

このBluebook2000の日本語訳は、the National Coordination Office(NCO) for Computing, Information, and Communications(CIC)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。

HIGH PERFORMANCE COMPUTING AND COMMUNICATIONS  
**INFORMATION TECHNOLOGY FRONTIERS**  
**FOR A NEW MILLENNIUM**

(新千年紀に向かったの情報技術最前線)  
Supplement to the President's FY 2000 Budget  
(2000 会計年度の予算教書についての補足)  
National Science and Technology Council  
(国家科学技術委員会)  
Committee on Technology  
(技術委員会)  
Subcommittee on Computing, Information, and Communications R&D  
(コンピューティング、情報、通信に関する研究開発小委員会)

**国家科学技術委員会(National Science and Technology Council) について**

クリントン大統領は国家科学技術委員会(NSTC)を1993年11月23日大統領命令により設立しました。この閣議レベルの委員会は、科学、宇宙、技術に対する政策に関して大統領が連邦政府を横断的にコーディネートするための主要な手段です。NSTCは連邦政府の研究機関と開発企業の様々な役割分担をコーディネートするために科学技術に関する「バーチャル・エージェンシー」として活動しています。NSTCの議長は大統領が務めています。委員会の委員は副大統領、科学技術担当大統領補佐官、閣僚秘書、科学技術に深く関係する機関の長、その他ホワイトハウスの官僚で構成されています。

NSTCの重要な目的は連邦政府の科学技術への投資に対する国の明確な目標を確立することです。それは情報技術や保健衛生から輸送システムの改善や基礎研究の強化にまで幅広い分野にわたっています。委員会は連邦政府の関係機関を横断的にコーディネートして投資パッケージを構成するための研究開発の方策を準備しています。そのパッケージの目的は複合した多くの国家的な目標を達成することです。

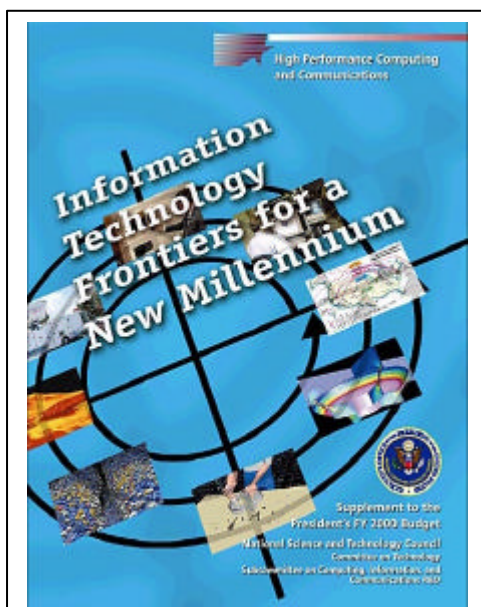
NSTCに関する情報は次のところへお問い合わせください。  
NSTC 大統領事務局 電話(202)456-6100

**科学技術政策局について**

科学技術政策局(OSTP, Office of Science and Technology Policy)は米国科学技術政策、1976年の機構と優先法によって設立されました。OSTPの責務には科学技術が重要な要素となるような質問のすべてについて政策の公式化や予算展開に関する大統領へのアドバイスを行うこと、大統領の科学技術政策やプログラムを明瞭に効果的に表現すること、連邦政府、州、地方自治体および産学の科学共同体相互の強いパートナーシップを育成すること、があります。科学技術担当の大統領補佐官はOSTPの長官として務め、大統領の代理としてNSTCを指揮します。OSTPの副長官はNSTCの様々な委員会の議長も兼ねています。

OSTPに関する情報は次のところへお問い合わせください。  
電話(202)456-7116

**表紙**



今年の表紙はこの文書の中で使用されているイメージをカラー・ジュ風を集めたもので、「テクノロジー スパイラル」をシンボリックにあしらった背景に描かれています。このテクノロジー スパイラルを構成しているものは研究開発、パートナーシップ、民営化そして商業化です。

---

HIGH PERFORMANCE COMPUTING AND COMMUNICATIONS  
INFORMATION TECHNOLOGY  
FRONTIERS  
FOR A NEW MILLENNIUM

(新千年紀に向かったの情報技術最前線)

A Report by the Subcommittee on Computing, Information, and  
Communications R&D  
(コンピューティング、情報、通信に関する研究開発小委員会による報告書)  
Committee on Technology  
(技術委員会)  
National Science and Technology Council  
(国家科学技術委員会)  
April 1999  
(1999年4月)

---

ホワイトハウス  
ワシントン

1999年4月8日

議会議員各位

私はこの手紙と一緒に「HPCC: 新千年紀に向かったの情報技術最前線」という報告書をお送りできることを大変喜ばしく思っております。この報告書は国家科学技術委員会の技術委員会の中に置かれているコンピューティング、情報、通信に関する研究開発小委員会によって作成されたものです。この報告書は大統領の2000会計年度の予算について補足し、高性能コンピューティングと通信(HPCC)プログラムの1999会計年度の成果と2000会計年度の計画をハイライトしています。

今日のHPCCプログラムは、ソフトウェア、情報基盤およびアプリケーションを促進する助けとなるような研究開発(R&D)の基盤を提供しています。このことによって、世界で第一の教育システムを開発し、さらに強固な国防を築き、余裕のある高品質な保健介護への利用方法を作成し、すべての合衆国民の生活の質を向上させることができるようにします。産学の共同作業によって、この報告書で述べられている複合機関HPCCのプログラムが重要な国家的使命をサポートし、最新のコンピューティング基盤の開発を通して革新と発見を助長促進します。

2000会計年度の予算において、大統領は、17すなわち21世紀に向けた情報技術で知られる3億6600万ドルのイニシアチブをもってHPCCプログラムの拡大拡張を提案しています。議会公認の大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC-Congressionally-chartered President's Information Technology Advisory Committee)による1999年の報告書に応じて進められたこのイニシアチブは、コンピューティングに関する長期的でハイリスクな基礎研究へのサポートを大きくし、科学や工学用の最新計算工学の基盤を開発し、そして情報技術の社会的、経済的、労働力的な含みをもつ研究に資金を供給します。このイニシアチブは、長期的でハイリスクな、また米国が情報革命の最前線を進み続けるための研究開発に対する資金増額に関するPITACの要請に応える力強い第一歩です。その研究開発は我が国が情報革命の最前線にとどまることができるようにするものです。

我々が新しい情報主導の千年紀に乗り出していく時に、アメリカ合衆国の科学と経済に関するリーダーシップ精神に横たわる技術基盤をさらに強固にするための基礎情報技術の研究への投資を強化するために、行政は議会とともに働くことを楽しみにしています。

ニール・レイン(Neal Lane)  
科学技術担当大統領補佐官

## 目次 (注: ページは英語版に従っています。各タイトルの頭に[p1]のように示されています。)

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/>

### エクゼクティブ・サマリ 1

21 世紀に向けた情報技術(IT <sup>2</sup> )のイニシアチブ	1
HPCC の研究開発プログラム	2
ハイエンドなコンピューティングと計算(HECC)	2
LSN:大規模ネットワーク(LSN) 2	
次世代インターネット イニシアチブ(NGI)	3
SC98 でのデモンストレーション	4
高信頼システム(HCS)	4
人間中心システム(HuCS)	4
教育、訓練、人材(THR)	5
連邦政府情報サービス アプリケーション協議会(FISAC)	5
大統領直属情報技術諮問委員会 (PITAC)	5
HPCC 研究開発の予算とコーディネート	6
CIC 国家調整室(NCO/CIC)	6
この報告書の目的	6
ウェブの情報	6

### IT<sup>2</sup> : 米国の将来に対する大胆な投資 7

PITAC 勧告	7
情報技術(IT)は国家の将来にとって重要である	7
過去の政府の投資による利益	7
IT <sup>2</sup> 投資	8
提案された 2000 会計年度の IT <sup>2</sup> の予算と参加エージェンシー	8

### ハイエンド コンピューティング・コンピューテーション 9

#### ハイエンド アーキテクチャ 9

ハイブリッド技術マルチスレッド	
(HTMT)のアーキテクチャ	9
量子コンピューティング	9
量子テレポーテーション	11
コモディティクラスタ: デスクトップ システムでの高性能コンピューティング	11
ハイエンド アーキテクチャの評価	11

#### ハイエンド ハードウェア コンポーネント 11

コンポーネントの設計を自動化する	11
ダイヤモンドをベースにしたマルチチップモジュール (MCMs)	12
マイクロ スプレー クーリング	12
超伝導クロスバー スイッチ	12
光電子(Optoelectronic)の研究	13
スマートメモリ	13
高性能記憶装置システム(HPSS)	13
気象予報のための最新のスケラブル コンピューティング	13

#### 基礎・アルゴリズム研究 13

コンピューティングの理論	13
数値、シンボリック、幾何学の計算	14
ウイスキーウィービング(WW、Whisker Weaving)	14
並列処理と分散処理コンピューティングにおける NSF の研究	14
グローバルな最適化	14
大規模科学的工学的設計の最適化	14
データマイニング	15

#### ソフトウェア 15

次世代のソフトウェア(NGS)プログラム	15
オペレーティング システムとコンパイラ	15
プログラミングの方法と言語	15
ソフトウェア工学と言語	16
Java を利用した数値計算	16
Aztec 反復ソルバー(Aztec Iterative Solver)	16
海洋モデル用分散メモリソフトウェア	16
新しいフィルレデュースング オーダリング(fill-reducing ordering)アルゴリズム	16

拡張可能な非構造メッシュアルゴリズムとアプリケーション(SUMAA3d)	17
適応可能な数値計算法に対する動的負荷均一化とデータ移植	17
科学計算用ポータブル拡張可能ツールキット(PETSc)	18
気象モデリングの拡張可能なツール	18
海洋気象データの並列入出力	18
情報をベースにしたコンピューティング	19
APOALA	19
Globus プロジェクト	19
ACTS ツールキットと Globus : リモート装置を制御する	20
最新大規模統合計算環境(ALICE)	21
ALICE メモリ「Snooper」(AMS)	21
分散問題解決システム	21
共同作業による可視化と舵取り用のユーザー移植とユーザーライブラリ (CUMULVS)	21
ALICE Differencing Engine(ADE)可視化ツールキット	21
コンピュータシミュレーションが「呼吸する」酵素の行動をシミュレーションする	22
並列処理による科学用途可視化のためのボリューム レンダリング システム(ParVox)	22
ParAgent	22
VisAnalysis Systems Technology/Space-Time Toolkit(VAST/STT)	23
最新のデータの可視化と探索	24
<b>ハイエンド アプリケーション</b>	<b>24</b>
血流を維持するコード(NekTar)	24
ニューロン モデルの作成とテスト	25
人の脳を理解するためのロード マップ	25
触媒作用の抗体	25
赤色巨星の脈を診る	25
エネルギー精製を支援するモデルの構築(AMBER)	26
NASA のグランドチャレンジ	26
国立環境予想センター(NCEP)	27
航空機に影響する気象を予想する	27
ハリケーンの予測	28
リアルタイムな気象予想	28
NASA のインテリジェント総合環境のデモンストレーション	28
近似的 Green 関数を使った効率的な電子移植	28
Biology Workbench(生物学の実験台)	30
神経画像解析センター(NAC)	30
神経画像処理リソース研究所(LONIR)	31
仮想細胞	31
光学的情報処理	32
Micromagnetic modeling	32
高速マシニング プロセスをモデル化する	32
汚染物質の管理戦略の開発	32

