、コンピュータ・アーキテクチャー、半導体設計、システム・ソフトウェアばかりでなく、ハイエンドシステムとソフトウェアの全ての局面において、量子及びバイオコンピュータの概念のような革命的な可能性を持った分野の基礎的長期的研究が必要である（15-17 ページ参照）。NITRD の研究は、最先端の国防、国家安全保障や科学的利用に対する連邦政府の要求と商用化されたコンピュータ製品との間のきわめて重要な橋渡しの役割を果たしている。

さらに、NITRD に資金提供を受けた研究では、ハイエンド共同研究所 (collaboratory) - 距離的に分散した科学者たちのチームにより、高性能ネットワークを介して共有される「仮想」研究施設 - のための技術とツールを開発している。この目標は、分散したチームを、シームレスにハイエンド・コンピューティングシステム、機器、高度なシミュレーション及び可視化ソフトウェア、センサー網に接続することのできる先進的研究のためのネットワーク化されたインフラを構築することであり、データや計算を集中して取り扱う問題を共同研究するために必要なものである。

そのような相互接続の1つの形態は、先進のネットワーク上に形成されたオーバーレイとして作用し、広範囲に分散可能な、互いにリンクされ相互運用できるリソースの格子（グリッド）を形成し、その格子及びユーザを全体として管理するプロトコルと保護の仕組みを持つため、「グリッド・コンピューティング」と呼ばれる。事実上、グリッドはインターネットを強化して、大規模、分散型高性能コンピューティングのためのインフラの

NIH:ハイエンド生物医学コンピューティング、立体分子構造を決定するためのツール、測定データのイメージを表示及び分析するための方法

DOE 科学局: テラスケールのモデル化とシミュレーション・アプリケーションのためのスケーラブルな数学的アルゴリズムとソフトウェア基盤(オペレーティングシステム、コンポーネント技術、最適な数学的ソルバ)、テラスケール科学のためのパートナーシップ

DOE/NNSA: 米国の核貯蔵量管理のためのスーパーコンピュータ用モデル化とシミュレーションを可能にする高速計算、テラバイトデータ記憶と検索、可視化に関する科学及び工学的革新

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とプログラミング言語の改良、特殊目的のデバイスのための基盤技術(電力制御、冷却、相互接続、スイッチ、および設計ツール)、コンピュータメモリ性能、量子情報システムの基礎物理

NOAA: 強化されたモジュラー・オーション・モデル(MOM)、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

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、フォトリソ、ナノテクノロジー、オプトエレクトロニクス、及び新しいチップ設計と製造方法に関する研究

ODDR&E: 量子通信とメモリに関する大学を中心とした研究

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、技法及びツール

一部を実現し、ハイエンドのコンピューティング能力を科学者、技術者や学生のより広範囲のコミュニティに広げることができる。

過去5年にわたる、DARPA、DOE、NASA、及びNSFの初期段階からの先見性を持った支援によって、グリッド設計の最先端にいる科学者たちは、オープンスタンダードなグローバス・ツールキット(Globus Toolkit™)を用いてプロトタイプを作り、実証実験を行ってきた。DOEのアルゴンヌ国立研究所(Argonne National Laboratory: ANL)と南カリフォルニア大学で開発されたGlobusは、グリッド環境でコンピュータ・リソースを結合し、使用する最初のミドルウェア・ツールパッケージである。NASAは、インフォメーション・パワー・グリッド(Information Power Grid)を構築するために、Globusを採用した。これは、NASA内部のハイエンド・コンピューティング・リソースとデータリポジトリをネットワークで接続する野心的なイニシアチブである。2002年度には、NSFが4つの研究機関にこれまでにない5千3百万ドルと言う予算を与え、複数の構成要素を1つに結びつける基盤としてGlobusを用いた「分散型テラスケール機能」を構築し、グリッドという概念に対する国民の注目を集めた。(次ページで報告)

最近の数カ月の間に、12の主なハードウェア及びソフトウェアベンダー(コンパック、クレイ、富士通、日立、IBM、マイクロソフト、NEC、SGI、サンマイクロシステムズを含む)が、自社製品を使用したグリッド・コンピューティングの基盤としてGlobus Toolkit™を採用することを発表した。IBMの役員の1人は、グリッド・コンピューティングが米国の商習慣を変えると予測している。

NITRDの研究は、このように多くの将来性ある技術移転を生み出しているが、ハイエンド・コンピューティングにおけるプログラムの重点は、最重要な我が国の国防と国民の要求に対応するための、最も先進的で高性能の要求されるハイエンド・プラットフォームの機能を向上させることであり、科学技術分野における世界的リーダーシップの確保もその目的の一つである。2003年度には、NITRD参加機関は次のような研究を支援する。1)スーパーコンピューティング向けコンポーネント技術とシステム設計の基礎科学、2)我が国の研究者が、最先端のコンピューティング環境で研究を行うことを可能にするコンピュータ利用技術、ツールとアプリケーション

主要な研究課題

- 高性能コンピュータ・アーキテクチャー - 科学的発見と国家安全保障に対して最大の能力をもたらすために、ハードウェア設計とアーキテクチャー、システム・ソフトウェア、科学的応用などの間の複雑さのトレードオフを理解し管理する
- 次世代スーパーコンピュータ・プラットフォームを実現するための革新的手法 - 新しいアーキテクチャー、量子及び生物分子コンポーネント、ハイブリッド技術、チップ上の再構成可能なシステム、メモリ内プロセッサ(processor-in-memory: PIM)技術を含む革新的なプロセッシング及びストレージ概念
- システムソフトウェア - 先進的なプログラミング環境、コンパイラ、ライブラリ、ミドルウェア、及びパフォーマンス・エンジニアリング技術
- 科学計算とシミュレーションのための新しいハイエンド・アルゴリズムとコード; 分散型テラスケール・コンピューティング環境のために、統合化され、最適化されたソフトウェア基盤

ハイエンドコンピューティング能力

発見のためのテラスケール・インフラストラクチャー

テラ - 10^{12} あるいは 1 兆を表す接頭語。テラスケール・コンピューティングシステムは、1 秒間に、浮動小数点演算あるいは「flops」と呼ばれる 1 兆回の計算を行うことができる。1 テラバイトは、1 兆バイトのデータのことである。連邦政府の研究では、この 10 年間でペタスケール（1 秒あたり、 10^{15} あるいは 1000 兆回の計算）システムを達成しようとしている。

NSF の分散型テラスケール機能(Distributed Terascale Facility : DTF)

5 千 3 百万ドルの資金が援助される NSF の新しいイニシアチブは、我が国のカレッジや大学のキャンパスに、テラスケール・コンピューティングの能力と恩恵をもたらすことを目的としている。この計画により、グリッド・コンピューティングを基にした独自の分散型テラスケール・システムが構築される予定であり、将来の大学における、より大規模なコンピューティング基盤のための実証的なプロトタイプとしての役割が期待されている。

大学のコンピューティング・インフラストラクチャー整備の長期にわたる支援機関として、NSF は 1990 年代の中盤から、先進的コンピューティング・インフラストラクチャーのためのパートナーシップ (Partnerships for Advanced Computational infrastructure : PACI) の構築を支援してきた。これは、ハイエンドコンピューティング設備やツールに対して、より多くの大学研究者たちがアクセスできるように活動している、2 つの大学間ネットワークから成る。カリフォルニア大学サンディエゴ校 (UCSD) のサンディエゴ・スーパーコンピュータセンター (SDSC) を中心とした、先進コンピュータ・インフラストラクチャーのための全国パートナーシップ (National Partnership for Advanced Computational Infrastructure : NPACI) は、他の 30 の資金援助を受けたパートナーと、16 の国内及び国外の会員団体との共同組織である。全国コンピュータ科学同盟 (National Computational Science Alliance : "Alliance") は、イリノイ大学アーバナ・シャンペン校のキャンパスにある国立スーパーコンピュータ・アプリケーションセンター (National Center for Supercomputing Applications : NCSA) を基盤とし、大学、政府、及び民間企業からの 50 を超える団体によって構成されている。

2000 年度に、NSF はピッツバーグ・スーパーコンピューティングセンターにおいて、テラスケール大学コンピューティング・プラットフォームを開発するための初期作業を委託した。コンパックとの協力のもとに構築したこのシステムは、2001 年に予定よりも早くネットワークに接続され、6 テラフロップスのピーク性能と、既存のアプリケーションコードでピーク性能の 75% を達成した。3 年間の分散型テラスケール機能 (Distributed Terascale Facility : DTF) 開発計画によって、この開発途上の大学インフラストラクチャー

に、11.6 テラフロップスのピーク性能と 450 テラバイト以上のストレージを持つ、世界最初の多重サイトテラスケール・コンピュータシステムが加えられることになるであろう。

DTF の資金援助先として選択された 4 箇所のサイト - SDSC, NCSA, DOE のアルゴンヌ国立研究所 (ANL)、カリフォルニア工科大学 (Caltech) - では、主要な企業パートナーである IBM、インテル、ミロコム、オラクル、クエスト、及びサンと共同で、コンピューティング・プラットフォームを構築し、40 ギガビット (毎秒 400 億ビット) の光ネットワークによりそれらを接続する予定である。

DTF に参加する研究機関は、以下の開発項目を分担する。

- NCSA はインテルの 64 ビットのアイテニウム「マッキンリー」プロセッサを使った IBM リナックス・クラスタでコンピューテーションの先導役となる。240 テラバイトの補助記憶装置を備え、ピーク性能は 6.1 テラフロップスに達する見込みである。
- SDSC は、マッキンリープロセッサを使った 4 テラフロップスの IBM リナックス・クラスタ、225 テラバイトのストレージ、サンのデータ管理用ハイエンドサーバにより、プロジェクトのデータ (及び知識の) 管理部分を先導する。
- ANL は、1 テラフロップスの IBM リナックス・クラスタを設置し、高解像度レンダリング、リモートビジュアライゼーション、及びグリッド・コンピューティングのための先進的なソフトウェアを主に担当する。
- カリフォルニア工科大学はデータに注目しており、86 テラバイトのオンライン記録装置を管理するための、0.54 テラフロップスのマッキンリークラスタと 32 ノードの IA-32 クラスタを設置する。

これらのコンピュータ資源は「テラグリッド (TeraGrid)」として 1 つにまとめられる。テラグリッドは、参加者が将来の先進的な学術的コンピューティングの青写真と見なしている、Globus を使ったグリッド・コンピューティングの枠組みである。2003 年には、上記 4 箇所のサイトが接続され、運用可能となる見込みである。

DOE の先進的コンピューティングによる科学的発見 (Scientific Discovery Through Advanced Computing: SciDAC)

複雑さの最前線における科学研究のためには、コンピュータ上でのモデル化とシミュレーションが必要であり、これらは DOE 科学局の全ての分野にわたるきわめて重要な研究課題である。今日、過去 10 年間の驚異的な処理速度の進歩は、新たな、より正確な物理学的、化学的、及び生物学的モデルの可能性の扉を開いた。しかし、これらの高度に複雑なモデルを効果的に開発することができるのは、アプリケーション科学者、応用数学者、及びコンピュータ科学者の学際的なチームのみである。

2001 年度の新しいイニシアチブである科学局の先進的コンピューティングによる科学的発見 (Scientific Discovery through Advanced Computing: SciDAC) のプログラムは、このようなチームで構成され、DOE のミッションに関連する分野の基礎研究を進展させるための、テラスケール・コンピュータを利用するために必要な、科学計算向けのソフトウェア及びハードウェア・インフラストラクチャーを開発している。複数年度に跨った SciDAC プログラムのもとで、51 のプロジェクトが総額 5 千 7 百万ドルの資金援助を受け、気候モデリング、核融合エネルギー科学、ケミカルサイエンス、天体核物理学、高エネルギー物理学及び高性能コンピューティングのためのテラスケール計算能力を構築している。

SciDAC の活動は、次世代の科学的シミュレーションコードを生み出すために役立つものと思われる。それらのコードは、テラスケール・プラットフォームの驚異的な演算能力を最大限に活用し、より大きく、複雑な問題を扱うことになる。また、このプログラムには、それらのコードを最新の並列コンピュータ上で効率的に利用できる、数学・演算システム・ソフトウェアの改良に関する研究も含まれている。SciDAC プログラムの中で開発されたコラボレーター・ソフトウェアは、地理的に離れた科学者達が遠隔操作で科学機器とコンピュータを使い、容易にデータを共有して、遠方の同僚と 1 つのチームとして一緒に活動することを可能にする。

150 を超える提案の中から選ばれた SciDAC の活動には、3 年から 5 年の間資金援助を受ける大規模なプロジェクトと、3 年間のより小規模なプロジェクトがある。SciDAC プログラムの成功は、密接なパー