## 大規模ネットワーキング

33

<b>LSN サポート チーム</b>	<b>33</b>
合同エンジニアリングチーム(JET)	33
ネットワーキング研究チーム(NRT)	34
高性能ネットワーキング アプリケーション チーム(HPNAT)	34
インターネット セキュリティ チーム(IST)	34
<b>LSN 研究開発</b>	<b>34</b>
最新のネットワークの基盤と研究(ANIR)プログラム	34
ネットワーキング技術の開発	35
アクティブネットワーク	36
グローバルなモバイル情報システム	36
拡張可能なネットワーキング	36
超高速ネットワーキング	36
生物医学の研究用ネットワーク	37
NOAA の最新 ATM ベースのネットワーク	37
危機への対応に適応性のあるワイヤレス技術	37
FedNets	38
科学、技術、研究トランジット アクセス ポイント(STAR TAP)と International Grid(Grid)	38
高性能なネットワーク サービス プロバイダー(HPNSP)	39
エネルギー科学ネットワーク(ESnet)	39
アラスカやハワイとの接続性	40
分散データ アクセスの改良	40
競争による研究を刺激する実験プログラム(EPSCoR)	40

<b>アプリケーション</b>	40
科学と工学向け高性能アプリケーション(HPASE)	40
気象と環境	41
チャイナ クリッパー	41
健康医療のアプリケーションのための遠隔医療	41
コンピュータを使った患者の記録	42
統合学術情報管理システム(IAIMS)への助成金	42
ビジュアル ヒューマン(VH、Visual Human)プロジェクト	42
生物情報科学	42
機関のワークショップ	42

<b>NGI</b>	43
NGI の目標	43

<b>NGI のゴール 1 の業績と計画</b>	44
サービスの質(QoS)	44
帯域幅ブローカー	44
DARPA NGI 研究	45
マルチドメイン マルチキャスト	45
ハイブリッドネットワーク	45
インターネットセキュリティとモバイルネットワーク	45
DOE のネットワーキング研究	46

<b>NGI のゴール 2.1 の成果と計画</b>	46
NREN	46
次世代インターネットの交換ポイント(NGIX)	46
接続プログラム	47
NSF の大学や研究所とのコーディネート	47

<b>NGI のゴール 2.2 の成果と計画</b>	47
SuperNet	47
テストと評価	48

<b>NGI のゴール 3 の成果と計画</b>	48
SC98 デモンストレーション	48
航空宇宙関連のアプリケーション	48
環境データの処理	49
医学の接続プログラム	49
主な科学的な設備と結ばれたアプリケーション	50
NGI のロゴ	50

## HPCC R&D ハイライト 5.1

### 高信頼性システム(High Confidence Systems(HCS)) 5.7

NSA の HCS 研究プログラム	57
ネットワークにおけるアクティブな防御	57
安全なネットワークの管理	58
ネットワーク セキュリティ エンジニアリング	59
暗号化	59
安全なコミュニケーション技術	60
情報の存続生存性(survivability)	61
高性能ネットワーク環境	62
NSF のコンピューティング コミュニケーション研究	62
Java セキュリティ	62
米国情報保証パートナーシップ(NIAP)	62
役割ベースのアクセス制御 (RBAC)	63
NIST ソフトウェア技術と規格	63
遠隔医療と安全な患者記録	63
HCS の国家研究アジェンダ	64

### 人間中心システム(Human Centered Systems(HuCS)) 6.5

知識と分散知性 (KDI)	66
知識ネットワーク (KN)	66

STIMULATE	67	
デジタルライブラリ(DL)イニシアティブフェーズ2	67	
バーチャル・ロサンゼルス		68
医療手順をシミュレートするためのバーチャルリアリティ技術		69
ロボットによる外科手術		69
NASAの「ソフトウェアメス」とバーチャルリアリティツール		70
NASAのコンピュータ化された乳癌診断ツール		70
戦場認識		70
移動自律ロボットソフトウェア(MARS)	71	
情報の可視化	71	
共同作業と製造のための可視化とバーチャルリアリティ		72
バーチャルワールド		72
NCSAのHabaneroを使用したNOAAの共同作業		72
NOAAServer		73
音声認識技術		73
スペイン語インターフェイス	74	
製造アプリケーションのためのシステム統合(SIM)	74	
MMC共同実験室		75
生体臨床医学共同実験室		76
共同作業環境のための電子ノートブック		76
統一医学用語システム(UMLS)		76
Medline Plus		76
Visible Humanプロジェクト	77	
ユニバーサルアクセス	77	
利便性		78
指紋と顔写真規格		78
教育における地域に即した技術コンソーシアム(群)(RTEC)		78
地域に即した教育研究所(群)		79
米国障害者リハビリテーション研究所(NIDRR)		79
Webアクセス容易性イニシアティブ(WAI)		79

## デジタルライブラリイニシアティブフェーズ2 80

## 教育/トレーニング/人的資源(ETHR) 83

実験的で統合された行動、教育、およびトレーニング	83
PACIの到達点	83
学習およびインテリジェントシステム(LIS)	83
DOEのコンピュータ科学卒業生の親交団体	84
生体臨床医学の情報科学トレーニング助成金交付	84
学習技術プロジェクト(Learning Technologies Project(LTP))	84

## 連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会 86

危機管理	87
デジタル政府	87
連邦政府統計	87
次世代インターネットアプリケーション	87
ユニバーサルアクセス	88
連邦政府ワールドワイドWebコンソーシアム	88

## DOEのASCIプログラム 89

米国の核保有管理プログラム(Stockpile Stewardship Program)	
におけるASCIの役割	89
ASCIによるコンピューティングとシミュレーション	89
学術的なストラテジ提携プログラム	90
ASCIのコンピューティングプラットフォーム	91
PathForward	91

## HPCCワークショップ 93

## HPCC R&Dのプログラムの調整 97

技術委員会(Committee on Technology(CT))	97
コンピューティング/情報/通信小委員会(CICR&D)	98
コンピューティング、情報、および通信に関する国のコーディネーションオフィス(NCO/CIC)	98

HPCC R&Dのプログラムの調整	99
最高レベルのコンピューティングシステムの報告	100
米国製品購入レポート	100

## 大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)

101

PITAC の 1998-1999 年度のハイライト	101
PITAC 報告	101
ソフトウェア	101
大規模な情報化のためのインフラストラクチャ	102
最高レベルのコンピューティング	102
社会経済的影響	102
連邦政府の情報技術研究の管理と実現	102
報告書の入手	102
Committee membership	103
Committee Co -chairs	103
Committee members	103

## HPCC エージェンシーR&D のプログラムコンポーネント分野別の予算

105

## HPCC R&D サマリ

106

Glossary	108
Contacts	120

## エクゼクティブ・サマリ

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/exec\\_summary.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/exec_summary.html)

間もなく新しい千年紀が開幕しようとする中、コンピュータの利用技術、情報、通信技術の研究開発によって可能となった進歩は、やっと一般大衆の注目を集めるようになりましたが、それらを育ててきた科学者や技術者や教育者たちですら予期しないような方法で絶えず我々の仕事や生活のあらゆる面を変容させています。工業時代は、一夜にして情報時代になり、輝かしい未来が間もなく訪れようとしています。それは、距離やハンディキャップや経済的な問題のどれをとっても輝ける明日への障害とはならない未来です。どこに住んでいようがまたどこで働いていようが、すべての国民は、開発中の知識や学習中のツールを一樣に利用する権利を持つことにより、次の世紀まで米国の競争力や経済的な裕福さを保証されるでしょう。

この明るい未来の多くは、学界および民間企業と一緒に作業している連邦政府による情報技術に関する研究へのここ数十年に行われた投資の直接的な成果です。我々の仕事の多くを処理したり、インターネットを管理運用したりするコンピュータやサーバーの巨大なネットワークに使用される、高性能なコンピューティング技術が、今我々の社会的経済的生活を変容させています。それは我々に重要な情報へのアクセスを安価に提供してくれます。インターネット自身は、異なるコンピュータ システムの間で情報を交換しなければならないという軍事的な必要性から生まれ育ちました。そしてインターネットはこの方面の技術に対する民間企業の需要により予想もつかないくらいのスピードで成長してきました。ウェブのブラウザは、当初は連邦政府の基金で開発されましたが、1994年にはあっと言う間に世界中に普及しました。

長期間の連邦政府による後押しで、高性能のコンピューティングと通信に関する基礎的な調査研究が、今日の印象的な経済的社会的変容の陰に隠れた重要な推進力でした。しかしながらここ数年、活力のある高性能のコンピューティングと通信に関する研究への連邦政府の投資は、コンピュータ利用技術や情報・通信技術の急速な開発と歩調が合わなくなってきました。健康や繁栄そして将来にわたる経済的な競争力を継続的に保証するために、米国を情報化時代のリーダーとして勢いよく発展させた研究開発と同じように投資をかなり増やして、連邦政府はもう一度この分野でのリーダーシップを取らなければなりません。

### 21 世紀に向けた情報技術(IT<sup>2</sup>)のイニシアチブ

2000 会計年度における、大統領の研究開発予算のハイライトは、21 世紀に向けた情報技術(IT<sup>2</sup>)のイニシアチブの提案です。この研究のイニシアチブは、増加した投資の中で、基礎的な情報科学において知識ベースの進展を支援し、21 世紀への情報革命を支える次世代の研究者たちを養成するために、3 億 6600 万ドルを提案しています。次世代インターネット(NGI)やエネルギー省(DOE)の ASCI(Accelerated Strategic Computing Initiative)イニシアチブを含む、高性能コンピューティングと通信(HPCC)への、政府の以前の業績と既存の投資に基づいて、イニシアチブがいくつかの既存の研究を拡張し、次の 3 つのキーとなる分野で新しい補足的な研究のテーマを扱う機会を提供するでしょう。

長期的な情報技術に関する研究。コンピューティングと通信に関して基礎的な進歩に導きます。  
国民の利益である科学的、工学的な発見を促進するツールとしての最新のコンピューティングの基盤。  
情報革命の社会的経済的な意味の研究と、大学で IT に携わる就労者をさらに育成することを支援する努力。

IT<sup>2</sup> 研究の協議事項は、大統領の情報技術に関する諮問委員会 (PITAC, Information Technology Advisory Committee)の調査結果による勧告と直接対応しています。PITAC は、1999 年 2 月にリリースされた報告書において、連邦政府は国民にとって重要である長期的な IT の研究に投資が少ない、という結論を下しました。イニシアチブの結論は、産業界や学界から幅広いサポートを集めています。もし議会で承認されれば、IT<sup>2</sup> のイニシアチブのコーディネイトとインプリメントが HPCC の研究開発プログラムと統合されるでしょう。

### HPCC の研究開発プログラム

連邦政府は複数の政府機関のコンピューティングと通信に関する研究を HPCC の研究開発プログラム(以前はコンピュータ、情報、通信(CIC) 研究開発プログラムと言っていました)でコーディネイトします。HPCC がコーディネイトする活動は次の 5 つのプログラム コンポーネント エリア(PCA)にまとめられます。

HECC	ハイエンドコンピューティング・コンピューテーション(High End Computing and Computation)
LSN	大規模ネットワーク技術(Large Scale Networking)。次世代インターネットを含む。
HCS	高信頼システム(High Confidence Systems)
HuCS	人間中心のシステム(Human Centered Systems)
ETHR	教育、訓練と人材(Education, Training, and Human Resources)

さらに連邦情報局協議会(FISAC, Federal Information Services and Council)があります。

### HECC : ハイエンドコンピューティング・コンピューテーション (HECC)

HECC 研究開発はハイエンド コンピューティングにおいて米国がリーダーシップをとるための基金を提供します。そしてそれが政府、学術、および産業界で使用されるように促します。HECC の研究者たちは、複雑な物理学的、化学的、生物学的なシステムをモデル化してシミュレートするための計算集約的なアルゴリズムやソフトウェアを開発していますし、情報集約的な科学工学のアプリケーションの開発や、量子コンピューティングやバイオ コンピューティングや光コンピューティングに関する最新の概念に基づく開発をしています。

HECC ワーキング グループ(HECCWG)は、高性能コンピューティング・コンピューテーションにおいて米国のリーダーシップを維持発展することに専念した連邦政府の研究開発をコーディネイトします。その中にはアルゴリズム、アーキテクチャ、コンポーネント、ソフトウェア、およびハイエンド業務アプリケーションがあります。