トナーシップのもとで働く、大学と研究所の研究者で構成される学際的チームの活動にかかっている。SciDAC の下でのプロジェクトには、13 の DOE の研究所と 50 以上の大学が関係している。

33 のプロジェクトは生物学、化学、物理学に関するものである。特に、14 大学でのプロジェクトは、気候のシミュレーションと予測技術を進歩させるものである。これらのプロジェクトでは、気候システムのコンポーネントをシミュレートする新たな方法と、計算効率の良いアプローチ、及び統合された「未来の気候モデル」に取り組んでいる。

10 のプロジェクトでは、燃焼、触媒作用、光化学エネルギー変換などのエネルギーに関係した化学的变化をモデル化するために重要な、量子化学と流体力学の分野に取り組んでいる。これらの活動に参加している研究者達は、新しい理論的方法と有効な計算アルゴリズムを開発し、複雑な分子構造や反応速度を従来にない精度で予想できるようになるであろう。

5 つのプロジェクトは、核融合エネルギー科学の進歩を促すプラズマシステムの統合シミュレーションに必要な、物理モデルの開発と改善に重点を置いている。これらのプロジェクトは、電磁波 - プラズマ干渉、プラズマ乱流、及び磁気閉込プラズマの巨視的安定性のような基礎的現象に焦点を当てて行く。

高エネルギーと核物理学に関する 4 つのプロジェクトは、自然の摂理の根本にかかわる我々の探求をさらに深いところまで到達させる。これらのプロジェクトには、核崩壊した超新星の爆発メカニズムの探査、新世代の加速器シミュレーションコードの開発、及び量子色力学のシミュレーションが含まれる。

17 のプロジェクトは、分散リソースとテラスケール・コンピュータ上での科学的シミュレーションを用いた、研究協力を支援するためのソフトウェア基盤を開発するためのものである。

3 つの応用数学統合ソフトウェア基盤センター (Applied Mathematics Integrated Software Infrastructure Center) は、拡張性のある数値のライブラリを提供するという課題に取り組む予定である。これらのセンターは、複雑で進化するドメインを表すための、マルチレベル法、ハイブリッド及びアダプティブメッシュの生成、及び高次の離散化法に基づく非線形偏微分方程式を解くための、最適に近い複雑さを持ったソルバのための新しいツールを

提供するほか、局所的に構築されたグリッド、ハイブリッド粒子/メッシュシミュレーション、及び多倍長スケールを持った問題に基づく偏微分方程式を効率的に解くためのツールも提供する。

4 つのコンピュータ科学統合ソフトウェア基盤センター (Computer Science Integrated Software Infrastructure Center) は、高性能コンポーネントソフトウェア技術、大規模な科学的データ管理、サステイン性能を改善するためのアプリケーションとアーキテクチャーの関係についての知識、及び何千台ものプロセッサを持つシステムの管理と有用性を改善するための拡張性のある

システムソフトウェアツールにおける重要な課題に取り組む。

4 つの国立共同研究所、2 つのミドルウェアと 4 つのネットワーク研究プロジェクトが一般に使用できる。この活動は、基盤ソフトウェア環境を研究、開発、展開し、精緻化するものであり、これによって、共有化された分散型リソースに対する安全なリモートアクセス、高速ネットワーク上の大規模転送、及び研究者のデスクトップを使った協調ツールの統合を通じて、科学計算に対する革新的なアプローチが可能になる。

革新的なアーキテクチャーにおける長期的研究

基本的には、製造と保守の費用を抑える一方で、速度、携帯性及び拡張性を向上した、より小型のスーパーコンピューティング・プラットフォームを設計することを可能にするためには、新しいコンポーネント技術とシステム・アーキテクチャーが必要である。現在の米国のハイエンド・プラットフォームは、何千平方フィートもの床面積と何メガワットもの電力を必要とする。1 つの大型システムに多数の汎用のマルチプロセッサノードを詰め込むというこのアプローチは、拡張性と価格の妥当性の点で限界に達しようとしている。

NITRD の研究政策は、プラットフォームと大容量記憶装置のサイズ、コストと消費電力を削減するための、ハイエンドプロセッサとシステム・アーキテクチャーに関する基本的なブレークスルーを追求する長期的な活動を支援している。この研究内容は、プロセッシングとストレージのための生物分子、量子及びハイブリッドナノテクノロジー、チップ上の再構成可能型システム、コンポーネントとデバイス技術を統合するシステム・アーキテクチャー、及びプログラミング環境などの分野において、将来有望なコンセプトを持つがリスクの大きい実証実験を含んでいる。

スーパーコンピュータ・プラットフォームを製造するためには、非常に多数のコンポーネントを集めて、組み立てる必要がある。可能な限り最大の計算速度を実現するために、これら全てのコンポーネントは密に配置され、近接して相互接続されなければならない。携帯性と拡張性を向上する規模でこのようなプラットフォームを構築するためには、必要電力、発熱制御、コンポーネントとシステ

ム・アーキテクチャーの小型化、及び超伝導スイッチと相互接続の問題など、ハイエンド分野における基礎科学上の最大の難問を解決する必要がある。

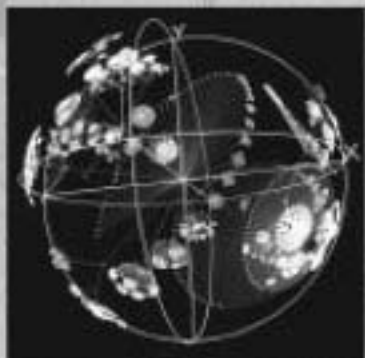
先進的な国防アプリケーションが、ハイエンド・コンピューティングシステムへの新しいアプローチを緊急に必要とする重要分野であることは、DOD の高官が 2002 年 3 月の会議で言及した通りである。必要なブレークスルーを達成するために、DARPA は野心的な「高生産性コンピューティング・システム (High Productivity Computing System) 」プログラムに着手し、民間企業が大学の研究パートナーと共に活動して、アーキテクチャーとコンポーネント技術に関する「独創的な方法」を検討するよう呼びかけている。これは、2010 年までに全く新しい商用システムを実現するという目標を持ったものである。

革新的なコンセプトから、技術的設計、さらにプロトタイプ作製までの 3 段階の R&D 活動によって、DARPA 開発チームは次の成果目標を達成することが期待されている。今日のスーパーコンピュータの 10 倍から 40 倍の性能、アプリケーション開発期間と運用コストの削減による生産性の向上、移植性の向上 (システムの固有性から分離されたアプリケーションソフトウェア) 、十分に改善された堅牢性と信頼性。

さらに、NSA は国家安全保障に関する研究開発機関とユーザ・コミュニティを含んだ活動を先導し、ハイエンド・コンピューティングに関する長期的統合 R&D プログラムの計画を立案している。連邦議会は国防長官に研究の青写真を 2002 年 7 月までに提出するよう求めている。

大規模ネットワーキング

未来のインターネット：ダイナミックな柔軟性、広帯域幅、及びセキュリティ



Walrus ソフトウェアツールで作成されたディレクトリツリーの可視化（詳細は裏表紙内側を参照）。図は CAIDA 提供。

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF：ネットワーク化されたアプリケーションの性能を最適化するミドルウェアを中心とした研究；大学間における高性能な接続；ネットワーク・モニタリング、問題検出と解決、アクティブ/インテリジェントネットワークを支援する先進的自動化ツール、協調的アプリケーション、及び革新的アクセス方法のような戦略的インターネット技術

NIH：スケーラブルでネットワークを意識したワイヤレスの地理情報システム(GIS)、及びネットワーク化された医療関連環境におけるセキュリティ技術のアプリケーションの実証実験

DARPA：何百ものノードから成るネットワーク上における、ミリ秒単位から時間単位までのレンジにわたる振る舞いを予測できる、拡張性のあるネットワークのモデリング及びシミュレーションツール；ハイブリッドの光/RF 自己回復型ネットワークの実証実験

30 年前、連邦政府の資金援助を受けたほんの一握りの研究者が、電話回線を使って、メッセージを 1 つのコンピュータから他のコンピュータへ送る方法を発明した。彼らの成した世界を変えるブレークスルーは、その後、連邦政府と民間企業の R&D により精緻に仕上げられ、インターネット - 基本的、かつ多様で強力な、新世紀の人間活動の基盤 - へと進化した。

大規模かつ広帯域のネットワークに関する連邦政府の研究は、ネットワークの速度、信頼性、安全性と汎用性を劇的に向上するための次世代技術を開発し、実証することによって、米国の先進的通信分野におけるリーダーシップを支え続けている。9 月 11 日の同時多発テロのあと、NITRD 参加機関が継続して重点を置いているネットワークの信頼性、安全性及びプライバシーに関する研究は、国民の共通した関心事となった。

インターネットというと、いまだにそれ自体が目新しい響きを持っているが、実際には「ネット」は古くからの技術で成り立っている物で、データ転送のスピードやサイズが制約され、ネットワークデバイスはサイバー攻撃に対して無防備であり、信頼性のある接続性を無線、モバイル、及び組み込み型デバイスなどの急激な増加に対応するように拡大できるほどの十分な拡張性を持たない。NITRD の研究は、エンド・ツー・エンドの高速で、信頼性があり、安全性のある、柔軟なアクセスを、我が国のデジタル通信システムの標準的機能とするために必要な、基礎的な技術進歩を達成することに重点を置いている。

1 つの重要な研究分野は光技術であり、これにより今日のインターネットに比べて指数関数的に広いバンド幅が提供され、従って先進的なアプリケーションと将来のネットワークの拡張が可能になる。NITRD の参加機関は、インターネットに比べて何千倍も高速な、世界初のエンド・ツー・エンド光ネットワークの実証実験を行った。そしてさらに、現在可能なものよりも、はるかに大きな安全性と信頼性を持った光システムを開発するための研究を行っている。たとえば、NSF が支援する STAR TAP（シカゴを本拠とする、米国と海外の高速ネットワークの相互接続）は、StarLight（高帯域幅を必要とするアプリケーションに最適化されたネットワークサービスのための、実験的な光技術によるテストベッド及びインフラストラクチャー）へと発展している。StarLight は、1、2.5 及び 10 ギガビット/秒の実験的ネットワークと、10 ギガビットまでの速度の研究ネットワークをサポートする予定である。この接続により、1 ギガビットレベルで運用できる商用（一般的に使用される）ネットワークが可能となる。

高速な光及び無線技術の結びついた NITRD の研究は、増大し続ける要求に我が国が対応するために必要な、ネットワークの飛躍的進歩に対する基礎を提供するものである。この要求には以下のことが含まれる。

NASA：先進のコンピューティング、ネットワーキング及び協調技術を開発、実証するための、高速テストベッドネットワークの導入；グリッド環境のためのネットワークサービスの統合（QoS、受動的モニタリング、リソース確保）；ハイブリッドな衛星/モバイル、無線/アドホック・ネットワークアプリケーションと「未来のオフィス」の労働環境

DOE 科学局：分散型ハイエンド科学アプリケーションに対して、テラバイト/秒のスループットでTCPによる信頼性の高い転送を可能にする高性能転送プロトコルの研究；大規模な科学的共同研究のためのエンド・ツー・エンド性能モニタリング、ネットワーク診断、及び拡張性のあるサイバー・セキュリティ・サービスの開発

NSA：パーストスイッチ技術、供給(Provisioning)、メッセージ受け渡し、低出力無線ネット、高速システムのファイヤウォール、セキュリティと相互運用性の問題などを含む、先進的ネットワークポロジとプロトコル、ネットワークコンバージェンス、全光ネットワーク、及びネットワーク管理に関する研究

NIST：産業用プロトコルのモデル、新しい仕様の検証、適応制御メカニズムを含む、パーベイシブ・コンピューティング・デバイスのネットワーク通信のための標準規格；アドホック無線ネットワークの基準とプロトコル；応答性に優れたスイッチング・インフラストラクチャーの開発手法；インターネット・インフラストラクチャー・セキュリティのためのプロトコルと標準規格

NOAA：過酷な気象現象の予測と警報及び危険物への対応を支援する、拡張性のあるネットワーク能力とアプリケーションの早期導入

ODDR&E：大学の研究機関を基盤にしたリアルタイム耐故障ネットワーク・プロトコルの研究

- 高水準のネットワーク信頼度（システムは高度な信頼性を持ち、それを流れる情報のセキュリティとプライバシーは保護されている）
- いつでも、どこでもネットワークと接続できる
- 高性能アプリケーションのためのエンド・ツー・エンドでの高帯域幅の確保
- コンピュータシステム、ストレージ、及び測定機器と接続するためのグリッド
- 共同研究室（コラボラトリー）の安全性とサービスの質（QoS）—すなわち、低レイテンシーで中断せず、一定した高速なネットワークスピードの実現
- センサーネット - 何十億個もの、ネットワーク接続された組み込み型センサー