### LSN : 大規模ネットワーク (LSN)

LSN の研究開発は、連邦政府機関の業務のニーズを満たすために、そしてインターネットが先々成長していくことを可能にする技術を開発するために、ネットワーク技術、サービス、パフォーマンスにおけるリーダーシップを提供します。キーとなる LSN 研究開発の分野には、高い能力を持ち超高速なネットワークに関する技術とそのような技術を必要とするアプリケーションがあります。



LSN の活動はワーキンググループと 4 つのチームによってコーディネートされます。この 4 つのそれぞれのチームには連邦政府の関係者はいません。

[P3]

**ジョイント エンジニアリング チーム(JET)** は、連邦政府機関のネットワーク(FedNets)間と、Abilene ネットワーク(産業学術のパートナーシップ)と、シカゴをベースにした科学技術研究トランジット アクセス ポイント (STARTAP, Science, Technology, and Research Transit Access Point)でインターナショナル ネットワークと、アラスカやハワイのような地理的に恵まれぬ州との接続についてコーディネートします。FedNetsには、DOE のエネルギー科学ネットワーク(Esnet)、米国航空宇宙局(NASA)の研究教育ネットワーク(NREN)、国立科学基金(NFS)の超高性能バックボーン ネットワーク サービス(vBNS)、国防総省(DoD)の防衛研究工学ネットワーク(DREN)があります。

**ネットワーク研究チーム(NRT, Networking Research Team)**は、政府機関によるネットワーク研究プログラムをコーディネートし、ネットワーク研究情報を政府機関で共有し、NGI のネットワーク研究開発の活動をサポートします。ネットワーク研究情報の普及宣伝を促進するために、そしてエンド ユーザーとアプリケーション開発者との間のコーディネート促進するために、NRT はエンド ユーザーに対する支援をします。

**高性能ネットワーク アプリケーション チーム(HPNAT)**は、科学工学、気象環境、生物医学、保健衛生の分野において、高性能ネットワーク アプリケーションに関する政府機関の研究開発をコーディネートします。

**インターネット セキュリティ チーム(IST)**は、最新セキュリティ技術に関して、テストと実験を行えるようにします。セキュリティ システムにとって必要なアプリケーションや工学的な要件に関して、中心的な情報交換所として機能しています。

## NGI : 次世代インターネット イニシアチブ(NGI)

テストベッドテストベッドテストベッド 1991 年の高性能コンピューティング法(High Performance Computing Act)は 1998 会計年度に両党の支持で次世代インターネット研究法(Next Generation Internet Research Act)に修正されました。そして NGI イニシアチブが認可されました。NGI イニシアチブは LSN ワーキング グループもとのとでコーディネートされており、以下のような活動を行っています。

ネットワーク技術に関し、機能を追加したり性能を改善するために研究開発と実験を指揮しています。これにはハイブリッド ネットワーク(衛星や地上のコンポーネントを含みます)、インターネット セキュリティ、波分割多重送信(WDM)によるインターネット プロトコル(IP)、移動体ネットワーク(mobile network)、マルチキャスト、ネットワーク マネジメントと(信頼性や強固さに関する)モデリング、光学的アド ドロップ多重送信(optical add-drop multiplexers)、サービスの質(QoS, quality of service)、そしてテストと評価が含まれます。

システム規模のテストと、最新のアプリケーションを開発して実証するために 2 つのテストベッドを開発しています。100x というテストベッドは FedNets を含んでいて、1997 年当時のインターネットよりも 100 倍も高速であるとされるエンドツーエンドの性能で約 130 サイトの大学と連邦政府の設備を結んでいます。さらに 25 サイトの接続が、2000 会計年度に予定されています。米国防総省高等研究計画局(DARPA)の SuperNet である 1000x テストベッドは全国的な規模の約 20 サイトを 1997 年当時のインターネットの 1000 倍のスピードで接続します。

革命的なアプリケーションを開発し実証します。革命的なアプリケーションとしては、基礎科学、危機管理、教育、環境、連邦政府の情報システム、保健衛生、そして製造の各分野で行われます。さらにそれらを可能にしている技術であるコラボレーション技術、デジタル図書館、分散コンピューティング、プライバシーとセキュリティ、遠隔操作とシミュレーションを開発します。

[P4]

## SC98 でのデモンストレーション

NGI に関連したアプリケーションが、フロリダ州オーランドで行われた SC98 スーパーコンピューティング コンファレンスのいくつかの研究展示会で実証されました。その中には次のものがありました。

**リアルタイム ファンクショナル磁気共鳴画像処理(fMRI, Realtime functional Magnetic Resonance Imaging)** : 活動中の脳を観察します。

**分散画像スプレッドシート(Distributed Image Spreadsheet)** : 衛星からデスクトップへ地球のデータを送信します。

**リモート アクセスできる複数学問領域にわたる顕微鏡使用法(RAMM, remote access multidisciplinary microscopy)** : 4-D 遠隔顕微鏡を使って生命の糸の変化を観察します。

**ブロードキャスト ニュース ナビゲーター(broadcast news navigator)**。

**共同のリモート ロボットのアーク溶接(collaborative remote robotic arc welding)**。

**「2 つめのウェブ」でアース システム(Earth system)を調査する。**

**GeoWorlds** : 統合デジタル図書館と災害救援活動のための地理情報システム。

**インターネットのセキュリティ技術をテストし評価する。**

**インターネット プロトコル(IP)のサービスの品質をテストし評価する。**

**iGrid** : STAR TAP からアクセス可能な地理的に分散したネットワーク、コンピューティング、記憶装置、表示用のリソース

## HCS : 高信頼システム(HCS, High Confidence Systems)

HCS 研究開発は、高性能のコンピューティングと通信システムの可用性や信頼性や安全性やセキュリティを予想通りに達成するための技術を開発しています。このようなシステムは、内からの脅威や外からの脅威、そして自然災害に耐えるものでなければなりません。財務や保健衛生や製造や光熱(電気、ガス、原子力)や交通網基盤をサポートするために我々がますます情報基盤を当てにしているなかで、これらの技術は必要です。

HCS の活動には、次の活動が含まれています。効果的なネットワーク防御や安全なネットワーク管理やネットワーク セキュリティ工学や暗号法や安全な通信に関する国家安全局(NSA, National Security Agency)の活動。情報の生存可能性に関する DARPA の活動。NSF のコンピューティング通信の研究。国立標準・技術院(NIST, National Institute of Standards and Technology)-NSA の国立情報保健パートナーシップ (NIAR, National Information Assurance Partnership)。患者の記録保護および遠隔医療の共同作業技術に関する国立衛生研究所(NIH, National Institute of Health)の研究。

HCS ワーキング グループは、理論的な根拠、ツールおよび技術、工学および実験、試験および実証に関する新しい研究についての協議事項を準備

しています。それは IT2 のイニシアチブに貢献してきました。

## HuCS : 人間中心システム (HuCS、Human Centered Systems)

可視化 HuCS 研究開発は人間とコンピュータ システムと情報リソースの相互作用の向上に焦点を当てています。HuCS 研究開発への連邦政府の投資は、科学者、医者、エンジニア、教育者、学生、勤労者、多くの訓練を受けている一般公衆に役立っています。その中には生医学、防衛、製造、教育、図書館学、法の施行、気象予報、危機対応があります。HuCS の研究分野には、以下のものがあります。

知識の貯蔵庫と情報の周旋人。マルチエージェント デジタル ライブラリ イニシアチブ フェーズ 2。国立医学図書館 (NLM、National Library of Medicine) の可視人間と連合医学言語システム (UMLS、Visible Human and Unified Medical Language System) プロジェクト。DARPA の論争点の意識に対する情報の抽出をサポートするテキスト、ラジオ、ビデオ、スピーチプログラム。

[P5]

多様性に対応した人間とコンピュータのインターフェイス。NSF のスピーチ、テキスト、画像、マルチメディア最新技術の成果 (STIMULATE) およびその他の NIST、DARPA、NSA で開発されたスピーチ認識技術。

多言語技術。NSF、DARPA、その他米国や国際的な組織によって開発されたスペイン語のインターフェイスを含みます。

一般的なアクセス。すべての人にインターネットのアクセス可能性を確保するためのウェブ アクセス可能性イニシアチブ。これは NSF、教育省 (ED、Department of Education)、いくつかの米企業、欧州共同体 (European Commission)、さらに ED の国立身心障害リハビリテーション研究所 (National Institute on Disability and Rehabilitation Research) がスポンサーになっています。

可視化、バーチャルリアリティ、ロボットのツール。これには「Virtual Los Angeles」、NSF の大規模都市環境のリアルタイム可視化システム (realtime visualization system for large scale urban environments)、NSF のロボット手術、NASA の「software scalpel (外科用メス)」とコンピュータによる乳癌診断ツール (computerized breast cancer diagnostic tools)、NOAA の Virtual Worlds があります。

共同研究所 (Collaboratories)。これには DOE の素材に関する極小特徴づけ共同研究所 (MMC、Materials Microcharacterization Collaboratory) と NIST の製造アプリケーション向けシステムインテグレーション (Systems Integration for Manufacturing Applications) があります。

## 教育、訓練、人材

(ETHR、Education、Training、and Human Resources)

ETHR の研究開発は K-12 から大学院の訓練や生涯学習まで、コンピューティング、通信、情報技術に関する教育訓練をサポートします。ETHR はソフトウェア学習ツールの開発、教育と学習のモデリング、認識過程の研究、革新的な技術やアプリケーションの実証を助長促進します。活動には NSF のシステムにおける学習と知性の研究 (studies of learning and intelligence in systems)、DOE のコンピュータ科学卒業生組合 (Computational Science Graduate Fellowships)、NIH/NLM の生化学情報科学訓練奨学金制度 (biochemical informatics training grants)、NASA のその膨大なデータ集を利用した学習技術プロジェクト (Learning Technologies Project for using its vast data collections) があります。

## 連邦政府情報サービス アプリケーション協議会

(FISAC、Federal Information Services and Applications Council)

HPCC の予算のクロスカットの完全に外側にあるか、あるいは一部分外側にある機関との両方向の通信チャンネルを提供することによって、機関の業務をサポートするために、FISAC は HPCC 技術を連邦政府の情報システムやサービスに適用する手助けをします。HPCC の研究開発プログラムは FISAC を使って彼らの研究の議事日程や優先順位や成果に関する情報を広めます。一方 FISAC は連邦政府のアプリケーションが必要としている研究をフィードバックし確認します。FISAC は主にその FedStats、危機管理用の情報技術 (Information Technologies for Crises Management)、NGI のアプリケーション、ユニバーサル アクセス チーム (Universal Access Teams)、NSF のデジタル政府 (Digital Government) プログラムや連邦政府ウェブ協会 (Federal Web Consortium) との連絡を通して活動しています。危機管理 (Crises Management) と連邦政府統計研究アゼンダ (Federal statistics research agendas) は、NSF がスポンサーになっているワークショップを通して開発されています。このワークショップは国立研究評議会のコンピュータ科学と電気通信に関する会議 (National Research Council's Computer Science and Telecommunications Board) によって運営されています。FedStats の Web サイト (www.fedstats.gov) は、連邦政府の統計を翻訳したり広めたりする 70 以上の連邦政府機関へのゲートウェイであり、行政管理予算庁 (OMB、Office of Management and Budget) が議長を務める統計政策政府機関間評議会 (Interagency Council on Statistical Policy) によって資金を供給されています。ユニバーサル アクセス チーム (Universal Access Team) はジェネラル サービス アドミニストレーション (GSA、General Services Administration) の Accessible Technology ワーキンググループを合併しました。

## 大統領直属情報技術諮問委員会

(PITAC、Information Technology Advisory Committee)