2001年3月、政府機関は、「大規模ネットワークの新しいビジョンに関するワークショップ：研究と応用」と題する大規模な会議をバージニア州のピエナで開催した。政府機関、大学、企業から160名を超える参加者があり、ネットワーキングの将来に関する6つのシナリオ（知的戦争、災害対応、航空輸送を含む）を分析し、これらのビジョン(<http://www.nitrd.gov/iwg/pca/lsn.html>)を実現するのに必要な研究を明らかにした。彼らの勧告は、NITRDの研究計画を導き出すのに役立っている。

2003年度については、NITRDは以下の項目を含む分野に注力する。すなわち、無線、光、モバイルとハイブリッドコミュニケーションを可能にするための技術とサービス；情報を個人に行き渡らせ、選択されたグループにマルチキャストし、あるいはネットワーク全体に一斉通信することを可能にするネットワーキング・ソフトウェア；インターネットの拡張性、モデル化とシミュレーションに関する研究；エンド・ツー・エンドの性能向上と性能評価；スケーラブルな分散型アプリケーションの効率的な開発と実行に関するソフトウェア；電子商取引、電子図書館や医療のような分散型アプリケーションのためのソフトウェア・コンポーネント；インフラストラクチャー支援とテストベッド、である。

たとえば、NIHの国立医学図書館（NLM）は、ネットワークでつながれた医療環境における、拡張性のある、ネットワークを意識した、無線による地理情報システム（GIS）とセキュリティ技術のアプリケーションを実証するための新しいプログラムにより、遠隔医療における最先端の研究を拡大しようとしている。プロジェクトの提案は、医療デリバリーシステム、医療意思決定、公衆衛生ネットワーク、大規模非常時、健康教育と医療研究に関する応用に焦点を当てたものになるであろう。

主な研究課題

- 信用：セキュリティ、プライバシー、および信頼度
- 適応性のある、ダイナミックな、スマートネットワーク
- ネットワーク性能の測定とモデル化
- 何十億個ものワイヤレス機器とセンサーを含む、異種間ネットワークトラフィックの大幅な増加に対応する拡張性のある技術
- 垂直統合とミドルウェアのようなサポーターツールやサービスを含むネットワーキング・アプリケーション（20ページを参照）
- 革命的な研究：複雑さの理論、一般化された制御理論、接続性が指数関数的に拡大する状況で、ネットワーク機能の進展に取り組むための別のモデル

グリッドのためのネットワーク向けミドルウェア "MAGIC"

ミドルウェアはネットワーク接続されたリソースと複数のアプリケーションをまとめ、スムーズにエンドユーザへのサービスを提供することを可能にする垂直統合化ソフトウェアである。ミドルウェアは、その名が示すように、エンドユーザが直接やりとりする上部レベルのソフトウェアと、ソフトウェア・スタックの最下層に位置する中核的なネットワーク・ソフトウェア及びオペレーティングシステムの間で動作する。ミドルウェアは、まとめ役であり中間管理機能である。たとえば、これによりネットワーク・サービスプロバイダの間の透明性が向上し、信頼できる枠組みのもと、シームレスで安全な情報の流れが可能になる。また、新しいアプリケーションの開発能力も含んだユーザの要求を充たすため、異種のコンピュータとストレージシステム間にまたがったソフトウェア機能を保証している。

先端的なミドルウェアは、ほとんどのアプリケーションでネットワーク性能を改善するために重要であるが、ミドルウェアの開発はしばしば2つの相容れない矛盾した要求に直面する。それは、単一アプリケーションのためにネットワーク全体を最適化することと、全てのアプリケーションの共通利益のために、共有するリソースを制限することである。

ミドルウェアのR&Dは、これらの一見両立しない要求を分類することから始まった。(特にGlobusミドルウェアパッケージを適用した実験を通して)(詳細は14ページを参照)。しかし、まだこの分野には、研究コミュニティが大きな注意を払う必要がある。NSFの新しいミドルウェアのイニシアチブは、このギャップを埋めるために、すでに使用可能となっているコンポーネントを組み合わせ、新しい科学的知識や見識が必要と考えられる分野を、正確に特定することを目的としている。本イニシアチブは次のことに重点を置いていく。

- 実際に動作するプロトタイプを作ることを目標とし、特にミドルウェアサービスに向けた実用目的のインフラストラクチャーの研究
- 研究試作品と運用に使用可能なミドルウェアサービスに基づいた、ソフトウェアの配布
- 新しい分散型アプリケーションを用いた実験を行うための、このミドルウェアインフラストラクチャーの展開

NITRD 参加機関のミドルウェア研究に加えて、2002年1月に大規模ネットワーク調整部会(Large Scale Networking Coordinating Group)は、新たに「ミドルウェア及びグリッドインフラストラクチャー調整(Middleware And Grid Infrastructure Coordination : MAGIC)」チームをその研究プログラムに付け加えた。この新しいチームは既存の2つのチーム(ジョイント技術チームとネットワーク研究チーム)が統合されたものである。MAGICには以下の使命が託されている。

- 省庁間のミドルウェアとグリッドに関する活動を調整する。
- 相互運用可能なグリッド技術の研究とその配備を促進・奨励する。
- 使用に適した、広く利用可能なミドルウェアツールとサービスの開発を推進する。
- これら技術に関する有効な国際協調に関するフォーラムを開催する。

MAGICのメンバーには、ミドルウェアとグリッドに関する研究の責任を受け持つ連邦政府機関の代表、及び大学、民間企業や他の研究機関からのミドルウェアとグリッド技術の研究者、製品開発者、オペレータ、ユーザなどが含まれている。MAGICへの参加者は、このグループを、NSFのテラグリッド(TeraGrid)、DOEのサイエンスグリッド(Science Grid)、及びNASAのインフォメーション・パワー・グリッド(Information Power Grid)などの主要な政府機関の活動に関する情報交換の場と見なしており、共通の技術的課題や重要事項に取り組んでいる。MAGICチームは、最初の会議において、以下の3項目の短期的任務を完了させることに目標を置いた。

- 膨大な数の国内及び海外のグリッドに関するプロジェクトについて文書化する。
- 2002年の夏に、ミドルウェアとグリッドに関するワークショップを開催して、研究、開発、実用化と保守に対するニーズを確認し、連邦政府の研究及び資金援助担当機関に対する指針を提供する。
- アプリケーション開発者、民間企業、及びミドルウェアとグリッドのユーザのMAGICへの参加機会を増やす。

先進のネットワーキングアプリケーション

人材と IT 資源を結びつけ米国の科学面でのリーダーシップを目指す



Grid Physics Network のロゴ。この会社は、研究者向けのグリッド・テクノロジーを開発しているが、これにより研究者は世界的に最も高度な物理装置の大規模データにアクセスし、これを利用できる。

選ばれた政府機関の活動

NSF

地震工学シミュレーションのためのネットワーク (NEES)

国立バーチャル天文台 (NVO)

グリッド物理学ネットワーク (Grid Physics Network : GriPhyN)

NITRD の参加機関は、ハイエンド・コンピューティングと高速ネットワーキングとが融合していくようなテクニカル・パスを練り上げる先駆的な役割を担っている。それは、ミッション遂行に向けて、参加機関は、科学研究のために高度なコンピューティングとネットワーキングに重点を置いているからである。科学研究の方法論における根幹からのパラダイムシフトが目下進行中であり、それは、スーパーコンピューティング・プラットフォーム、先進の機器、そして、テラスケールのデータストレージシステムに接続するためのグリッド・インフラストラクチャーを必要とするような連邦政府支援ネットワーク・アプリケーションの数が増えていることでも分かる。また、これらの活動は、その科学的目的に加え、ハイエンド・コンピューティングとネットワーキング資源を未来社会のために利用する上で、よりコスト面で優れた、有用なモデルのプロトタイプを構築するものでもある。以下に示す現在の連邦政府のネットワーキングアプリケーションの例は、将来を予見するものである。

NEES プログラムは、IT を活用して、国家にとって緊急課題である地震が生命と財産に与える危険を低減させる新たな方法を見出すことを行う。NEES グリッド (NEESgrid) は、地震工学関係者向けのインターネットを基本としたコンピューティングならびに共同研究のためのインフラストラクチャーであり、国中にある地震工学研究サイトにリンクし、データストレージ機器とリポジトリを提供し、最も新しい研究ツールにリモートアクセスできるようになっている。NEES のコンポーネントの開発とシステム統合プログラムは、NCSA によって率いられた研究機関コンソーシアムにより 2001 年に設立された。グリッドコンポーネントは 2004 年に配備される予定である。

2002 年度に始められた NVO プロジェクトでは、ジョーンズ・ホプキンス大学とカリフォルニア工科大学が指導的な立場となって、17 の大学の天文学者達は、グリッド技術を使って、まず、主な天文学の情報アーカイブの複数のソースにアクセスし、データを解析することができることになるであろう。スーパーコンピュータのリソースが得られない従来の環境下では、天文学者たちは、天体物理学現象のシミュレーションの理論的モデルを構築してきた。ネットワークで繋がれたハイエンド・コンピューティングの能力によって、天文学者たちは莫大な量の観測データを探索し、それらのモデルとシミュレーションを導き、構築することができるようになる。

GriPhyN は、世界をリードする物理学的研究データ (超大型衝突型加速器実験の結果など) を幅広く物理学関係者に解放し利用できるようにする野心的な活動である。粒子検出器によって作り出される生データは、10 年以内に年間数ペタバイトに達するものと予測され、ひとつの計算

機システムに蓄積し、解析するには膨大すぎる。この活動は、7つのIT研究グループと4つの主たるNSFの物理学プロジェクトの研究者達を集め、物理学者がグリッド上で分散型ハイエンドストレージと計算リソースを使うことができるようにする、共有の「バーチャルデータ」の枠組みとプロトコルの確立を目指している。

DARPA

ネットワークを基本とした総合監視装置(NBTS)

NBTSシステムは、軍事基地、大使館や空港などの重要施設周辺の屋内外のセキュリティを強化するのみならず、戦略的立場から、防衛力を強化するために配備されるものである。このシステムは、数十から数百台のビデオカメラからの送信画像を処理、統合し、3次元サイトモデルを作成する。また、その複雑な3次元環境の中で、遠隔地から行動と動きを観察できるような一枚の統合された画像を提供する。高度な画像処理を採用することで、動いている目標を示すシグナルもまた、バックグラウンド上にオーバーレイ表示される。NBTSのプロトタイプは、DARPA向けにサラノフ研究所によって開発され、米国空軍によってテストされた。

NASA

航空安全シミュレーション

NASAのコンピュータ科学者と航空専門家は、政府機関のインフォメーション・パワー・グリッド(Information Power Grid: IPG)を利用している。これは、2001年にNASAが優秀賞を受賞したもので、NASAの航空安全プログラム(連邦航空局(FAA)との共同研究活動)におけるシミュレーションを実施したものである。その1つのシミュレーションは、アトランタのハーツフィールド国際空港を離着陸するフライトのレーダ・トラックからのリアルタイムデータを用いて、米国を横断する民間航空機の運行をモデル化するために、IPGソースを利用した。このシミュレーションは、計画されているFAAの全国航空シミュレーション(National Airspace Simulation System)の一部である。

DOE

研究者を科学とコンピューティング機能に接続

DOEの国家的共同研究計画は、米国ならびに世界の施設、分散型テラスケールコンピューティングリソース、および数千の研究者を仮想的な研究所インフラストラクチャーに統合するものである。このインフラストラクチャーは、先進の共同研究技術、ミドルウェア、先進のネットワークサービスとスケーラブルなサイバー・セキュリティ・サービスを提供することにより、コンピューティングリソース、科学的設備、共同研究者へのアクセスを容易にするものである。

NIST

製造のためのソフトウェア相互運用性テストベッド

現在のソフトウェアにおける相互運用性の不備は、製造プロセスやビジネス間のやりとりにおける利便さとスピードに対する高い障壁となっている。ビジネスパートナーとの共同研究において、NISTは、「共有製造B2B相互運用性テストベッド(Shared Manufacturing B2B (business-to-business) Interoperability Testbed)」を開発し、それは、企業が増々頼りにしている、生産管理、セールス、サプライチェーン、カスタマリレーション、取引記録といったミッションクリティカルなソフトウェア製品のコスト効率と有用性を高めている。ソフトウェア・コンポーネントは、テストベッドであるウェブベースの分散型の評価プロセスを介して動作し、ソフトウェアが、新たに生まれたB2B相互運用標準規格に適合しているかをチェックするものである。NISTとその民間企業パートナーは、テストベッドの能力を拡張し、これが政府と民間の双方が利用できる独立した試験施設になることを期待している。

国際iGridデモンストレーション

NITRDの支援しているグリッドアプリケーションのいくつかは、2002年の秋にアムステルダムで開かれる国際iGridショーでの出展が予定されており、これには次のものが含まれる。電子顕微鏡法標本の遠隔操作を可能にするテレサイエンス・ポータル(国立顕微鏡・画像研究センター(National Center for Microscopy and Imaging Research/UCSD)/UCSD); 高帯域幅のQoSと機能をデモンストレーションする、アクセスグリッドに於けるコラボラティブ・ビジュアライゼーション(ANL/シカゴ大学)。

人間とコンピュータのインタラクション

IT の可能性を広げて人類のニーズと ゴールを支援する



Baldi ; NSF から助成金を得て開発されたバーチャルチュータ。どのような口の形がどのような音を出すかを視聴覚的に理解できるシステムで、聴覚や発話能力障害を持つ子供たちがスピーチを真似し、語彙を身につけることを支援する。

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF : 学習のための革新的 IT アプリケーション ; 人間とのインタラクションのための確率論的モデル ; 対話型マルチモーダルデバイスと支援技術 ; 共同作業のための技術

DARPA : 音声対話システム ; 認識処理の向上

NIH : 生物医学データを探索するためのモデリングとシミュレーションツール

NASA : タスクマネジメントとチームの認識性能を高めるための技術を開発し、統合するために、ニューロ技術を活用 ; 作業活動に於けるコンテキストで使われる知識をモデル化して活用 ; 「賢い」ソフトウェアと自律デバイスの開発

DOE 科学局 : 科学的な共同実験室環境のためのソフトウェアツールの統合環境

NIST : 話し言葉の技術のための評価方法 ; 自動化システムの有用性を改善するための方法 ; 情報のユニバーサルアクセスのためのデバイスの試験と商業化

ODDR&E : コンピュータが支援するチュートリアルシステムにおける大学をベースにした研究

最高レベルの性能、信頼性、そして安全性を備えた米国のコンピューティングとネットワーキング能力の向上を目標とする NITRD の研究は、人間のニーズとゴールに対してデジタル技術が役立つ範囲を拡大するのに著しい成果を成し遂げて貢献している。とりわけ強調したい NITRD の成果の第一は、コンピューティングの機能とデバイスを、それを利用するあらゆる生活、環境にいるすべての人々が、より簡単に使えるようにしようとするものである。成果の第二は、情報技術が提供できるサービスの幅と種類を広げるような技術革新を成し遂げたことである。

2003 年度に、NITRD に参加する機関は、声、音、動作、触感、視覚といった複数の形態 (マルチモーダル) で、人間とコンピュータとのインタラクションを行う研究を助成する予定である。マルチモーダルのインタラクションを統合するシステムを開発することは、高度の軍事や航空宇宙のアプリケーションでは特に重要である。この分野では、オペレータは、コミュニケーション、コマンド入力や制御機能、知識管理のために、ハンズフリーで、繋がっていないデバイスが必要とされる。NITRD 研究のこの分野における主たる関心は言語工学技術であるが、これは先進的な国防と国家安全保障活動、および国際的商業開発にとって極めて重大な役割を担っている。現在開発中の機能として、複数の言語間や話し言葉と書き言葉間のすばやい自動翻訳があり、また知識収集と分析のための話し言葉による問い合わせシステムも含まれている。

マルチモーダルの特質として、身体的な障害を持つ人であっても、元気に独立して生きることができるための技術、ツール、デバイスに関する重要なアプリケーションがある。NSF の助成を得た IT 研究では、たとえば、聴覚に障害のある学生が話し言葉を理解し、発声するのを助ける "Baldi" を生み出したが、これは話したり聞いたりする仮想チュータである。

主要な研究課題

- 高度な機能性 (言語技術 ; 話す、聴覚及びマルチモーダルインターフェース ; センサ技術)
- 認識技術をベースにした対話型システム設計 - 人間の増大する能力のために、適切な情報を適切な形式で提供する技術 ; 動作、視覚や聴覚を助けるコンピュータ支援人工装具 ; モニタリングシステム ; リモート相談技術
- 専門知識をモデル化したり共有化したりするための方法と技術 ; 複雑なタスクを共同研究で効率的に行うモデルとその測定基準

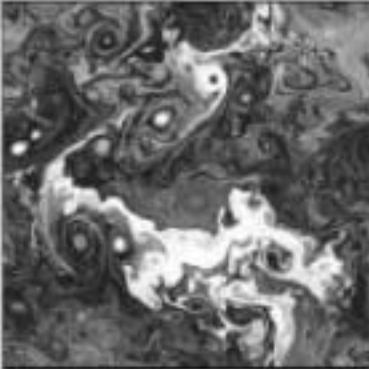
情報の津波

ヨットバイト [1,000,000,000,000,000,000,000 バイトあるいは 10^{24} バイト]
ゼットバイト [1,000,000,000,000,000,000,000 バイト あるいは 10^{21} バイト]
5 エクサバイト : 今まで人間によって話されたすべての言葉
2 エクサバイト : 年間に世界中から集められた全情報量
エクサバイト [1,000,000,000,000,000,000 バイトあるいは 10^{18} バイト]
200 ペタバイト : 全ての印刷物
8 ペタバイト : ウェブで利用できる全ての情報
2 ペタバイト : 全米の大学研究図書
1 ペタバイト : 3 年間の地球観測システム (Earth Observing System : EOS)
データ (2001 年)
ペタバイト [1,000,000,000,000,000 バイトあるいは 10^{15} バイト]
400 テラバイト : 国立気象データセンター (National Climatic Data Center :
NOAA) データベース
50 テラバイト : 大容量ストレージシステムに蓄積された情報量
10 テラバイト : 米国連邦議会図書館 (U.S. Library of Congress) の収蔵図書
2 テラバイト : 大学の研究図書
1 テラバイト : 50,000 本相当の木を紙に加工しこれに印刷された情報量、
あるいは、EOS データの毎日の量
テラバイト [1,000,000,000,000 バイトあるいは 10^{12} バイト]
500 ギガバイト : 最も大きい FTP サイト
100 ギガバイト : 学術刊行物を床に敷き詰めた場合の情報量
50 ギガバイト : 一般書籍を床に敷き詰めた場合の情報量
2 ギガバイト : デジタルビデオディスク (DVD) の映画 1 本の情報量
1 ギガバイト : 小型トラックに紙を一杯に詰めた場合の情報量
ギガバイト [1,000,000,000 バイトあるいは 10^9 バイト]
500 メガバイト : CD - ROM 1 枚
100 メガバイト : 1m の棚に入れた本の情報量
10 メガバイト : 1 分間の高品質の音
5 メガバイト : シェークスピアの全著作
2 メガバイト : 1 枚の高品質写真
1 メガバイト : 短編小説あるいは 3.5 インチフロッピーディスク
メガバイト [1,000,000 バイトあるいは 10^6 バイト]
200 キロバイト : 1 箱のパンチカード
100 キロバイト : 1 枚の低品質写真
50 キロバイト : 圧縮されたドキュメントイメージページ
10 キロバイト : 百科事典の 1 ページ
2 キロバイト : タイプされた 1 ページ
1 キロバイト : 非常に短い話
キロバイト [1,000 バイトあるいは 10^3 バイト]
100 バイト : 1 電文あるいはパンチカード
10 バイト : 1 単語
1 バイト : 1 文字
バイト [8 ビット]
ビット [バイナリー・ディジット-0 か 1]

提供 : 「どのくらいの情報?」カリフォルニア大学バークレー校 2001

<http://sims.berkeley.edu/research/projects/how-much-info/index.html>

データから知識を構築するための先進技術



大規模な海洋渦の理想的なシミュレーション。NOAAの地球流体力学研究所提供。(明るい領域は高い水温の部分である。)現在のグローバルモデルは、10-100kmにも及ぶ範囲でおきるこの活発な海洋の活動データを解析するには不十分である。我々は、絶え間なく起こる渦が地球の気候に及ぼす影響について、まだ理解できていない。

2003年度における各機関の代表的活動

NSF：新しいオンラインコレクションの開発を支援；デジタルライブラリのためのアーキテクチャー、ツール、技術；デジタル記録の保管；多様な規模の異種のデータセットにおける知識発掘、分析、可視化；大量の音声文書に多言語でのアクセス；情報抽出と合成に関する方法

DARPA：要約のための多言語処理；相互リポジトリ情報分析機能を持ったデータマイニング技術（意味論的検索、インデックス、値のフィルタリング、ユーザ定義の警告、および分類技術）；パイオ監視技術

「すぐれた情報は、実にすぐれた決定を導く」これは、ある経営者が最近ニュースウィークリーで語った言葉である。これは正しいように聞こえる - 但し極めて重大な情報が容易に手に入り、識別できるのであれば。しかし、今日の情報は、ある IT 研究者が述べたように、津波のようなものであり、猛烈な速さで、思いもよらない量のデータが、誰をも、何もかもを飲み込んでいる。カリフォルニア大学バークレー校の研究は、世界は今、1年間で1から2エクサバイトの非冗長な情報を生み出しており、その約93%がデジタル形式で記憶されていると見積っている。米国は、トータルアウトプットの50%以上を生み出しており、これらの多くは重要な科学研究や政府活動から出てくるものである。

たとえば、テレビの天気予報で世界中の10億人の人が見る1日24時間に及ぶ気象レーダ走査情報を提供するためには、NOAAの全国気象サービス(National Weather Service)はドップラーレーダからの1/2テラバイトのリアルタイムデータを収集し、コンピュータを使ってリアルタイムに近い速さで視覚画像にするのである。NASAの地球観測システム(Earth Observing System: EOS)プログラムの旗艦であるテラ宇宙船(Terra Spacecraft)は、地球を99分で1回周り、地球の気象体系を通して起こる水の循環、微量ガス、エネルギー、および栄養物に関する情報を収集している。テラに搭載した機器からは、24時間ごとに850ギガバイトのデータが生み出される。この量は10万冊の百科事典に相当する。

専門家の予想では、この10年間で大きさが数桁上がるであろうとされている情報の津波は、米国の先進的研究と技術革新に対して、前例のないチャンスと共に、社会に対して大きな難問を投げかけている。9月11日のテロ攻撃は、我が国の内外にいるごく少数の冷酷な敵でさえ、破壊的な効果をもたらすために、毎日の情報と通信システムを使用することができるということを示したものである。将来に亘ってこのような攻撃を予測し、検知し、阻むことは、国家に対して予想できないレベルで国家的警戒態勢を維持することを要求することになる。このような活動で最も強力なツールは、膨大なデータを収集し、管理し、検索あるいは発掘し、合成し、解析し、可視化するために、NITRD参加機関によって始めて開発されたハイエンドのコンピューティング機能であろう。

航空管制、知的情報収集のような時間が重要な活動の分野だけではなく、先進的な科学、工学、商業プロセスを使って働く人々にとっても、関連データへのアクセスと利用は、必要不可欠なものである。それゆえに、NITRDの研究は、情報を蓄積し、編成するための技術だけではなく、如何にして、必要とする情報を人々がいかに見つけ、その重要性をいかに「理解し」、情報とインタラクトするかを支援する技術に重点を置いている。これらの次世代の対話型情報管理技術には、情報によってもたらされる利益を、我々

NIH：医学界の大規模データソースの収集と管理

NASA：非常に大規模な、マルチソースのデータセットから抽出し可視化するための新しいアルゴリズムとソフトウェアツール

DOE 科学局：非常に大規模なデータ、機器使用、研究結果を管理するためのソフトウェアとインフラストラクチャーの研究；莫大で、異種のデータセットの統合

NIST：コンテンツの抽出の妥当性を計る評価方法；マルチメディア情報へのアクセスと使用のための先進技術に対するメトリクス、標準規格と試験方法；情報処理のためのインテリジェントシステムの測定性能

NOAA：重要な気象情報の全国への提供をスピードアップするための先進的通信適用技術；インターフェースとツールをシンクロナイズさせて、災害データにリアルタイムに協調のアクセスできるように強化する技術；先進的可視化技術を通して、環境データの科学研究を促進する技術

ODDR&E：不確実さを持ったさまざまな測定データで推論する大学を中心とした基礎研究；意思決定における不確実性の表現

AHRQ：健康管理と情報伝達システムを効果的にする研究を可能にする情報管理；医療ミスを低減することで患者の安全性を増すためのツール；情報提供者が患者と情報を共有することを可能にする IT の手法；健康管理メトリクスについての詳細なオンライン情報をもつ国家品質測定情報センター™ (National Quality Measures Clearinghouse™) を設立し、維持すること