PITAC は 1997 年 2 月に大統領命令で設立されました。1991 年の HPC 法により認定されました。1999 年 2 月に 2 期目の 2 年間の委員会が始まった委員会は 26 の学界と産業界のリーダーにより構成されています。彼らは、大統領に HPCC、情報技術、次世代インターネット研究開発における連邦政府の役割について自主的な評価を提供するように求められます。PITAC は 1999 年 2 月に大統領への報告書をリリースしました。そこではソフトウェア、規模拡張の可能な情報基盤、ハイエンドコンピューティング、IT の社会的経済的影響に関して戦略的な研究イニシアチブを創設するよう勧告していました。報告書は、また、連邦政府の IT 研究に対する資金の供給に関する管理ややり方についても触れていました。PITAC の勧告は連邦政府の IT 研究のポートフォリオを強化するための努力の主要な牽引役です。主として IT のイニシアチブによって、それが NGI のイニシアチブを含む HPCC の研究開発プログラムに関する既存の連邦政府の投資に再度焦点を当て、研究開発プログラムを強化する手助けとなります。

[P6]

## HPCC 研究開発の予算とコーディネート

提案された 2000 会計年度のマルチエージェント HPCC の研究開発予算は 14 億 6200 万ドルで、1999 会計年度に見積もられた 13 億 1400 万ドルを 11 パーセントも上回ります。HPCC の研究開発プログラムは CIC の研究開発小委員会によってコーディネートされます。この小委員会は大統領の国家科学技術委員会 (NSTC、National Science and Technology Council) の技術委員会に報告されます。小委員会はその 5 つの PCA ワーキンググループとそのチームで活動します。

## CIC 国家調整室

(NCO / CIC、National Coordination Office for Computing, Information, and Communications)

NCO はホワイトハウスの科学技術政策局(OSTP、Office of Science and Technology Policy)によってマルチエージェンシーによる連邦政府の情報技術研究開発のコーディネーションを保証するように求められます。これはCIC 研究開発の小委員会、PITAC、IT2 のイニシアチブの開発に関する活動をサポートすることによって行われます。NCO はマルチエージェンシー計画、予算、評価文書の準備を促進します。NCO の長官は、彼は OSTP の長官に報告しますが、CIC 研究開発の小委員会の議長を務めます。

NCO は HPCC と PITAC の次の団体組織に関する活動について、中央の連絡先としての機能を提供します。議会、連邦政府、州、地方組織、学界、産業界、専門家団体、外国の組織、その他技術的なプログラムの情報を交換する団体等。

毎年、NCO は、数千の情報の要求に対し、ウェブ、印刷物、ビデオなどで対応しています。それらには次のものが含まれています。議会の証言。HPCC、NGI、NCO の出版物。PITAC の出版物と会議資料。

### この報告書の目的

この報告書では進行中のものと提案された HPCC の成果がハイライトされています。代表的な 1999 会計年度の業績、キーとなる 2000 会計年度の研究開発分野、予算のクロスカットに焦点を当てています。

### ウェブの情報

HPCC、NGI、CIC、PITAC、IT2 の出版物のコピー、参加エージェンシーへのリンク、関連するウェブサイトおよびこの報告書は以下の url で見ることができます。

<http://www.ccic.gov>

<http://www.ngi.gov>

[P7]

## IT<sup>2</sup> : 米国の将来に対する大胆な投資

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/it2\\_initiative.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/it2_initiative.html)

21 世紀に向けた情報技術のイニシアチブによって、連邦政府は情報技術に関する基礎研究に再び付託することを計画しています。次世代インターネット(NGI)イニシアチブを含む高性能コンピューティングと通信(HPCC)プログラムに関する政府の以前の業績と現在の投資をもとにして、大統領の情報技術に関する諮問委員会(PITAC)の調査と勧告に対して提案された IT<sup>2</sup> イニシアチブが直接対応しています。(101 ページの最初のところで説明しています。)

### PITAC 勧告

PITAC は、1999 年 2 月に提出した大統領への報告書の中で、国家の将来にとって重要である長期的情報技術に関する研究に対して、政府の投資が少な過ぎる、と結論を下しました。PITAC には、学界や産業界からのリーダー達が参加しています。PITAC は、政府が大胆な戦略のイニシアチブを引き受けるよう勧告しました。それは、基礎コンピューティング、情報、通信の分野での長期の研究をサポートするものです。委員会は、また、最新の研究をサポートするための強力なハイエンド コンピューティング システムに関する連邦政府の投資の増大を勧告しました。最終的に、PITAC は、来るべき新千年紀に情報技術の急速な進歩が米国民に与える社会的経済的な影響を明確にし、理解し、予想し、処理するための研究を行うように勧告しました。

### 情報技術(IT)は国家の将来にとって重要である

最先端の情報技術(IT)は、社会的経済的利益が十分に得られ、国民が継続して幸福であり繁栄するためには重要なものになっています。IT は、私たちが生活し、働き、学び、互いに連絡しあう方法を変化させています。たとえば、IT の進歩を利用することにより、私たちが子供たちに教育する方法を改善することができます。また、ハンディキャップをもった人々が、もっと自立した生活を送ることができるようにします。遠隔医療などの技術により、田舎に住む人たちの保健衛生の質を向上することができます。

スーパーコンピュータ、シミュレーション、ネットワーク分野での IT の進歩は、自然界への新しい窓を開こうとしています。ハイエンド コンピューティングによる実験は、科学的発見への道を開く力強いツールを提供しています。情報技術における米国のリーダーシップは、私たちの国家の安全にとってもたいへん重要です。私たちの軍事戦略は、現在、軍隊を安全に維持するために必要な情報技術の優位性の上に立脚しています。

### 過去の政府の投資による利益

過去の連邦政府の援助した研究から得られた技術(たとえば、インターネット、最初のグラフィカルなブラウザ、最新のマイクロプロセッサ)は、米国の IT 産業におけるリーダーシップを強化する手助けをしてきました。IT 産業は、現在米国経済成長の 3 分の 1 を占めています。そして 7.4 百万人の国民が、平均より 60 パーセントを超える高い賃金で働いています。米国経済の全部門が、情報技術を使用して国際市場で競争して、勝利しています。米国内だけでも、ビジネスとビジネスを結ぶ電子商取引が、2003 年までに 1.3 兆ドルに成長する見通しです。

[P8]

国は、IT 研究において意味のある新しい投資を必要としています。それは将来の経済成長を確かなものにするための助けとして、防衛、教育、環境、保健衛生、輸送などの大切で絶えることのない国民のニーズを満たすために必要です。

### IT<sup>2</sup> 投資

IT<sup>2</sup> イニシアチブは、以下のことをサポートします。

コンピューティングと通信に関し、本質的な躍進に導く長期の情報技術の研究。1960 年代に始まった政府の投資が今日のインターネットに導いたのと同じように。

科学、工学、国民に対する最新コンピューティング。そこにはスーパーコンピュータ、ソフトウェア、ネットワーク、それらをサポートし使用する研究チームが含まれます。最新のコンピューティングは、生命を守る薬を開発するのに必要な時間を短縮するだろうし、クリーナーを設計したり、さらに効率のよいエンジンを設計したりするだろうし、長期の気象の変化のみならずハリケーンやトルネードをもっと高精度に予想するだろうし、科学的な発見を加速するだろう。

情報革命による経済的社会的影響の研究とか、大学にいる情報技術の研究者たちを訓練する手助けとなるための努力。

### 提案された 2000 会計年度の IT<sup>2</sup> の予算と参加エージェンシー

IT<sup>2</sup> に対して提案された 2000 会計年度の予算は、3 億 6600 万ドルです。提案に参加したエージェンシーを以下に示します。

国防総省(DoD)(防衛高等研究所(DARPA)を含む)。  
エネルギー省(DOE)  
米国航空宇宙局(NASA)  
国立衛生研究所(NIH)  
海洋大気局(NOAA)  
米国科学基金(NSF)

IT<sup>2</sup> イニシアチブに関する詳細については以下のところを参照してください。

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

# ハイエンド コンピューティング・コンピューション

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hecc.html>

HECC 研究開発(R&D)はハイエンド コンピューティングにおける米国のリーダーシップの基礎を提供します。そして官産学におけるその利用を促します。HECC の研究者たちは、次のような開発をしています。複雑な物理学的、化学的、生物学的システムをモデル化してシミュレートするための計算集約型のアルゴリズムとソフトウェア。情報集約型の科学や工学のアプリケーション。量子コンピュータ技術、バイオコンピュータ技術、光コンピュータ技術に関する最新の概念。

HECC のワーキング グループ(HECCWG)は連邦政府の研究開発をコーディネートします。それはハイエンドコンピューティング・コンピューションにおける米国のリーダーシップのメンテナンスと拡張に専念しています。そこにはシステム、アーキテクチャ、ハードウェア、基礎とアルゴリズムの研究、ソフトウェア、ハイエンド命令志向型のアプリケーションが含まれています。HECCWG はまたハイエンド コンピューティング・コンピューションに関する研究開発において政府の研究所と学界と産業界の間での連邦政府の協力を促進します。

このセクションでは HECC の研究開発に関する 1999 会計年度の業績と 2000 会計年度の計画について説明します。

## ハイエンド アーキテクチャ

### ハイブリッド技術マルチスレッドのアーキテクチャ (Hybrid Technology Multithreaded(HTMT) architecture)

DARPA や NASA や National Security Agency(NSA)によって資金提供を受けている研究者たちは、一貫して毎秒 (  $10^{15}$  ) の浮動小数点演算(1 ペタフロップ)の速度が可能なコンピューティング システムを構築する可能性を評価しています。従来のアーキテクチャや主流になっている技術を使った予備的な評価では、このようなシステムは現在の研究から大きく離れた発想の転換が必要だろうということです。HTMT のアーキテクチャは改良した半導体技術を最先端のハイブリッド技術と融合させるでしょう。そのハイブリッド技術の中には、そのアーキテクチャの要件を満たすように構成した超伝導技術、光学的相互接続、高速超密集積(VLSI)半導体、磁気記憶技術があります。基本的な駆動はギガヘルツの何倍ものスピードで、並外れた帯域幅を持ち、ものすごく大きくてコスト効率のよいメモリサイズです。1999 会計年度の研究開発の結果が良好な場合は、研究者たちは 2000 会計年度にプロトタイプを開始する大きなセクションを開発することになるでしょう。



図：アーティストによる HTMT のアーキテクチャを採用したコンピューティング システムのプロトタイプ の 3-D 表現。DARPA、NASA、NSA の研究者たちがハイブリッド HTMT システムの構築の実現可能性を評価しています。それは一貫して毎秒 (  $10^{15}$  ) の浮動小数点演算(1 ペタフロップ)の速度の能力を持っています。

### 量子コンピューティング

小型化するコンピュータのコンポーネントにおける現在のトレンドはそれらが 2020 年までに量子レベルのスケールに到達するであろうと示唆しています。今日のコンピュータは 0 と 1 の二進数でカウントしています。理論上の量子コンピュータ(QC)は「qubits」でカウントします。これは 0 と 1 を重ねたもので、たとえばスピンしている電子の方向によって表現される可能性があります。量子コンピュータは非古典的な論理演算を行うことができるでしょう。また量子の平行理論の現象学を使って、現在考えられる最も強力な従来型のパラレル コンピュータを用いても処理できない問題の解決を行うことが可能になるでしょう。

NSA のサポートによって、9 つを超える数の大学と企業が QC の研究を行っています。企画されている研究成果は以下の通りです。

[P10]

古典的な情報通信理論の量子版を開発する。将来の QC の設計と評価に役立てる。  
「隠れたサブグループ(hidden subgroup)」問題を新しい量子アルゴリズムの設計に適用する。  
従来型コンピュータと量子コンピュータの間に位置するモデルで達成できる計算能力を研究する。  
光子間に量子論理ゲートを導入するために新しいパルス レーザー技術を検証する。  
3 つの光子のもつれを作成する。  
コヒーレントな量子状態における少数イオンに対する操作を達成する。  
量子の重ね合わせ、もつれ、多重 qubit 操作の証拠を明らかにする。  
結果として生じる量子のコヒーレンスの特徴づける。