の生活の質の向上に最大限に生かすために必要な、革新的なハードウェアとソフトウェアの能力が含まれる。多くの科学者たちは、情報の津波を有効に管理することが、新しいミレニアムの最大の技術的難問となるだろうと考えている。

米国で初めてデジタル図書館とインターネットサーチエンジンを開発した NITRD 参加機関は、2003 年会計年度は、オンライン環境下で多様な資料を保管し、分類し、アクセスし、及び使用するための相互運用性のある技術とツール、及び研究と教育のためのオンライン情報リポジトリの開発に関する R&D に対して支援を続ける。参加機関は、また、次のような研究を支援するであろう。先進的な検索とデータマイニング技術；非常に大規模なデータセットを統合化し、アクセスを可能にし、利用できるためのソフトウェアとハードウェア；情報を表示し分析するための先進的な対話方式とツール；スケーラブルな保管とデジタル保存に関する技術的問題。

主な研究課題

- 膨大な量の異種で構造化されていないデータ(多くの言語で書かれたテキストやオーディオ、ビデオ、画像、埋め込みコード)の高速マイニング、フィルタリング、相関化と評価のための超大規模データマイニング技術；機密情報調査機関；抽出と要約のためのツール
- 分析、報告、およびプレゼンテーションのための利用者指向の枠組みとインターフェース
- データストレージと管理技術:
 - 収集、インデクシング、アーカイブ、および合成のためのツール
 - ネットワークでつながれた環境におけるデータの互換性、変換、相互運用性、および解釈のためのプロトコル
 - 分子や巨大分子構造、本質的に異なるリアルタイムの気象観測のようなデータベースの融合を可能とする、遠隔アクセスと解析能力を持った技術とツール
 - ダイナミックで、スケーラブルで、フレキシブルな環境情報の要素技術と統合
 - マルチメディアコレクションの再現、保存、および格納
 - デジタルな分類の枠組みと相互運用可能な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
 - デジタル・コンテンツ、ソフトウェア機能、大規模アプリケーションの各種様式の統合化をプロトタイピングし、評価するためのテストベッド

高信頼性ソフトウェアとシステム

ミッションクリティカルなシステムのための信頼性、セキュリティ、及び安全性



NASA のプロトタイプ宇宙船・マイクロロボット (Spacecraft Micro Robot: SMR) は宇宙飛行士のためのモバイル IT アシスタントである。これは、ソフトボールサイズの機器で、オペレーティングシステムとモニター、ツーウェイ・オーディオ、ビデオ、無線イーサネット、遠隔操作が可能な推進システム、環境及び内部センサといった一連の複雑な技術を統合したものである。SMR は宇宙船をパトロールして、内部環境条件をモニタリングする。これは地上管制官あるいは宇宙飛行士によって誘導され、宇宙 - 地上テレビ会議をサポートし、飛行中のデータをタイムリーに送受信することができる。SMR 設計での重要な問題点は、超信頼性のための技術である。

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF: 信頼性の高いコンピューティングにおける革新的研究。これには次のことが含まれる。高信頼性システム構築のための科学原理、コンポーネント技術、組み立てと解体方法、モデル化と解析技術、セキュリティとパフォーマンス間のトレードオフ; インターネットが使えるシステムでの安全性、セキュリティと個人情報保護; リアルタイム分散型、組み込み型、ハイブリッドシステム; クリティカルなインフラストラクチャーを保護する耐故障性アプローチ

NITRD の研究アジェンダが証明したように、今日のソフトウェアは複雑さの最前線に直面している。一方、ソフトウェアは、パワグリッド、航空管制システム、財政データネットワーク、軍事機構と制御システム、インターネットの無故障機能といった巨大なシステムとネットワークを構築することが期待されている。また、移植心臓モニター、ナノレベルの診断装置、デジタル人工臓器など生死に関わる組み込み型デバイスの挙動を管理することも期待されている。何百何千ものプラットフォーム、何百万行ものプログラミング、何兆バイトものデータを含んでいる大規模システムは、急速に標準的なものになってきている。また、それらのシステムでは、プロセッサ自体が、我々の生活の枠組みや体内にさえも複雑に入り込んでいるシステムになってきている。

他方、これらすべてのシステムは、従来にない高い信頼性、安全性、セキュリティを備えていることが求められる。9 月 11 日の出来事は、米国のクリティカルなインフラストラクチャー、国家防衛を管理するシステム、そして国家安全保障目標は、テロの攻撃、極秘の侵入、悪用に対して「堅牢」であるべきことを指摘した。システムは、より自己診断性を持ち、自己修正ができ、自己回復ができるようになる必要がある。また同様に自然故障、故意の干渉、不正から守られるべきであり、ユーザ側の重大なミスに対しては無害であらねばならない。

これらの 2 つの現象 (急速に拡大する規模と複雑さ) は、現代のソフトウェアとシステムが直面している難しいジレンマの双壁である。これまで、IT 革命の発明を創造し、それを相互に繋ぎ合わせてきた米国の巧みさは、構築されたシステムの信頼性、セキュリティ、安全性、そしてスケーラビリティを考慮して設計されることを保証する基礎科学よりも先行してしまった。(保全性と信頼性を損なうことなく、システムは成長できるか?) 安全保障と安全性の分野で、たとえば、暗号、公開鍵インフラストラクチャー (PKI)、ネットワーク管理、侵入検知、耐故障/障害性における技術は、その大部分はコア機能の速度とはまるで無関係に開発されてきた。このため、我々は、今だ、大規模及び小規模の複合的なソフトウェアやシステムの技術設計の基礎に高信頼性が今や必要であると理解しているが、その高信頼性属性を統合できないでいる。現在のインクリメンタルなアドオン開発プロセスにおいては、システムが動作するかどうかを決める責任は、高価で、時間のかかる、事後のテストプロセスにかかっており、それではやはり、ソフトウェアとハードウェアコンポーネントの微妙な相互作用におけるシステムの不具合を見つけることはできない。

NIH：生命に影響を及ぼすような医療デバイスと遠隔医療アプリケーションの信頼性を確保する方法と技術；研究のための医療データとITインフラストラクチャーの信頼性、プライバシー、セキュリティ

NASA：ミッションクリティカルなソフトウェアに於いて極度に高い信頼性を確保するための技術と方法を開発する主要な大学と企業による「高信頼性ソフトウェアコンソーシアム」を設置することを含む、安全性のためのソフトウェア設計：仕様、自動誤り検出、検証のための人工知能とフォーマルメソッド技術

NSA：安全なネットワーク管理に関する研究、安全な交換網技術、暗号化（鍵管理、アルゴリズム）に関する先進的研究；高信頼性システム技術（形式仕様と検証ツール、安全性の評価のためのドメイン固有言語）に関する先進的研究；エンドユーザシステム（セキュリティを強化したLINUXカーネル、オブジェクトリクエストブローカーのようなセキュリティ・ミドルウェア）の機密保護に関する先進的研究の継続

NIST：ミッションクリティカルなインフラストラクチャーを保護するセキュリティ技術；バイオメトリックス技術を含む許可と認証のための標準規格、試験方法、メトリックス；NISTの先進的暗号標準のためのツール；NSAと共に、ソフトウェアの評価、試験、証明のための費用対効果のある国際標準を促進する全国情報保証パートナーシップ（National Information Assurance Partnership）の支援

ODDR&E：高品質保証の技術、ソフトウェア制御システム、情報の安全性、公開鍵のインフラストラクチャー、サバイバビリティ技術のための技術基盤に関する国防関連大学での基礎研究の支援

すなわち、事実上、我々がまだ大規模な複合システムやシステム自身の根底にある不具合のパターンを理解できないでいるということである。高信頼性ソフトウェアとシステムに関してNITRD参加機関が注力している研究活動は、安全な高信頼性のソフトウェアとシステム構築を達成するために、失われた理論的技術的な基盤を提供しようとするものである。この革新的活動によって、システム設計者とエンジニアは、ソフトウェアとシステムの信頼性、セキュリティと性能をコスト効率良く評価するための強力な新しい診断的、犯罪科学的ツールだけではなく、健全なシステムを構築するためにも使うことのできる整然とした科学的基盤を得ることになる。

2003年度には、NITRD参加機関は、次のような研究を支援する予定である。システム全体及びそのコンポーネント技術についてのモデリングと理論化（オペレーティングシステム、ミドルウェア、ネットワークワーキング、安全性と特にセキュリティ属性）、仕様、コンポーネント統合と相互運用性に関する問題に対する数学的、工学的アプローチ。他の研究注力分野は、エラーの原因をなくすための言語、ツール、自動化技術とソフトウェアとシステム設計において信頼度の高い特性を統合するための技術的戦略である。

主な研究課題

- 確かさの基盤。高信頼度属性に関する厳密なモデリングと原因；相互運用モデルとツール；システム構築；仕様、安全性とセキュリティの基盤を含む
- モニタリングと順応性のある応答のための堅牢なシステムアーキテクチャーとツールを含むスケーラブルな障害予防、検知、分析と回復
- コレクトバイコンストラクション・ソフトウェア技術。これには次のものが含まれる。プログラミング言語、ツールと環境；システム・ソフトウェア、ミドルウェア、ネットワークワーキング（大規模分散型埋め込み型アプリケーションとドメイン固有のサービスに向けての、効率的で、予測可能で、拡張性があり、タイミングに依存するプロトコル、コンセンサス、同期、複製のような、再利用できるミドルウェアサービス）
- 検証と妥当性検査技術
- 犯罪科学的、診断的ツール
- 大規模なシステムによる実験
- 参照実装
- ドメイン固有の証明技術
- 保証と証明にかかる時間、労力、コストの削減
- 民間部門と政府において早急に採用することができるようにするために、高信頼性技術をパブリックドメインで先進的なプロトタイプとして実現する技術的基盤

科学と工学によるソフトウェアの コスト効率の改善



DARPA の組み込み型システムのためのプログラム作成 (Program Composition for Embedded Systems : PCES) 研究活動のロゴ。PCES は、組み込み型システムのプログラミングのための新しい戦略を開発しており、技術的労力を抑えてより堅牢なコードを作ることを目的としている。この手法にはコアソフトウェアの設計が絡んでおり、並行操作、センサ、時間的制約のあるアクチュエーターの同期、安全で高効率のキャッシュ、レジスタ、メモリ管理などの組み込み型システム全体に必要とされる横断的機能を含んでいる。目標は、ダイナミックな構成とテストのための自動化されたツールを用いた再利用可能なソフトウェアスイートである。

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF : 実践的なソフトウェア工学研究: コンポーネントベースのソフトウェアに於ける絶えず生じる変化に対する管理; ソフトウェアを発展させるプロファイルとパターン; リスクドリブンからバリュードリブンの開発モデルへと変更するための戦略的ソフトウェア設計

DARPA : 組み込み型ソフトウェアのモデルベースの統合: ソフトウェアによる制御、センサ網あるいはシステム網で構築される高度に複雑なシステムでのダイナミックな自己構成と保証

2002 年に、半導体業界は地球上にいる人間の数より多いコンピュータ用チップを生産すると予測されている。これらチップの約 1% だけが認識可能なコンピュータに使われ、ほとんどは他のタイプの機器に組み込まれる。すなわち小さなものでは携帯電話、ポケットベル、パーソナルデジタルアシスタント (PDA) やリモコンであり、大きなものとしては車、飛行機、製造機械、兵器システム、緊急警報ネットワークのような複雑な物理的システムなどである。組み込み型コンピューティング技術にとって最も有望な新しい方向は、ほとんどリアルタイムで重要なデータを収集し、転送することのできるネットワーク化されたマイクロセンサシステムである。このようなセンサ網は、環境と危険モニタリング、科学的農業、輸送管理、戦闘場面における偵察と早期警戒システムを含む、広範囲のアプリケーションに使われるようになっている。

IT 研究者が、国家のコンピューティング及び情報通信インフラストラクチャー上で動いている現世代のソフトウェアの重大な技術的脆弱さに取り組もうとしたとき、IT 研究者は、組み込み型技術における初期の変革において、独特の新しい難問に直面した。今日のソフトウェアは、その開発とメンテナンスに巨大な金額が費やされているにもかかわらず、必要とされているほど相互運用性がなく、拡張性もなく、またコスト効率に優れているわけでもない。