将来の QC 研究は 1-qubit の操作を実証すること、原子を捕らえる光格子法を使って 2-qubit の操作を達成する実験を行うこと、すでに達成されているよりもっと詳しく 1 揃いの qubit のダイナミクス(動力学)をシミュレートすることです。

[P11]

NSA の量子コンピューティング プロジェクトの最初の 5 年間のフェーズは 1999 会計年度に終了します。実用的な量子コンピュータの実物大の開発には 20 年かそれ以上の年数の研究が必要かもしれません。

### 量子テレポーテーション

DOE のオークリッジ国立研究所(ORNL、Oak Ridge National Laboratory)は、量子コンピューティングと通信の分野の 1 つの研究領域である量子テレポー

ーションを研究する最先端の研究所を設立しました。量子理論は、量子状態は任意の距離を瞬間的にテレポートすることができるが、次に起こる「古典的」通信が成し遂げられた後のみそれを使用することができるということを暗示しています。実際にテレポートされるもの、達成されるものと達成されないものを理解しようとするために、ORNLは、シグナル発信機と発信されたシグナルが量子力学的にもつれ合った状態での実験をしています。実験には高出力の1,000兆分の1秒レーザーが使用されます。

## コモディティクラスタ：デスクトップ システムでの高性能コンピューティング

NSFのサポートする高性能バーチャルマシン(HPVM)のソフトウェアプロジェクトは、出来合いのデスクトップコンピュータを高性能なクラスタとして使用できるようにすることができます。NSFが基金を供給している国立コンピュータ科学同盟(NCSA, National Computational Science Alliance)と国立最新コンピュータ基盤パートナーシップ(NPACI, National Partnership for Advanced Computational Infrastructure)で研究している研究者たちは、Windows NTのスーパークラスタを構築しました。これはIntel Pentium プロセッサの上で走るワークステーション100台から構成されています。ここで複雑な天体物理学の流体力学のコード、ZEUS-MP、を数ギガフロップのスピードで実行しました。HPVMはユーザーが簡単にメッセージパッシングインターフェイス(MPI Message Passing Interface)コードをNTクラスタ環境に移植できるようにします。このようにHPVMは従来のスーパーコンピューティングの代わりに低コストで提供します。

## ハイエンド アーキテクチャの評価

ORNLは新しいハイエンドアーキテクチャがDOEや政府の他のアプリケーションに対して適用性があるかをチェックするためにそれらを評価しています。これらのアーキテクチャの1つがSRC-6です。これは商用のマイクロプロセッサ技術を新しい高性能なメモリアルゴリズムプロセッサ(MAP, Memory Algorithm Processor)サブシステム(特定のアプリケーション用にプログラマが柔軟にハードウェアをカスタマイズできるようなプログラム可能なハードウェアコンポーネント)と結合します。ORNLはMAPプロトタイプサブシステムを評価しています。そしてSRC-6を受け取る計画があります。

またNPACIは、DOEの国立エネルギー研究所スーパーコンピュータセンター(NERSC, National Energy Research Supercomputer Center)、Cal Tech、Boeing Computer Servicesと一緒に、テラマルチスレッドアーキテクチャ(MTA, Multi-Threaded Architecture)を評価しています。それはサンディエゴスーパーコンピュータセンター(SDSC, San Diego Supercomputer Center)にあります。このシステムは、プログラムを数百の実行スレッドに分割し、システムのハードウェアに処理待ちのどのスレッドでも実行させることによって、高度な並行処理を達成しようとしています。

## ハイエンド ハードウェア コンポーネント

### コンポーネントの設計を自動化する

NSFは電子設計自動化(EDA, Electronic Design Automation)と適用可能なVLSIの設計技術に関する基礎研究をサポートしています。たとえば1チップシステム(systems-on-a-chip)、埋め込みシステム(embedded systems)、多重技術光マイクロ電気機構(multi-technology optical and micro-electromechanical)設計手法などがあります。研究領域には科学的手法、知的プロセス、抽象概念、探索模範、VLSI設計で使用される情報モデル、集積回路のEDA設計サイクルの全フェーズをカバーすること、概念から製造、テストに至るシステム、が含まれています。研究のほかの領域には以下のものがあります。

理論的基礎モデル(アルゴリズム、ツール、分析、総合、シミュレーション、有効、検証)

[P12]

システム設計手法(1チップシステム、マルチチップ、多重システム)

製造(不良モデルとデジタル、アナログ、混合シグナル設計における診断とテスト用のアルゴリズム)

設計とシステムのプロトタイプ手法、ツール、環境。情報基盤を含む。

### ダイヤモンドをベースにしたマルチチップモジュール (MCMs, Multi-Chip Modules)

NSAのMARQUISE/SOLITAIREプログラムはダイヤモンドをベースにしたMCMsと薄いフィルムスプレークーリングを使っている高性能コンピュータをパッケージし直します。SOLITAIREプロトタイプは、ダイラスト(die-last)MCM、ダイヤモンドの基板(substrates)、スプレークーリングを合体させる完成度の高い高密度パッケージ技術を実証するはずですが、統合したシステムの環境的なテストはその実現性を実証するはずですが。



図：写真はダイヤモンドのマルチチップモジュール(MCM Multi-Chip Module)エアゾールスプレーで冷却されたCray J90スーパーコンピュータで、左側にある黒い「クラムシェル型ケース」の中に縦にマウントされている。1つの余分なエアゾールスプレーポンプ/熱交換器が右下に銀色のシリンダのように見えている。ポンプの安全制御装置が右上にみえている。ポンプの制御装置用の内部電源が積み上げプラットフォームの左の壁の方にマウントされている。

### マイクロ スプレー クーリング (Micro spray cooling)

NSAのスプレーで冷却した電源コンバータ研究プログラムは高密度、高効率電源コンバータを開発しています。これにはスプレー冷却と平面的にラミネートされたトランスを使用しています。現在の研究は、ダイヤモンドの基板上でのシリコンまたはガリウム砒素(GaAs)のデバイスのハイブリッド集積化で起こる基本的な熱膨張係数の不一致を克服するために、等温スプレー冷却を適用することに焦点が当てられています。

## 超伝導クロスバー スイッチ

研究は超伝導スーパーコンピュータが超低電力消費で超高性能を実現することができることを示唆しています。NSAは超伝導エレクトロニクスにおける研究をサポートします。これはスピードや能力に限界のある現在のシリコンやGaAs技術にかわる高性能コンピューティングを提供します。NSAは128x128超伝導クロスバー スイッチを作成しています。それはスーパーコンピューティングやネットワーク アプリケーションに使用するためのポートごとに毎秒2.5ギガビット(Gbps)で動きます。それは自動ルーティング(self-routing)で、32x32 から 1024x1024 を超えるサイズまで可変で、レーテンシーが4ナノ秒より短いものです。

クロスバー エレクトロニクスは絶対4度で動き、その入出力ポートは室温にあり、低温装置が冷却器で冷やされているのですが、標準的な室温の環境で使用することができます。もっと高速になりサイズが拡張されたならば、このスイッチは HTMT アーキテクチャで使用するためのエレメントになりそうです。

[p13]

## 光電子(Optoelectronic)の研究

NSAは、光学技術に関する研究をサポートしています。その技術はデータのルーティング処理を促進する論理関数を提供することによって理論的に将来の通信とコンピューティング システムに対し数百 Gbps のデータレートをサポートすることができます。高速のデータ電送は、信号の品質を落とすことなくロービット エラーレートをメンテナンスすることのできるようデータの信号を復元することができる技術を必要とします。NSAはまたチップや半導体の光学増幅器に関する高性能な分光計の研究を指揮しています。

## スマートメモリ

NSAは、高水準言語でプログラムできるのはそのままにしておいて、縮小命令セットチップ(RISC)のアーキテクチャの現在の進化的なパスよりもっと電力効率のよいフレキシブルなコンピューティング アーキテクチャを製造する研究をサポートしています。このアーキテクチャは、目の粗いアルゴリズムから目が詰まったアルゴリズムまで幅広いクラスのアプローチを収容するために、現在実行している計算を最適化するようにそれ自身を再構成することができます。

## 高性能記憶装置システム(HPSS)

DOE 国立研究所協会は、International Business Machines(IBM)と協力して高性能記憶装置システム(HPSS)を開発してきました。おおよそ20のサイトで2年を超える活動と展開によって、HPSSは高性能コンピューティングの世界で記憶装置システムの標準となりました。HPSS4.1は分散ファイル システム(Distributed File System)、ファイル ファミリー(file families)、メッセージパッシングインターフェイス入出力(MPI-I/O、Message Passing Interface-Input/Output)、拡張可能な計算(scalable accounting)、パフォーマンス改善(performance improvements)などのサポートのような新しい特徴を持っています。1999会計年度に、Sun MicrosystemsとStorage Technology CorporationはHPSSコミュニティに参加しました。このコミュニティでは大規模データベース記憶装置と転送に関する研究が続けられています。

## 気象予報のための最新のスケラブル コンピューティング

HPCCの進歩を土台にして、NOAAは新しいIBMの高性能スケラブル コンピュータをリリースする予定です。そのコンピュータはこの国の気象、洪水、気候の予報を大いに向上させるものと思われます。発展した NOAA の予報モデルはコンピュータの計算としてはかなり過酷なものを要求し、高度な信頼性を要求します。改良された物理学とより多くの回答でモデルを走らせるために、この新しい高性能コンピューティング システムは高度並列処理コンピュータ技術を使用することになります。そしてより正確に予報し、NOAAがもっと洗練された大気と海洋のモデルを操作できるようになるでしょう。

## 基礎・アルゴリズム研究

### コンピューティングの理論

NSFは以下に示す領域のコンピューティング理論の基礎的な研究をサポートしています。

アプリケーション固有の理論が、分子生物学、通信ネットワーク、コンピュータ言語学のような科学や工学の領域で起こる問題を解決するためのモデルの開発やテクニックの開発をサポートします。特に面白いのは、コンピュータサイエンスの研究の実験または応用の領域に潜在的な影響を持っている理論的な開発と、理論と実験をミックスさせた手法です。

核となる理論は計算の複雑さ、暗号法、インタラクティブな計算、計算の学習、並列処理や分散処理、ランダム データの計算、オンライン処理、知識に関する推論をカバーしています。

[P14]

基礎的なアルゴリズムは、組み合わせ、近似、並行処理、オンライン、数値計算、幾何学、グラフ理論のアルゴリズムを含んでいて、複数のアプリケーションの領域にまたがっています。

### 数値、シンボリック、幾何学の計算

NSFは計算とグラフィックスに関する基礎研究をサポートしています。その中にはコンピュータ代数、物理的なプロセスの数値計算とモデリング、数学的な最適化、計算幾何学、画像処理、計算論理学における推論の演繹的手法、自動化された推論を含んでいます。これらの領域は数学的な分析と最新のアルゴリズムを結合させています。NSFはまた、計算科学と計算工学をサポートするために研究成果を問題解決環境に統合するサポートをしています。サポートされた研究は、科学や工学の学問特有の計算だけでなく包括的な計算も扱います。それには、たとえば製造設計、検査支援システム、プロトタイプ作成、設計検証のような科学的工学的システムにおける最新の計算やグラフィック技術の革新的なアプリケーションがあります。

### ウィスカーウィービング(WW、Whisker Weaving)

DOEのサンディア国立研究所(SNL、Sandia National Laboratories)の数学的計算科学における研究は現在 WWという構造化されていない3-D六面体のメッシュを生成するためのアルゴリズムとメッシュの最適化に焦点を当てています。ほとんどの六面体メッシュ生成アルゴリズムは小さいクラスの幾何学にのみ有効で、サーフェスメッシュに制限されていて、大量のユーザーの入力を必要とします。WWの技術はこれらの短所を除去するように設計されて