この問題を解くかぎは、これまではプログラミング“ウイザード”という寂しい技術によって行われてきたソフトウェア設計と開発を、質の高い結果を得るために広く受け入れられる原理、方法、最良の経験で支配された形式的枠組みの科学と工学の学問分野に変換することにある。技術者は、技術的要求を満たした詳細な設計図、関連する基本原理や関連材料に対する最先端の訓練で養われた知識、長持ちする品質保証された構成部品を作るためのコスト効率の良い開発プロセスを持たずに、つり橋を架けるような夢を見ることはない。わが国のインフラストラクチャーに根を下ろす重要な基盤として、ソフトウェアは少なくとも科学的に設計されたものであるべきである。

NITRD の研究のひとつは、ソフトウェア開発の新しい科学のために、モデルを作り出し、試験し、評価することに重点を置いている。目標は、今日の、特異的で少数の人のみが理解できるコードから脱却し、合理的でモジュラリティがよく、実証的で再使用できる、安定した工学的設計に移行することである。科学的な原理と手法は、開発者やユーザが、自動化された技術を使って、ソフトウェア製品を設計し、構築し、試験し、厳しい

NIH：バイオメディカル・コンピューティング・アプリケーションを支援するソフトウェア研究

NSF/NASA：高信頼コンピューティングとコミュニケーションシステムの研究に関する共同研究プログラム。これは、現実世界のハードウェアとソフトウェア人工物に関する研究資金援助を評価するためのNASAの新しいテストベッド施設を使って、信頼性があり、コスト効率の良いソフトウェアをベースにしたシステムを設計し、試験し、実装し、発展させ、保証することをねらいとするプロジェクトである。

NASA：組み込み型あるいはロボットデバイスのための技術とツールを含む自動化ソフトウェア工学手法：ベジアン法を用いた仕様、ソフトウェアの実践評価

DOE/NSA：全ての高度シミュレーションとコンピューティング（Advanced Simulation and Computing：ASCI）ハイエンドプラットフォームのための、共通のソフトウェア開発/実行環境の構築。これは、I/O、ストレージ、視覚化に対するニーズだけではなく、堅牢さと拡張性のためのエンドツーエンドASCIアプリケーションのニーズを支援するものである。

NIST：消費者団体と使い勝手に関するデータを共有するための共通の報告書形式の開発；自動化された、知識ベースの手法を用いたソフトウェア品質の決定；産業界のパートナーと製造B2Bの相互運用性テストベッドを共有する計画

NOAA：コンポーネントを基本にした地球物理学環境のモジュラー研究モデルの開発。

ODDR&E：組み込み型システムをチェックするソフトウェアモデルに関する大学における基礎研究；リアルタイムの無停止ネットワークプロトコル

使用テストをすることを可能にする。ここで自動化された技術は、ソフトウェア製品が利用される前に、それらの動作を確認し、大規模ソフトウェアの何百万のもの手作りのコード中に潜む、今すぐ簡単に見つけられない弱点を正確に指摘することができるようにする。設計と実装の局面を自動化し、実践的なテストベッドを使うことは、プログラミング段階を合理化するだけでなく、高価なデバッグ工程の効率を上げ、改良することによって、現在の極めて高い開発コストを抑制することになる。

最終的には、より高品質のより多くの製品を作ることが可能にするだけでなく、実質上開発費を下げ、維持を容易にすることにより、ソフトウェアの「生産性」を劇的に向上させる開発方法論を得ることが目的である。

ソフトウェアのための科学的基盤は、組み込み型システムにとって極めて重大なものであり、大規模な物理的システムの内側奥深くにある小さなコンピュータ・コンポーネントは、極めて多くのコンピューティング及びノン・コンピューティングタスクをリアルタイムにサポートするための機能を持っている。ちょうど、自分がどこにいるか、そして、または何をしようとも、我々の心臓と肺は命令されなくとも機能するように、組み込み型プロセッサはその仕事を自動的に絶え間なく行うことができなければいけない。ちょうど我々の命は、新しい細胞が生まれて古い細胞が死ぬことにほとんど影響されないように、組み込み型システムは、いくつかの個々の組み込み型プロセッサが損傷を受け、破壊され、付け加えられ、あるいはアップグレードされても、全体としてのシステムが自動的に機能し続けている間、動作し続けることを期待されている。

2003年度に、NITRD参加機関は、ソフトウェアの品質を向上させ、その費用を全面的に削減するための基礎研究を支援する。この先進的技術は不可欠の駆動力となり、我々は、これにますます依存度を深めることによって、大規模及び小規模アプリケーションの両方において、社会により、大きな利益をもたらすことになる。

主要な研究課題

- 言語とコンパイラを含むソフトウェアとシステム科学；構築方法論；分散型で拡張性のあるシステムとネットワークの設計基盤
- 効率的で、信頼性の高いソフトウェア・コンポーネントとその統合プロセスを含む自動化されたエンジニアリング；統合ソフトウェアとシステム開発のための（仕様、分析、検証などの）方法論；並列実行するネットワーク化されたアプリケーションの相互運用性；ドメイン特有の開発環境の速やかな構築とカスタマイゼーションが可能なツール環境
- 組み込み型アプリケーションとシステム開発プロジェクトのための技術に関するパイロットアプリケーションと実践的研究

21 世紀のワークフォース

高スキル社会に向けた IT の教育訓練の促進



2002 年 4 月に NOAA が作成した海洋温暖化のコンピュータグラフィック。これは、2002 年の夏から冬にかけて米国の気候に影響をもたらす可能性のある、エルニーニョパターンの発生と関連性を示す。明るい海の領域は、エルニーニョ特有の、平均水温に比べて暖かい領域を示している。(上部の白い領域は北極の氷原を示す。) NOAA の気象モデリングで用いられるような、高度な IT アプリケーションを使いこなすスキルを持つ IT 専門家への要求は、この 10 年の間に実質上、増大するものと思われる。NITRD の研究資金は、現世代の一流の IT 研究者及び教育者の訓練を後押ししてきた。

2003 年度における各機関の代表的活動

NSF: IT リテラシーを向上させるためのアプローチを含む、教育訓練における IT ツールとアプリケーション; 女性と少数民族に対する IT 関連職業のバリアの研究; 学生のための学際的な研究機会。

NIH: 特にバイオインフォマティクスに関する IT トレーニングの機会拡大; 保健専門家のための先進的な IT 研究開発トレーニングに関する個人及びプログラムに対する資金援助。

過去 10 年以上の間、これまでにない速さで生産性が向上し、世界一活気にあふれた経済が生み出されたことは、我々の社会のいたるところへネットワーキングとコンピュータ技術が流入したことが原因であると考えられている。米国商務省の統計では、1996 年から 2000 年までの間に、IT 分野は実質経済成長の 28%、生産性向上の 2/3 を占め、全国平均の 2 倍の速度で数千の新しい職を創り出したことが示されている。2001 年の景気失速の時でさえ、生産性向上は、これまでの全ての不況で起こったような低下は起こさず、堅実に 1.9% の成長率を持続してきた。これは、情報技術が経済に強さを与えているだけでなく、回復力をも与えていることを示唆している。大統領の経済諮問委員会の議長である R. Glenn Hubbard は、最近の講演の中で、こう力強く説明した。「我々の生産性は、将来 IT によって決まる。」

現在の予測では、IT 関連の雇用はおびただしい成長が見られ、これからの 10 年間に総計 2.5 百万人、あるいは年間約 250,000 人の新規労働者が必要となることが想定されている。「IT 専門家の仕事は、これまでに比べてさらに重要になる」とロッキードマーティン社の会長であり CEO である Vance Coffman は、2002 年 3 月の会議で連邦政府の職員に語った。「IT は、実際に政府が責任を持つあらゆるシステム、あらゆるプロセス、あらゆる活動に普及する。その結果、ミサイルがその目標に命中するか否か、民間旅客機が定刻に飛び立つか否か、衛星がその適切な軌道に乗るか否か - これらの結果は、個々の IT 専門家の能力にかかるところが大きい。」

しかしながら、同時に産業界と IT 研究のリーダーは、今後、IT の進歩と革新を支えるに足る教育と技術的スキルを持った労働者が不足しているという強い警告を送り続けている。

雇用主は、技術、ビジネス、社会的スキルに加えて、IT 業務での技量として 4 年制大学の学士が最低の条件となるであろうと示唆している。国際的な研究活動がますます激化する中で、米国が先進的 IT のリーダーシップを維持するためには、次世代の技術研究の知的リーダーとなる博士号取得者を増やしていくことが必要である。連邦議会証言において、パディコ大学のコンピュータ科学者 Eugene Spafford が言及した、切迫した IT 訓練のギャップの一例は、2001 年に米国の大学から博士号を取得し、コンピュータセキュリティ技術を学んだ学生数は、およそ

NASA：IT 安全保障と協同作業における、エンジニアと科学者のトレーニングと自己開発のためのインターネットの利用

DOE 科学局：コンピュータ科学系学生の奨学金プログラム (Computational Science Graduate Fellowship Program) DOE あるいは国家のためのコンピュータ科学の次世代のリーダーを訓練する全国的な競争的プログラム

2 ダースでしかないということである。

現世代のほとんどの IT 研究者と多くの産業界のリーダーは、彼らが大学生やポスドクであったとき、NITRD 参加機関からの資金援助を受けて研究を行っていた。生物医学研究の分野と同様、連邦政府は、戦略的国家的資源となっている基礎 IT 研究と研究リーダーを支援する主たる役割を果たしている。例えば、NIH の米国国立医学図書館 (NLM) は、バイオインフォマティクスの新分野における先進的訓練を支援する上での先駆者となった。その参加者たちは、生物医学研究アプリケーション、遠隔医療、大規模健康管理システムのような分野において、ハイエンドコンピュータ科学と健康管理の領域における医学的専門知識の両方を兼ね備えている。公共的な支援制度と個人に対する奨学金支援制度による NLM プログラムによって、学校教育インフラストラクチャーが確立され、バイオインフォマティクス専門家の地位を向上させてきた。しかし、バイオインフォマティクス専門家の数は、全国的に高まっているバイオインフォマティクスに対するスキルへの要求が満たすには、人員的には少なすぎて及びもしない。

2003 年度には、NITRD 参加機関は、先進的で専門的な IT 訓練を行うプログラムの支援を続けるであろう。それらは、また、IT リテラシーを向上させ、教育における IT の効果に対する基本的な質問に取り組むための活動を支援するであろう。これには、学習に対する理論とモデル、及び学習環境のための高品質 IT アプリケーションの探求を含んでいる。

主な研究課題

- IT 労働力のダイナミクスと戦略的教育及び訓練ニーズとの関係に関するより深い理解
- 女性や少数民族のような非主流グループにおける IT キャリアに対するバリアのより良い理解
- 人間の経験的事実認識に基づいた開発、様々な設定におけるグループおよび個々の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実質的な経験データ
- 自己教育と協調的な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
- 労働力の雇用、維持、開発、およびトレーニングに使用するための革新的技術

IT の社会経済的影響

人類による有効利用を導くための変化 の原動力の評価



2003 年度における各機関
の代表的活動

NSF：デジタル経済と情報社会の研究を含む IT の社会経済的な潜在能力についての研究に対する支援；共同学習や課題作業等、IT が促進する分散型及び協同的活動；IT 設計における人間の価値；「賢い」技術や環境による影響；サイバーセキュリティとシステムの脆弱さの人的側面；豊かな高齢化のための技術とツール；経済的、社会的、組織論的な科学におけるコンピュータによるアプローチ

9 月 11 日のテロ攻撃の余波で、1 億人以上のアメリカ人(米国の全インターネットユーザーの 57 パーセント)が支援や心配のメッセージを送ったり、受け取ったりするのを e-mail で行うようになった。国民のおよそ 1/4 が、国外から弔慰の言葉を e-mail で受け取ったと報告されている。これらは、カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (University of California at Los Angeles : UCLA) によって進められているインターネットによる影響に関するサーベイの調査結果の中に含まれている。NSF および民間企業によって資金援助されたこの研究は、どのようにインターネットがアメリカ人の生活と習慣に影響を及ぼしているかの評価について、最初の大規模な成果を示している。その研究の第 2 回目の年次報告では、2001 年には、インターネットユーザーの割合が 2000 年の 66.9% から 72.3% に上がったことがわかった。インターネットユーザーは、オンラインを楽しみ、これにもっと時間を費やすようになり、この結果テレビを見る時間が減った。しかし、多くの人がプライバシーの問題に関心を持ち、約 90% の人が、オンライン環境下で個人的な本人識別情報が盗用されたり、誤用されたりすることを心配している。

情報技術の社会的、経済的影響を予想し、特定し、理解し、言及するための研究 (ほんのいくつかの領域を挙げると、商業、教育、雇用、政府サービス、市民および組織の体制と活動、個人間のコミュニケーション、科学研究) は、NITRD プログラムの重要な構成要素である。このような研究のなによりも重要な目標は、新しい情報技術が全ての国民に与える利益を最大にし、ネガティブな結論を最小限にするために必要な知識を社会に与えることである。

この新しく出現した学際的研究領域における現在の活動は、次のような電子マーケットの観点からの調査である。理論的な枠組み、協調と非集中、経済と社会のダイナミクス；「賢い」環境において「社会性のある」技術と共に暮らすことの係わり合い；サイバー市民権、オンラインコミュニティ、協同的な分散型作業の特徴；豊かな高齢化を実現することを含めた IT 機器の価値を高めるデザイン。たとえば、NSF によって資金援助された研究者は、高齢の人々に健康管理データモニターを提供するだけでなく、心理社会的な刺激を与えるためのペットロボットのコンセプトについても研究している。

人々と情報技術との相互作用に関する研究に加えて、NITRD の研究活動は社会、経済、組織科学の中におけるコンピュータの新しい応用を含んでいる。Atlantic Monthly の 2002 年 4 月号で述べられているように、NSF から資金援助された研究者が、ミニチュアのコンピュータスクリーン社会

を創るために、先進的なモデルとシミュレーション機能を使っていることは、コンピュータをベースにした社会的研究の革新的なものの一例である。人々が一般的に同一であると仮定された従来の社会科学モデルとは違い、これらの人工的な社会では、「エージェントベースのモデル」と呼ばれ、本当の社会のように「エージェント」(人々あるいは社会構造)はランダムに、多様な個々の特徴と限定された知識が与えられる。個々のシミュレーションを動作させると、エージェントは彼ら自身に割り当てられた振舞いのルールに従って行動する(これは、強力な計算能力を必要とする莫大な計算量のシミュレーションである)。

このプロセスは、著しい成果を得た。敵対心を持つ2つの民族を用いたシミュレーションにおける民族絶滅のように、2つの振舞いの行動が決して同じようにならないにもかかわらず、最終的な結果は、数学的にいつも同じになる。この重大な結果は、個々のエージェントによって意図されたものではなく、単純にローカルなルールに基づいて選択を行ったものである。しかし、シミュレーションのある点では、行動のランダムな組み合わせは、数学的に端の状態に向かって「傾く」方向に進行する。他方、民族のシナリオに警察を付け加えるような、ターゲットに対する外部からの介入は、端の状態を変えることができる。この場合、民族絶滅から安定的に少数民族が飛び地にいる状態へと変わる。シミュレーションが示す重要な意味は、個々の選択が集まって大きな社会的結果を生み出すが、これらの結果は主に意図されるものでも、予期されるものでもないということである。同じ理由で、犯罪に悩まされている隣接地域で真夜中にバスケットボールを行うといったような、局所的な介入と異なった選択をする個人は、大きく社会をダイナミックに変えることができる。

2003年度には、NITRDの研究活動において、以下のものが強調されている。ビジネス、労働、組織化プロセスの変化に関連したIT;教育、学習、協同作業における技術の活用;「賢い」環境における生活;サイバーシティにおける人間的側面とシステムの脆弱性。

主な研究課題

- 距離的に離れ、あるいは種々の文化、法、経済、倫理感の中で、個人、集団、コンピューティングアプリケーション、情報インフラストラクチャー間における相互作用に関する新しい知識
- 電子市場、仕事の方法、サイバー市民権、「社会性のある」技術とインタラクションといったような局面を含む、デジタル社会への参画に関する新しい知識;ユニバーサルITアクセスに対する障壁;知的所有権とプライバシー問題
- 科学、教育、仕事場における共同研究と学習のための大規模技術の統合と利用に関する研究
- どんな技術、ツール、アプリケーションが、学習に対して効果的であるかを科学的に理解するための重要な進歩
- ITデザインにおける人的価値の役割についてのさらなる理解;豊かな高齢化のための革新的技術
- 社会科学及び行動科学における革新的なITアプリケーション

NITRD 参加機関と IT 研究内容

健康管理研究品質局 (Agency for Healthcare Research and Quality : AHRQ) は、健康管理アプリケーションで使われる最先端 IT の研究に重点をおく。たとえば、コンピュータベースで患者の病歴管理；治療方法の決定支援システム；患者の治療記録、情報へのアクセス、遠隔診断の標準化などである。

国防高等研究計画局 (Defense Advanced Research Projects Agency : DARPA) は、次世代のコンピュータ、通信、ネットワーキング、及び組み込み型ソフトウェアや制御技術に重点をおく。また、戦場における危険の検知など国家の防衛アプリケーションにおける人間による情報技術の利用に関する研究を行う。

エネルギー省国家核安全保障管理局 (the Department of Energy National Nuclear Security Administration : DOE/NNSA) は、核兵器システムの性能を評価する新しい手法を確立し、それらの安全性と信頼性を予測し、兵器システムをコンピュータで正確にモデル化し、シミュレーションすることによって、機能性を保証するために、設立された。

エネルギー省科学局 (DOE Office of Science) は、研究者が、科学的手段に基づいて、DOE にとって重要な複雑な物理学、化学、生物学の現象をモデル化し、シミュレートし、分析し、予測できるようなコンピュータ及びネットワークツールを調査、開発、配備する。また、地理的に離れた研究者の共同作業や、DOE 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。2003 年度は、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) 計画の3年目にあたる。この計画では、DOE 研究が重点をおく科学分野の科学的シミュレーションと共同研究ツールの次世代技術に重点をおく。

環境保護局 (Environmental Protection Agency : EPA) は、コンピュータやその他の情報技術の高度な活用によって、学際的なエコシステムのモデル化、リスク評価、環境設計の意思決定を、連邦政府、州政府、地方自治体やその他関連する団体が行えるようにするという目標を掲げている。

米国航空宇宙局 (National Aeronautics and Space Administration : NASA) は、米国の航空学、地球科学、宇宙科学、宇宙工学の研究コミュニティ

に恩恵を与え、米国の技術的リーダーシップを拡大、強化している。

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、生物学的プロセス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、人間の疾病の解明、診断、治療、予防するための基礎知識を得ることを目標としている。

国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology : NIST) は、産業界、教育機関、政府機関と共に、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、IT を製造、生命科学といった専門的な分野に応用し、民間企業による IT 革命への変革を促進することに従事している。

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、コミュニケーション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、国家の安全の確保に寄与するために、コンピュータ、記憶装置、通信、ネットワーキング、情報の保証における国家の最も挑戦的な問題に取り組んでいる。

全米科学財団 (National Science Foundation : NSF) は、NITRD 参加機関を主導すると共に、新たな基礎的な IT 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、工学におけるアプリケーション；世界一流の科学者と技術者、IT に精通した労働者を教育すること；研究インフラストラクチャー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 Director, Defense Research & Engineering, Department of Defense : ODDR&E) は、大学における研究活動 (University Research Initiative) を管理監督し、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ー、科学技術教育のための IT 研究開発に重点を置いている。

その他の連邦政府機関も、NITRD 活動の予算には計上されていない資金を使って、ネットワークや情報技術の研究開発を実施し、NITRD 活動と関与、連携している。

NITRD 関係機関の個別研究分野(Program Component Area)別の予算

2002年度予算概算（単位：100万ドル）

Agency	ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性 ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェアの設計と生産性							合 計
	(HECI&A)	(HECR&D)	(HCI&IM)	(LSN)	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	
NSF	225.1	66.4	132.6	102.8	44.4	45.8	58.8	676
NIH	79.5	7.7	82.0	105.6	5.6	3.6	11.4	295
DARPA	17.4	63.9	35.8	35.0	65.6			218
NASA	36.1	26.0	27.8	14.4	22.4	47.1	7.0	181
DOE Office of Science	97.2	29.5	16.4	27.8			3.5	174
NSA		41.6		1.3		32.7		76
NIST	3.5		3.2	6.2	7.5	2.0		22
NOAA	13.8	1.8	0.5	2.8	1.8			21
ODDR&E		2.0	1.8	5.7	1.6	1.0		12
AHRQ			8.0	6.0				14
EPA	1.8							2
小計 ^a	474.4	238.9	308.1	307.6	148.9	132.2	80.7	1,691
DOE/NNSA	42.1	33.5		25.9	33.2		4.2	139
合計 ^a	516.5	272.4	308.1	333.5	182.1	132.2	84.9	1,830

注:

a 小計と合計に 2003 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(Program Component Area)別の予算

2003年度予算要求(単位:100万ドル)

ハイエンド・コンピュータ・ソフトウェア・高信頼ソフトウェア・社会、経済、 システム・コンピュータ・ネットワーク・アプリケーション・システムおよび労働 生産性・ソフトウェア・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム プリケーション・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム・システム								
Agency	(HECI&A)	(HECR&D)	(HCI&IM)	(LSN)	(SDP)	(HCSS)	(SEW)	合計
NSF	215.2	68.3	132.2	102.4	45.8	50.1	64.8	679
NIH	88.2	8.9	90.8	117.5	5.8	3.7	11.8	327
DARPA	16.8	81.9	35.5	29.2	60.0			223
NASA	68.4	26.0	23.8	4.5	40.0	43.3	7.0	213
DOE Office of Science	98.5	39.3	16.4	28.1			3.5	186
NSA		31.9		1.3		28.1		61
NIST	3.5		3.2	6.2	7.5	2.0		22
NOAA	13.3	1.8	0.5	2.8	1.5			20
ODDR&E		1.8	1.8	6.3	1.9	1.0		13
AHRQ			5.0	4.0				9
EPA	1.8							2
小計 ^a	505.7	259.9	309.2	302.3	162.5	128.2	87.1	1,755
DOE/NNSA	41.4	39.5		14.7	34.2		4.3	134
合計 ^a	547.1	299.4	309.2	317.0	196.7	128.2	91.4	1,889

注:

a 小計と合計に 2003 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。

連邦政府のNITRD活動への参加基準

参加を検討している政府機関が、それらの研究活動がNITRDプロフィールに合うか否かを評価することができる、以下のような評価基準が、複数政府機関のIT研究計画で作成された。

NITRDの目標

連邦政府の目標を満たし、米国の21世紀の学界、産業界、政府の関心事を支援して、コンピューティング、情報、およびコミュニケーション技術における米国のリーダーシップを維持していくことを保障する。

科学、工学、および数学における世界のリーダーシップを維持するために、高度で実践的な情報技術の活用を促進する；生活の品質を向上する；長期的経済成長を促進する；生涯学習を増加する；環境保護を行う；情報技術を利用する；国家安全保障を高める。

コンピューティング、情報、および通信技術における、長期的な科学的工学的研究を通じて、米国の生産性と産業競争力を高める。

参加のための評価基準

適切さ/貢献度

研究は、連邦政府のネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)の全体的な目標に著しく貢献しなければならない。NITRDは、以下の7つの活動分野の目標があり、グランドチャレンジ、国家チャレンジクラスのアプリケーションの課題の解決を可能にする。 - 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ーとアプリケーション(HEC I&A)、ハイエンド・コンピューティングの研究開発(HEC R&D)、人間とコンピュータとの相互作用と情報管理(HCI&IM)、大規模ネットワーク(LSN)、ソフトウェア設計と生産性(SDP)、高信頼性ソフトウェアとシステム(HCSS)、情報技術の社会・経済・労働への影響と情報技術労働力開発(SEW)

技術的科学的な長所

提案された政府機関プログラムは、技術的に科学的に確かなものであり、高品質で、ドキュメント化された技術的科学的な計画とレビュープロセスを経た産物でなければならない。

準備

政府機関の計画の過程は明白に表明されなければならない。また、研究機関は、プログラムを遂行できる能力を示さなければならない。

タイムリー

提案された研究は、複数政府機関が試みている研究分野に対して、技術的科学的に時を得ていなければならない。

連携

責任のある研究機関は、政府、産業界、学界との間でよりよい技術的科学的連携を促進する方針、計画、活動を確立しなければならない。

コスト

必要とされるリソースは適切でなければならない、全体で利用可能な研究開発リソースを適切にシェアすること(例えば、研究分野中でのバランス)を表明したり、協調の見通し、あるいは共同資金を促進したり、長期に渡るリソースの利用を仕向けたらなければならない。

政府機関承認

提案された計画、活動は、提出された政府機関によって方針レベルでの承認がなければならない。

関係機関の連絡先

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

DARPA

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

* Zachary Lemnios
Deputy Director, Information
Processing Technology Office
Defense Advanced Research Projects
Agency
3701 North Fairfax Drive
Arlington, VA 22203-1714
(703) 696-2234
FAX: (703) 696-1920
zlemnios@darpa.mil

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

DoD

* Frank W. Garcia, Jr.
Acting Director of Information
Systems, Office of the Deputy Under
Secretary of Defense for Science
and Technology
Department of Defense
3080 Defense Pentagon
Washington, DC 20301-3080
(703) 588-7411
FAX: (703) 588-7560
frank.garcia@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

** Steven E. King, Ph.D.
Special Advisor for Critical
Infrastructure
Protection, Information Systems
Directorate
Department of Defense
1777 N. Kent Street, Suite 9030
Rosslyn, VA 22209
(703) 588-7414
FAX: (703) 588-7560
steven.king@osd.mil

Cliff G. Lau, Ph.D.
Associate Director for Corporate
Programs, Office of the Director of
Basic Research
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

* IWG Representative
** IWG Alternate

**** 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
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@oer.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/NNSA

*** 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) 586-0405
jose.munoz@nnsa.doe.gov*

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, MD E243-04
Environmental Protection Agency
Research Triangle Park, NC 27711
(919) 541-0757
FAX: (919) 541-1379
fine.steven@epa.gov*

EPA FedEx address:
US EPA
Attn: Steven Fine
MD 243-04
4930 Old Page Road
Research Triangle Park, NC 27703

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*

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*

* IWG Representative
** IWG Alternate

Agency Contacts

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

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
FAX: (650) 604-3080
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) 358-2810
lee.holcomb@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

** 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

** 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
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

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:

* 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:

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) 435-0753
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 W. 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

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 P
rogram
(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@cme.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

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

* IWG Representative
** IWG Alternate

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

Jean C. Scholtz, Ph.D.