います。また複雑な幾何学に対する 6 面体メッシュの生成に要する時間をかなり減らすことができそうです。メッシュに要する時間が、DOE の ASCII 計画、加速的弾道コンピューティング イニシアチブ(ASCI、Accelerated Strategic Computing Initiative)の自動設計機能やその他の大きなプログラムを開発する上において現時点での最も大きな障害ですから、WW とメッシュ最適化の 2 つの潜在的インパクトは重要です。

## 並列処理と分散処理コンピューティングにおける NSF の研究

NSF の 1999 会計年度の HPCC に関する研究は並列処理モデル、科学コンピューティング用並列処理アルゴリズムとソフトウェア、動的コンパイルと並列コンパイルの最適化、分散処理用オペレーティング システム、スーパー スカラー アーキテクチャ、高性能メモリ システム、信号処理と通信システムの研究があり、特に無線情報処理技術とネットワークについて研究されています。

NSF の 2000 会計年度の研究の計画には無線センター、ハードウェアとソフトウェアの共同設計、高性能科学用や商用のアプリケーションが入っています。

## グローバルな最適化

SNL のグローバルな最適化プロジェクトの目的は、グローバルな最適条件を見つける機能と最適に近いソリューションを迅速に生成する機能との間のもっとよいアルゴリズムに関するトレードオフを表す新しい革新的な手法を開発することです。アルゴリズムの開発は幅広いアプリケーションに適用できるような分野に依存しない手法に焦点を合わせようとしています。SNL は分析の実用的な評価を提供する連続した組み合わせ的なサーチ領域を持つアプリケーションに関するグローバルな最適化手法を開発しようとしています。このプロジェクトは最近実用的な折り畳み手法に焦点を合わせ始めました。そこには格子から離れた(off-lattice)モデルに対する手法も入ります。

## 大規模科学的工学的設計の最適化

大きな構造的機械、熱解析、流体力学の問題をモデル化したりシミュレートすることに関するここ数年の進歩の成果は、現在これらのコードがシステムを設計したりこのシステムの予測計算モデルを開発したりするのに使用することができるまで来ています。この事は、騒々しい高価な機能評価や派生的な情報の欠如のような問題を克服するための新しい最適化アルゴリズムのニーズを順に作ってきました。このニーズに応えるために、SNL は非線型な最適化のためのオブジェクト指向ライブラリ OPT++を開発してきました。このライブラリには非束縛型と境界束縛型の両方の最適化に有効な様々な幅広い手法、計算化学問題に関する大規模な束縛型最適化のアルゴリズム、迅速強固な並列処理最適化に関する新しい手法が入っています。

[P15]

## データマイニング

データマイニングとは、大きな、時には混沌とした、データベースの中から、自動的に大量の論理的に一貫性のあるデータを抽出するプロセスのことで、データマイニングは、何年もの間溜め込んできたが分析されないで来たデータを持つ大企業にとって重要なプロセスになりつつあります。データマイニングには様々な手法があります。よくあるのはデータベースから抽出すべきデータや情報のタイプによって選択される手法です。最も一般的な手法の中には、連想、シーケンススペースの分析、クラスタリング、分類、評価、ファジー論理、発生論的なアルゴリズム、フラクタルに基づいた変形、ニューラルネットワークがあります。

最高の NCSA のデータマイニングツールの中には、マシン学習アルゴリズムがあります。それらが仕事を学習することのできるシステムで最初に適応力のあるシステムであることからそう呼ばれています。このアルゴリズムは、プログラムが反復処理によって例から学習する、その反復処理に依存しています。マシン学習アルゴリズムは戦術的戦略的意思決定に利用することができます。

莫大な数のオブジェクトを持つ超大規模データの固まりを分析する機能が研究をサポートするために必要とされています。その研究の領域はたとえば、天文学のデジタル天体観測や高エネルギー物理学などです。目標はたくさん属性によって表現されているデータの中から関係するサブセットを特定することです。データをクラスタリングするためのスケーラブルな統計学的アルゴリズムが California 大学 - Davis 校の NPACI の中で開発されているところで、す。

## ソフトウェア

### 次世代のソフトウェア(NGS)プログラム

NSF の NGS プログラムは、設計、管理、コンピューティング システムの制御のための性能工学技術を開発するために、計算グリッドや将来のベタフリップ プラットフォームのような複合的なコンピューティング プラットフォーム上で実行する複合的なアプリケーションに対し実行時サポートを提供するための新しいシステム ソフトウェア アーキテクチャを作成するために、研究を助長育成しています。

NGS は、次のようないくつかの層を持っているようなコンピューティング システムを構築します。アプリケーション層、グリッド プラットフォーム アーキテクチャ、システム ソフトウェア、プロセッシング ノード、相互接続層。NGS の研究は、これらの層の間の相互関係を理解するソフトウェア システムに誘導するでしょう。それがコンピュータ システムのふるまいに影響を及ぼすからです。さらにシステムの設計、管理、運用、制御を指導するでしょう。

### オペレーティング システムとコンパイラ

オペレーティング システムと分散システムに関する NSF の研究には次のものがあります。ローカルエリア ネットワーク(LAN)とワイドエリア ネットワーク(WAN)のリソースの一般的なアクセスと管理に対するメカニズムやアプリケーション プログラミング インターフェイス(API)、拡張可能なサービスを構築するためのモジュールベース。新しいアプリケーションに対するリソース管理とサービスの質の要件。セキュリティと電子商取引。コンパイラやランタイム システムに関する研究には次のものがあります。動的コンパイル、記憶装置の一貫性と記憶階層効率のモデル、ワールドワイドウェブ上でのプログラミング用のコンパイラのサポート。

### プログラミングの方法と言語

NSA は、大量に並行処理や分散処理を行う異種のコンピューティング プラットフォームや特定用途のプロセッサ向けの計算手法や言語に関する研究をサポートします。研究にはコンパイラ AC の開発も含まれています。その AC のターゲットは Silicon Graphics/Cray Research(SGI/Cray)の T3D や T3E アーキテクチャ、さらにその他のアーキテクチャです。また、研究にはメッセージ パッシング プログラミングの「将来の」モデルのインプリメントも含まれます。



[P16]

## ソフトウェア工学と言語

NSF は質の高いソフトウェアをベースにしたシステムの開発を行うための基礎研究をサポートします。これには、仕様と設計用の領域を特定した言語、ソフトウェアの設計と進化への構造的アプローチ、ソフトウェアのモジュール化と構成の問題、信頼と品質の強化、ソフトウェア開発の自動化のステージ、分散開発とソフトウェアのセキュリティを含む分散とネットワーク環境の問題、ソフトウェア工学とプログラミング言語のあらゆる面に関する公式的な基礎があります。

## Java を利用した数値計算

ネットワークをベースにしたコンピューティングのための Java 言語と環境の急速で広範囲での採用は、科学用のソフトウェアの開発をサポートするための信頼性のある再利用可能な数値を扱うソフトウェア コンポーネントの需要をおこしました。標準技術研究所(NIST, National Institute of Standards and Technology)は Java Grande Forum と一緒に作業し高性能な数値計算において Java を使用できるようにします。

## Aztec 反復ソルバー (Aztec Iterative Solver)

SNL は、線形システムを解くための最新式の反復法のライブラリである Aztec の研究開発を行っています。そのゴールは並行処理コンピュータで正しく動くことは勿論、アプリケーション エンジニアが簡単に使えることです。Aztec が簡単なのはグローバルな分散マトリックスを採用したことから来ています。そのマトリックスによって、ユーザーは、ちょうど通し番号の設定(すなわち、グローバルな付番方法)で行うように、アプリケーション マトリックスの部分部分を個別に指定することができます(それぞれの行を別々のプロセスに)。スピードは標準的な分散メモリ技術を使用する事から必然的に決まります。それには変換関数にローカル アドレスを計算させること、ゴースト変数、メッセージ情報が含まれています。そしてデータに依存した計算と通信のスピードを上げます。Aztec は最新の分割技術を利用しています。ブロックのスパースマトリックスを解決する時、効率的なデンスマトリックス アルゴリズムを使用します。

アプリケーションでは、Aztec は全シミュレーション時間のかなりの部分を要する重要なタスクを実行します。Aztec は、最先端に行く反復法を提供することで、また並列処理の反復法に関連した扱いにくいプログラミング タスクから開放することで、アプリケーション エンジニアの作業を楽にしてきました。DOE の加圧戦略的戦略コンピューティング イニシアチブ(ASCI)のアプリケーションを含む内部使用に加えて、全世界に 100 を超える Aztec の外部ユーザーがいます。

## 海洋モデル用分散メモリソフトウェア

NOAA の新しい Modular Ocean Model バージョン 3(MOM3)はモデル化する物理学を改良し、初めて分散メモリ型スーパーコンピュータで走らせることができます。メッセージパッシングを使ったテストは NOAA の Geophysical Fluid Dynamics Laboratory(GFDL)の SGI/Cray T3E-900 と T90 スーパーコンピュータで行われました。モデルの傾圧とトレーサー部分はほぼスケーラブルになりました。継続している研究の領域は傾圧方程式のよりよいスケーリング、およびモデルの実行中にデータを効率よく出力するための並行処理技術を開発することを含んでいます。後者は、NERSCと一緒に扱われていますが、これもまた南の海洋の高解像モデルに発展していきます。

## 新しいフィルレデュースング オーダリング(fill-reducing ordering) アルゴリズム

DARPA が基金を提供している ORNL の研究者たちは、ゼロックスパロ アルト研究センター(PARC, Xerox Palo Alto Research Center)とテネシー大学と共同でダイレクト スパース(direct sparse)ソルバーを固有の反復並列処理および拡張性とに組み合わせることによって前提条件付け反復法に基づいたモジュラー パラレル スパース マトリックス(modular parallel sparse matrix)ソルバーのファミリーを開発しています。この事が防衛および産業のエンジニアに並列マシンを使って大規模な問題を効率よく解くことができるようになります。この時複雑で領域特有の並列処理の線形システムのソルバーを書く必要はありません。

[P17]

## 拡張可能な非構造メッシュ アルゴリズムとアプリケーション (SUMAA3d)

SUMAA3d は、密結合超並列処理プロセッサ(MPP, massively parallel processors)からワークステーションのネットワークにわたる広範囲のアーキテクチャ上でのスケーラビリティを強調した分散メモリ型コンピュータによる非構造メッシュの計算用の一連のソフトウェアツールです。正確な答えを効率よく得るためのテクニック、有用性と相互運用可能性を有しています。アプリケーションには、圧電結晶(modeling piezoelectric crystals)、高温超伝導体、ひび割れた圧力容器のモデリングがあります。SUMAA3d プロジェクトは DOE のアルゴンヌ国立研究所(ANL, Argonne National Laboratory)、ペンシルベニア州立大学(Pennsylvania State University)、ブリティッシュコロンビア大学(University of British Columbia)、バージニアテック(Virginia Tech)の研究者たちの共同プロジェクトです。

新しい SUMAA3d のアルゴリズムとソフトウェアには以下のものがあります。

複数の要素タイプが混合した非構造メッシュのための自動メッシュ作成ツール

メッシュの質を向上させるためのメッシュ最適化手順

急激に変化するソリューションや多重スケールの幾何学を正確にモデル化するためにエッジ二分法を使った適応性のあるメッシュ詳細化または粗大化

メッシュ修正後のダイナミックなメッシュの分割または再分割

最近では、大規模な偏微分方程式(PDE)アプリケーション用の最新大規模統合計算環境(ALICE, Advanced Large-scale Integrated Computational Environment)(21 ページ)との相互運用性に精力を注いできました。現在では、SUMAA3d とソルバーや可視化コンポーネントとのインターフェイスをとること、今までに得られた知識を一般のメッシュ コンポーネントの設計仕様を作成するために利用すること、に精力を注いでいます。SUMAA3d と科学計算用ポータブル拡張ツールキット(PETSc, Portable Extensible Toolkit for Scientific computation)(18 ページ)と BlocSolve95 の間の効率的なインターフェイスがすでに完成しています。

## 適応可能な数値計算手法に対する動的負荷均一化とデータ移換

(Dynamic load balancing and data migration for adaptive numerical methods)

自動的にメッシュを詳細化あるいは粗大化する、かつあるいはまたは、手法の精度のオーダーをかえる、適応可能な数値計算手法が、偏微分方程式

を解くために従来の手法よりもより大きな信頼性、強固さ、計算効率を提供します。しかしながら、並列コンピューティングシステムでは、適応可能なアルゴリズムが複雑な問題を持ち込みます。それらがスタティックなデータ構造というよりもむしろダイナミックなデータ構造に分解し、再分配するためです。SNL はアプリケーションコードのMPSalsa ALEGRA SIERRA用の非構造グリッドの階層構造の適応可能なメッシュの詳細化に投資しています。これらのプロジェクトはそれぞれ四つ木(quadtrees)または八つ木(octrees)のデータ構造を用いて、詳細化したメッシュを表現します。すなわち、詳細化を行っている間、要素はさらに小さい要素に分割されます。この時「親」である最初の要素の「子」として階層データ構造の中に格納されます。四つ木や八つ木は、逐次処理コンピュータで行うメッシュ生成にも適応可能な細分化にも広く使用されています。ローカル負荷均一化技術を使って、ローカルタイムステップをもつ2-Dの適応可能な構造化メッシュ手法に対する四つ木構造の均一化に成功しました。もっと一般的な3-D非構造化グリッド、定常状態問題、線手法タイムステップing(method-of-lines time-stepping)に対して解決されなければならない問題は以下の通りです。

移行コストを軽くするためにデータの現在の位置を説明する効率のよいダイナミック負荷均一化手法を設計する。

階層構造のメッシュに対する負荷の均一化の発見的教授法を開発する。

並列処理コンピュータで八つ木データ構造を効率的に分配する。

プロセッサの負荷の正確なモデルと計測法と移行コストを負荷均一化のアルゴリズムにまとめる。

[P18]

これらとその関連した問題を扱うために、Zoltan というダイナミック負荷均一化ツールが幅広いアプリケーションに利用されるように開発されています。適応可能 PDE ソルバーは最も重要なターゲットですが、ツールは同時に粒子の計算、衝突のシミュレーションにおける接触の検出、その他ダイナミックで適応可能コードをサポートするのに利用されると思われます。2000 会計年度では、更なる負荷均一化アルゴリズム、異種コンピュータのサポート、データの移行のためのツール、その他の強化が追加されるはずですが。

## 科学計算用ポータブル拡張可能ツールキット

(PETSc, the Portable, Extensible Toolkit for Scientific computation)

PETSc は偏微分方程式による物理学的な現象の大規模なシミュレーションのための一連の相互運用可能なソフトウェア コンポーネントです。PETSc には、データ構造と C, C++, Fortran で書かれたアプリケーション コードで使用される数値計算のカーネルの拡張セットがあります。PETSc は初心者には比較的簡単ですが、熟練者はソリューションの事細かな制御を行うことが可能です。

PETSc 2.0 はすべてのメッセージパッシング通信用に MPI を使用します。ワークステーションのネットワークから大規模並列処理プロセッサまで持ち運べるようにします。PETSc プログラミング モデルはまた非均一なメモリ アクセス(NUMA)の共有メモリ マシンに最も適しています。そのマシンは、メモリの階層構造に対して分散メモリ マシンの場合と同じ注意を必要とします。

PETSc ソフトウェアの周りに構築された ANL-led マルチサイト計算科学プロジェクトは、空気力学や音響学(NSF 多くの学問にまたがるチャレンジ プログラム)分野でのマルチモデル マルチドメイン計算手法に関する研究を含んでいます。それはオールド ドミニオン大学(Old Dominion University)、クーラント研究所(Courant Institute) コロラド大学(ボルダー)(University of Colorado at Boulder)、ノートルダム大学(University of Notre Dame)、ボーイング コンピュータ サービス(Boeing Computer Service)において共同で行われています。

## 気象モデリングの拡張可能なツール

NOAA の予報システム研究所(FSL, Forecast Systems Laboratory)は、並列コンピューティング アーキテクチャで地球物理学の流体力学モデルを開発し移植するためのツールの拡張可能なモデリング システム(SMS)の最新コンポーネントを公表してきました。SMS は実験用のパブリック ドメイン ソフトウェア(public domain software)として使用することができます。

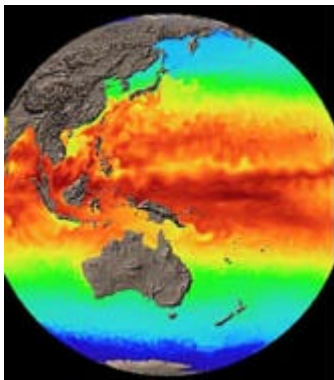


図: ロスアラモス国立研究所(LANL, Los Alamos National Laboratory)の POPTEX ツールは DOE Global Climate Modeling Grand Challenge(広域気候モデル大構想)に対する対話型可視化の機能を提供します。歴史的に見て、グローバルな気候データはビデオ技術を使って可視化されてきました。しかしながら、ビデオはシミュレーションの進行状況を見るためには有効ですが、修正を行うには新しくビデオを作り直す必要があります。LANL のゴールは、ビデオの可視化のメリット(シミュレーションの結果を動きとして表示すること)を提供すると同時に科学データの解析をダイナミックでフレキシブルで対話的に行う機能を提供することです。図は POPTEX の成果です。海洋の温度を低い方を青で高い方を赤で表しています。

## 海洋および気象データの並列入出力

シングル プロセッサの性能を向上させることは、気候や気象研究のシミュレーションや予報モデルで典型的なものである、完全な形の 3-D 流体力学のアプリケーションに対してはもっと難しいことです。NOAA のデータ集約型アプリケーションに対するこのシステムの限界を扱うために、よりよいコンパイラやツール、およびもっと現場レベルのテクニカルな専門技術が必要とされています。それは、これらのシステムのなかで完全な可能性を達成することでは、よい拡張性とないように重要な試みです。NOAA の GFDL の科学者たちは、ローレンス バークレー 国立研究所(LBNL, Lawrence Berkeley National Laboratory)の DOE の科学者たちと共同して、海洋の画像処理や気象学の研究者コミュニティで広く使用される共通データ フォーマットである netCDF の並列 I/O のインプリメントを開発しています。

[P19]

## 情報をベースにしたコンピューティング

科学分野で必要性が大きくなっているものは情報の発見とデータの処理に関するサポートです。発見や検索を自動化しているスーパーコンピュータのデータ管理技術は NPACI のデータ集約型コンピューティング環境に配置されつつあります。インフラは文書保管システム(HPSS) データ移動システム(SDSC Storage Resource Broker) メタ データ カタログ(SRSC MCAT) データ発見サービス用のデジタル ライブラリ、データの表示のための情報の仲介者、で構成されています。結果として、インフラは科学的データセットの出版、従来のテキストと画像のデジタル ライブラリで科学的なデータの集まりを統合することを可能にすること、をサポートします。

## APOALA

環境保護庁(EPA Environmental Protection Agency)がサポートしているペンシルバニア州にある APOALA プロジェクトは、複雑で大規模な環境でのプロセスを解析するために、時間的地理学的な情報/可視化環境を統合する機能を開発しています。プロトタイプは、時空 4 次元のデータ、仮想の時空 4 次元の問い合わせ構築言語、データの効率的な検索と操作の並行化、従来型探索型の 3-D データの時系列的解析を楽にする可視化、地球のデータに対する時空 4 次元の可視化手法と緊密に組み合わされたデータの探索と知識の発見機能、これらに対する新しいデータベース モデルをまとめることになるでしょう

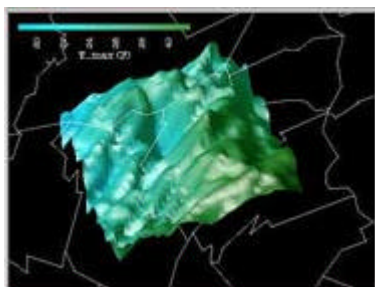


図: このペンシルバニアの一部を 3-D の陰影によるレリーフで表現したものは、1 日の最高気温を色を使って表現しています。1 度に多数のデータセットを表示することと対話的に表示を変更することが、仮説をたてるか確認するかのどちらかのためのユーザーのすばやい直感的なデータの探索を助けます。

## Globus プロジェクト

DARPA、DOE、NSF によってサポートされている Globus プロジェクトは、アプリケーションが数十または数百の地理的に分散した計算に使用するリソースや情報のリソース、装置、ディスプレイをまとめることができるようにするための計算グリッドと実行環境を構築するために必要な基礎技術を開発しています。Globus は、カリフォルニアの San Jose にある SC95 で実証された I-Way というネットワークングの実験のために開発された I-Soft というソフトウェア環境の中から進化してきました。現在南極大陸を除く世界の全大陸のマシンで稼動しています。

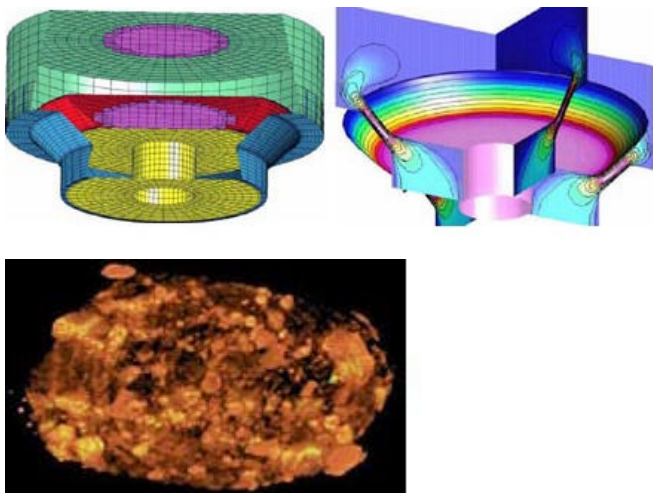
南カリフォルニア大学(USC)の情報科学研究所と ANL から参加している Globus チームは、広範囲なアプリケーションのデモで SC98 の高性能コンピューティング (HPC) 努力賞を勝ち取りました。このチームは Globus メタコンピューティング ツールキットと関連した Globus 偏在スーパーコンピューティングテストベッド機構 (GUSTO, Globus Ubiquitous Supercomputing Testbed Organization) のテストベッドをショーケースに展示しました。これは、以下の3つのユニークな計算を実行することによって実現した最初の大規模な高性能分散コンピューティング基盤でした。

[P20]

ANL の最新フォトン源(APS, Advanced Photon Source)のマイクロ断層写真撮影装置の光線から来るデータのオンライン共同解析  
複数のスーパーコンピュータを使ったレコード セットアップ分散対話型シミュレーション  
結晶学の相問題に対する高スループットなコンピューティング

## ACTS ツールキットと Globus : リモート装置を制御する

科学用の装置をリモートのスーパーコンピュータや可視化装置と結合すると、疑似リアルタイム(時間ではなくむしろ分刻み)やりリモート解析、画像処理、制御を可能にすることで、装置の性能を変えてしまうことがあります。DOE の最新のコンピュータによるテストとシミュレーション(ACTS, Advanced Computational Testing and Simulation)のツールキットは Globus のツールキットを結合して、このような組み合わせを実現します。高性能 X 線は現在 ANL の APS のような設備で使用することができますが、高解像度の 3-D 断層写真撮影装置のデータを記録することを画像当たり 1 秒より短い時間で実行可能なものにします。この技術は生物学や考古学のデータを画像処理したりシミュレートしたりするのに使われています。フィルタバックした投射技法を用いて断層写真撮影装置のデータセットに対する復元のアルゴリズムの高性能な並列処理のインプリメントを提供します。Globus ソフトウェアは、探検器、2 次記憶装置、スーパーコンピュータ、リモートユーザーの間でデータを効率よく移動させます。対話型の解析システムは、APS と復元システムから取得されたようにデータを取りまとめるために、ImmersaDesk と Cave Automatic Virtual Environment(CAVE)バーチャルリアリティシステムで動作します。そしてユーザーが中間結果をチェックすることを可能にします。同時に、これらのコンポーネントが組み合わされることによって、復元と解析にかかる時間を時間単位から分単位に縮めます。