*Information Access Division
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

David Su, 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) 975-6194
FAX: (301) 590-0932
dsu@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

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.Leetmaa@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*

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

*Director, HPCC Office
National Oceanic and Atmospheric
Administration
Room 9600
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

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
grcotte@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*

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*

H. Gregory Smith, 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
hgsmith@nsa.gov*

**** 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*

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*

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.

*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*

Alan R. Blatecky

*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
ablateck@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, 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, 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
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*

* IWG Representative

** IWG Alternate

Stephen M.Griffin

Program Manager, Digital Libraries Initiative, Information and ntelligent 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, Ph.D.**

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

Stephen R. Mahaney, Ph.D.

Senior Advisor for Budget Management and Planning and Policy, 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

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.**

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, 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

Thomas A.Weber, Ph.D.

Division Director, Materials Research Division, Directorate for Mathematical and Physical Sciences

National Science Foundation
4201 Wilson Boulevard, Suite 1065
Arlington, VA 22230
(703) 292-4915
FAX: (703) 292-9035
tweber@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

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

Thomas J. Mackin, Ph.D.
Office of Science and Technology Policy
Eisenhower Executive Office Building
1650 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, DC 20502-0001
(202) 456-6108
FAX: (202) 456-6021
tmackin@ostp.eop.gov

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

Interagency Working Group on IT R&D

Co-Chairs

Peter A. Freeman, NSF

Cita M. Furlani, NCO

NSF

Representative

Peter A. Freeman

Alternates

Richard S. Hirsh

George O. Strawn

NASA

Representative

Lee B. Holcomb

Alternates

David B. Nelson

John H. Lee

NIST

Representative

Susan F. Zevin

Alternate

Larry H. Reeker

EPA

Representative

Steven Fine

Alternate

Robin L. Dennis

DARPA

Representative

Zachary Lemnios

Alternate

Douglas C. Schmidt

DOE Office of Science

Representative

C. Edward Oliver

Alternates

Daniel A. Hitchcock

Norman H. Kreisman

NOAA

Representative

William T. Turnbull

AHRQ

Representative

J. Michael Fitzmaurice

DOE/NNSA

Representative

José L. Muñoz

OMB

Representative

David S. Trinkle

NIH

Representative

Robert L. Martino

Alternates

Michael J. Ackerman

Judith L. Vaitukaitis

NSA

Representative

George R. Cotter

Alternate

Barbara Wheatley

ODDER&E

Representative

Frank W. Garcia, Jr.

Alternate

Steven King

OSTP

Representative

Simon Szykman

NCO

Representative

Cita M. Furlani

Alternate

Sally E. Howe

PCA Coordinating Groups and Team Chairs

High End Computing (HEC) Coordinating Group

Co-Chairs

Richard S. Hirsh, NSF

José L. Muñoz, DOE/NNSA

Human Computer Interaction and Information Management (HCI & IM)

Coordinating Group

Co-Chairs

Gary W. Strong, NSF

Jean Scholtz, NIST

Large Scale Networking (LSN) Coordinating Group

Co-Chairs

George O. Strawn, NSF

Daniel A. Hitchcock, DOE

LSN Teams:

Middleware and Grid Infrastructure

Coordination (MAGIC)

Co-Chairs

Alan R. Blatecky, NSF

Mary Anne Scott, DOE

Joint Engineering Team (JET)

Co-Chair

Thomas J. Greene, NSF

Vice-Chair

Paul E. Love, Internet2

Networking Research Team (NRT)

Co-Chairs

Taieb F. Znati, NSF

Thomas Ndousse-Fetter, DOE

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

Vacant

Universal Accessibility Team:

Chair

Susan B. Turnbull, GSA

National Coordination Office (NCO)
for Information Technology Research and Development (IT R&D)

Cita M. Furlani
Director
furlani@itrd.gov

Sally E. Howe, Ph.D.
Associate Director
FY 2003 Blue Book Executive Editor
howe@itrd.gov

Martha K. Matzke
FY 2003 Blue Book Editor

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

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

謝辞

本報告書は、ブルーブックとして知られている、2003 年度大統領予算教書の補足資料 (Supplement to the President's FY 2003 Budget) であり、経済成長、教育、国家安全保障や科学研究のような、政府機関にとって重要な使命と国家的にきわめて重大な関心事における、連邦政府の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) 活動の広範な影響を記述している。また、本ブルーブックは、さまざまな人々から寄稿をお寄せいただき、多大な貢献をいただいたことに心より感謝する。

本報告書で取り上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の意を表したい。また、報告書の完成に至るまでのあらゆる作業、特に校正、WWW版の準備、配布において、迅速かつ有効な援助をしていただいた国家調整局 (NCO) の同僚にも感謝の意を表したい。

執筆者

Frank D. Anger, NSF
David Bernholz, NCO
George R. Cotter, NSA
Amanda B. Cross
Steven Fine, EPA
J. Michael Fitzmaurice, ARHQ
Peter A. Freeman, NSF
Ed Garcia, NCO
Helen M. Gigley, NCO
Helen Gill, NSF
Robert Graybill, DARPA
Robert O. Green, NASA
Richard S. Hirsh, NSF

Daniel A. Hitchcock, DOE
Lee B. Holcomb, NASA
C. Suzanne Iacono, NSF
Fred Johnson, DOE
Steven E. King, ODDR&E
Gary M. Koob, DARPA
Norman H. Kreisman, DOE
John H. Lee, NASA
Stephen R. Mahaney, NSF
Michael Marron, NIH
Richard S. Martin, NCO
Grant Miller, NCO
Virginia Moore, NCO

José L. Muñoz, DOE/NNSA
Thomas Ndousse-Fetter, DOE
Larry H. Reeker, NIST
Douglas C. Schmidt, DARPA
Mary Anne Scott, DOE
George R. Seweryniak, DOE
Frank Sledge, NCO
Gary W. Strong, NSF
Alan Tellington, NCO
Diane R. Theiss, NCO
William T. Turnbull, NOAA
Barbara Wheatley, NSA
Susan F. Zevin, NIST

概要

「ネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)」活動に参加している連邦政府機関は、高度なコンピューティング、ネットワーク、および情報技術において、米国がリーダーシップを保つことを目的として共に活動を行っている。ネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)の成果は、これら政府機関の 21 世紀のミッションの遂行を支援するものである。2003 年度大統領予算教書補足資料は、2002 年度のネットワーキング及び情報技術研究開発(NITRD)の主な成果と 2003 年度の計画を要約したもので、2001 年 9 月 11 日のニューヨーク世界貿易センターへのテロ攻撃に対応して、情報技術(IT)研究開発製品がどのような役割を果たしたかに関する特別セクションが含まれている。報告書では、複雑化し続ける最先端領域を探索するのに有望なハイエンド・コンピューティング技術；ダイナミックでフレキシブルかつ安全性の高い未来のネットワーク；人類のニーズと目的を支える情報技術(IT)に関する研究開発；データから知識を得る技術；信頼性があり、堅牢な安全性のあるソフトウェアとシステム；科学技術によって改善された費用対効果に優れたソフトウェア；高度な技能を必要とする世界に対応した情報技術(IT)教育と訓練の促進、といった点が強調されている。

表紙デザインとイメージ

表紙のデザインとグラフィックスは、全米科学財団(National Science Foundation: NSF)のデザイナー、イラストレーターである James J. Caras によるものである。

イラストレーションについて：世界地図上の大陸の明るい部分は、地球を取り巻く夜間照明のイルミネーションが集中している所を表している。表紙に使われている視点からの驚くべき眺めは、NASA のゴダード宇宙飛行センター(GFSC)の Marc Imhoff と、海洋大気庁(NOAA)の国立地理学データセンター(National Geophysical Data Center)の Christopher Elvidge の二人の科学者が、米国国防省気象衛星プログラム(Defense Meteorological Satellite Program)のセンサーによって 9 カ月以上にわたって集めた可視放射輝度データをもとに作り出したもので、ゴダード宇宙飛行センター(GFSC)の Craig Mayhew と Robert Simmon によって可視化されたものである。

http://antwpr.gsfc.nasa.gov/apod/image/0011/earthlights_dmsp_big.jpg を参照。

表紙イメージ(左から右にかけて)：情報技術研究開発(NITRD)の政府機関(DOE, NIH, NIST, and NSF)の共同オンライン蛋白質データ・バンク(三次元分子構造データの国際的情報集積バンク)からのデータを使って、コンピュータ制御プロトタイプ装置で作成した炭疽菌の三次元物理モデルであり、サンディエゴ・スーパーコンピューターセンター(San Diego Supercomputer Center)の Michael Bailey によって研究されたものである。プリンストン大学にある海洋大気局(NOAA)の地球流体力学研究所(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)で得られた高分解能シミュレーションによって、地球表面から 14 から 42km 上空の寒帯気団が渦状の動きをすることが判っており、この循環パターンは緯度の低い地域を横切るオゾン濃度に影響を及ぼしている。流体(緑色のメッシュ)を通して動く粒子(紫色の点)の三次元モデルからのスクリーンショットであり、DOE のパシフィックノースウエスト国立研究所(Pacific Northwest National Laboratory)が開発した NWGrid と NWPhys ソフトウェアを使って作られたものである。これらの高度なソフトウェアツールは、分散並列計算機システムにおいて、熱拡散特性、流体力学的な複合材料の流れ、地質学的な構造を通る流体の流れといった、物理学的問題を計算機で処理して可視化し、解決するためのハイブリッドのメッシュ・トポロジーを確立する。米国航空宇宙局(NASA)は、エチレン分子(C_2H_4)の電荷密度の勾配ベクトルの中における 5 つの原子間表面、あるいは「ゼロフラックス」表面を可視化した。これらの表面は、空間を、Richard Bader の量子論で唱えられるような「分子内の原子」を構成する引力の盆に分割したもので、空気力学のポテンシャル流れ分離の表面と酷似している。

裏表紙イメージ：インターネットの接続点のディレクトリツリーを可視化したもので、DARPA と NSF から支援を受けているインターネットデータ分析事業協同組合(the Cooperative Association for Internet Data Analysis: CAIDA)の Young Hyun によって開発された Walrus ソフトウェアツールによって創られたものである。ユーザから提供されたデータと仕様から、Walrus は三次元双曲線幾何を使って、グラフデータを、魚眼曲面を用いたマルチカラー・インタラクティブ・グラフィックディスプレイに変換する。魚眼曲面においては、詳細が中央部に拡大され、周辺部ではゼロまで縮小される。見る側は、見たいデータの全ての部分で、最大レベルの詳細さで吟味できるようにグラフを操作することができる。Walrus のようなツールは、ネットワークの接続性のアーキテクチャを「見る」こと、インターネットポロジの複雑さをより理解すること、によってネットワーク分析ができるようにしている。最近、CAIDA は Walrus を使って 2001 年 7 月のコード・レッドコンピュータワームの全世界的な蔓延を可視化するという創造的な仕事を行った。

(<http://www.caida.org/tools/visualization/walrus/examples/codered/>)

イメージは CAIDA の厚意による。



National Science and Technology Council
Interagency Working Group on
Information Technology Research and Development
Suite 11 - 405, 4201 Wilson Blvd. Arlington, VA 22230
(703) 292-4873
<http://www.nitrd.gov>