図：ポリウム感を出した隕石(左下の) 3-D 構造の表示で、コンピュータ処理のマイクロ断層写真技術で測定されました。この画像は DOE 大構想プロジェクト(Grand Challenge Project)「大規模結晶学マイクロ断層写真構造問題のスーパーコンピュータによる解法(Supercomputer Solution of Massive Crystallographic and Microtomographic Structural Problems)」の一つとして作成されました。これには、Advanced Photon Source からの断層写真撮影装置のデータの疑似リアルタイムな復元を可能にするために、Nexus 通信ライブラリを含む Globus ツールキットのコンポーネントを使用しています。上の図は、DOE の ACTS ツールキットを使ったディーゼル パルプの画像処理の例です。右の画像はディーゼル エンジンの可動バルブの周りの圧力と速度を表しています。この流れが、ディーゼル エンジンという複雑な 3-D 幾何の中の流れをシミュレートしたコンピュータによる流体力学(CFD)の成果の一部として確認されました。計算は、並列データ分散用の Overture Framework と PADRE ライブラリを使って行われました。

[P21]

## 最新大規模統合計算環境

(ALICE, Advanced Large-scale Integrated Computational Environment)

ANL の ALICE プロジェクトのゴールは、高性能数値計算アプリケーションを構築するために独自に開発されたソフトウェアを使用する時の障壁を取り除くことです。そしてテラフロッップ規模の計算用のリソースや結果としての新しい科学的な洞察を一般に広く活用することのできる基礎を築くことです。メッシュ操作、偏微分方程式の数値計算ソリューション、最適化、感度解析、可視化のための複数のソフトウェア パッケージを組み合わせると、ALICE はデータ管理と相互運用性の問題を扱います。

ALICE の研究は科学的な問題の解決と数値計算のアルゴリズムと並列コンピューティングに関する専門的知識をカプセル化したコンポーネントベースのツールキットに対して広げることのできるソフトウェアのオーバーヘッドの少ない統合に焦点を合わせています。ALICE の開発は大規模科学的アプリケーションの設計の妥当性と実用性を保証するでしょう。新しいアプリケーションと古いアプリケーションをサポートし、科学者がたとえば従来の Fortran で書かれた古いカーネルやプログラムをもっと簡単に再利用できるようにします。

## ALICE メモリ「Snooper」(AMS)

ALICE のメモリ「Snooper」(AMS)は 1 つのアプリケーション プログラミング インターフェイス(API)で、計算処理の探索、モニタリング、デバッグ ツールを書く時に支援してくれます。AMS は MPI を使用した並列処理アプリケーションをサポートするクライアント / サーバー用のマルチスレッド API の 1 つです。

## 分散問題解決システム

(Distributed problem-solving system)

ORNL の NetSolve は種類の違うコンピュータとソフトウェア ライブラリを統一された簡単に使用可能な計算サービスに変えようとしています。ネットワークで緩く接続された数知れないコンピュータのハードウェアやソフトウェアのリソースを集めることにより、NetSolve は、そのシステムの裏に潜んでいる複雑さを隠したなじみのあるクライアント インターフェイスを使ってそれらを結合した能力を利用することができます。そしてスーパーコンピューティングを通常のネットワークのプラットフォームの上で幅広いユーザーにとって透過的に利用可能なものにします。

## 共同作業による可視化と探索のユーザー移行とユーザーライブラリ (CUMULVS, Collaborative User Migration, User Library for Visualization and Steering)

コンピュータによる探索は、科学者が対話的に時間的かつ / または空間的にシミュレーションを探索できるようにすることによってコンピュータによる実験に革命を起こすことができました。入力パラメータを手動で設定して、結果を計算して、データをディスクに保存して、別の可視化用のパッケージで結果を可視化して、そしてまた最初からやり直すといった通常のシミュレーション手法に代わって、コンピュータによる探索は科学者またはエンジニアが対話的にアルゴリズムやモデルのパラメータを初期値に限らず操作することができるようにします。CUMULVS 共同コンピュータによる探索ツールは、大規模な分散シミュレーションに対して、リモートの可視化、探索、異質のチェックポイント機能または再開機能を提供します。CUMULVS は国を跨いで NSF の NPAC、DOE や DoD のサイトで使用されています。

## ALICE Differencing Engine(ADE)可視化ツールキット

ANL の研究者たちは ADE 可視化ツールキットを開発しています。科学者やエンジニアが、没入型、対話型バーチャル リアリティ環境の中でベクトル データやスカラー データを含む最大 10 個のデータセットの中の対のものに関する差異を可視化することができます。ベクトル場の絵を使った標識、アニメ化された流線や流れの場、スカラー場のカラー再マッピングのような標準的な手法は個別のデータセットに対する洞察を提供します。対話的に定義された平面でカットしながら、複数のデータセットを同時に表示することができます。ユーザーは最大の差異の部位を調査したり、差異を拡大して見たり、代わりにのスカラー場を示す色付けを行ったりにするためにデータセットの一部を選別するかもしれません。

このツールキットは、DOE と Air Products and Chemicals, Inc. の共同プロジェクトで新しいアルミニウムの炉を設計するのに使われてきました。炉の効率性に対するそれぞれの燃料の種類の影響を調べるために、空気燃料、空気または酸素の混合、純酸素燃料のデータセットが表示され解析されました。

[P22]

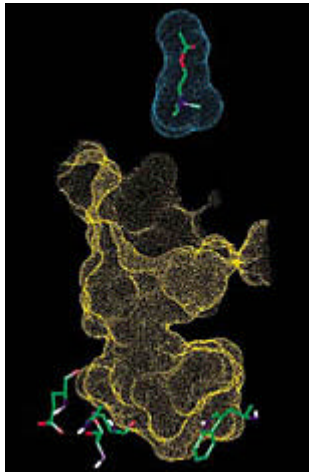


図: NPAC の研究者たちは、人間のからだの中のもっとも速くて最も効率的な酵素の一つにまつわる神秘について解き明かそうとしています。アセチルコリン エステラーゼ(AChE)酵素のシミュレーションのあるものはヒューストン大学と UCSD の研究者たちで行われました。AChE のサブユニットの 1 つに開いている「side door」が、このような分子力学のすべてのシミュレーションで 152 ピコ秒に記録されました。このアニメーションの中の 1 つのフレームは、AChE 酵素を除く部分からアクティブな場所まで導く喉または水管の「呼吸」動作を示しています。水管の幅のこの変動は元のアセチルコリン(ACh)が外側からアクティブな場所に移動することができるようにします。それらはまた、ACh よりも大きな基剤の進入を遅くすることによって酵素の選択力に貢献します。アニメーション全体は以下のサイトで見ることができます。

[http://chemcal0.ucsd.edu/ache\\_animated.html](http://chemcal0.ucsd.edu/ache_animated.html)

ALICE Memory Snooper の通信メカニズムを合体させることによって、ADE のツールキットは、進行中のシミュレーションの複数時点からすぐにダイナミックにデータを検索することができるようになり、アプリケーション科学者がアプリケーションの解析の進行状況をモニタして、段階間の差異を調査することができるようになります。

## コンピュータ シミュレーションが「呼吸する」酵素の行動をシミュレーションする

強力なスーパーコンピュータを使って、NSF や NIH がサポートしている研究者たちは、人間の体の中のもっとも速くて最も効率的な酵素の一つにまつわる神秘について解き明かそうとしています。アセチルコリン エステラーゼ(AChE)は、神経伝達物質であるアセチルコリン(ACh)を分解するような化学反応を促進させることによって 1 つの神経細胞から次の神経細胞または筋肉細胞への伝達を直ちに停止するように働きます。つまり AChE は伝達を停止するスイッチとして働きます。反応が起きているアクティブな場所は AChE の溝の中の深いところにありました。溝は狭くて ACh をすばやく入れることができませんでした。NSF がサポートしている NPAC で走っている大規模コンピュータ シミュレーションを使って、研究者たちは AChE が「呼吸する」ことによってそのことを起こしていることを示しました。すなわち、この曲げる動作が、溝が常に開いているならばほとんど同じような速さで AChE に ACh 分子を吸い込んだり吐き出したりさせていました。

スーパーコンピュータによるシミュレーションはこの動作がもっと大きな分子を ACh にちょうどいいスペースの中には入れないということを示しました。この発見は酵素が動きを使って生命体の内部のような込み合った環境の中で特定の土台を選択することができるということを示しています。

## 並列処理による科学用途可視化のためのボリューム レンダリング システム(ParVox, Parallel volume-rendering system for scientific visualization)

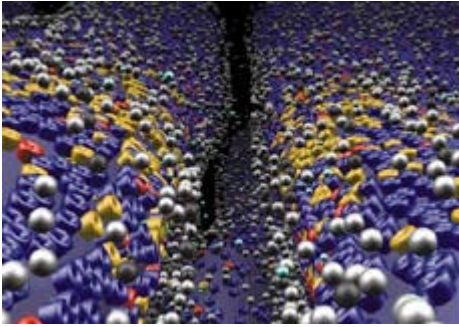
大きな出力のデータセットを作成するマシンの能力が劇的に強化されるに連れて、対話的な科学分野の可視化における並列処理コンピューティングに対する需要は大きくなっています。NASA の分散ボリューム レンダリング システム ParVox は、遅いネットワークや下位機種ワークステーションを使っている時でも科学者

のデスクトップ上で使用できる、時間とともに変化する大きなデータセットを扱う分散型可視化に関するソリューションを提供します。

NASAは現在 ParVoxの機能的なパイプライン処理に関して作業しています。それは次の3つのモジュールに分けられます。ファイルまたはネットワークからデータを読み込む入力モジュール。レンダリングと分類機能を実行するレンダリング モジュール。画像を圧縮しそれを出力する圧縮・出力モジュール。入力モジュールはオンデマンドのデータ入力をサポートします。従って超大規模データセットに対してコア外レンダリングを行うことができます。1999 会計年度の大きなマイルストーンは非構造化グリッド 4-D データセットに対するレンダリング機能を追加することです。

## ParAgent

EPAのサポートを受けているアイオワ州立大学(Iowa State University)で開発された ParAgent は、知識ベースのアプローチに従った特定種類のプログラムを自動並列化処理する対話型ツールです。プログラムの特性を使用して自動並列化処理プロセスを進めます。ParAgent はウェブベースの性能モニタリング、性能解析、可視化のツールを含んでいます。現在のバージョンは有限差分法(FDM Finite Difference Method)をベースとするプログラム用に設計されています。NASA の Ames Laboratory にある 200Mhz Pentium II を搭載したワークステーションの64個のノードを持つクラスタの上の並列処理コンピューティング用にインプリメントされました。



[P23]

図：神経が筋肉と出会うところの現世代。ラットの横隔膜の筋肉にある神経と筋肉の接合点のイオンの現世代の MCell シミュレーションが、6,200 個の ACh 分子が放出された 300 マイクロ秒後の神経伝達物質 ACh(シアン色の球体)を示しています。接合部の複雑に入り組んだ膜組織がアセチルコリン受容体(膜組織の上のカップの形をした物体)で覆われています。放出後、ACh 分子はその放出した点から離れて拡散し、受容体や AChE に結び付きま。画像は次のものを示しています。結び付いたAChE(黒い球体)、結び付いていないAChE(灰色の球体)、受容体。さらに受容体は、結び付いていないもの(紫)、1つだけと結び付いているもの(赤)、2つと結び付いていて閉じたもの(緑)、2つと結び付いていて開いたもの(黄色)があります。2つと結び付いていて開いた受容体は、筋肉の遷移の収縮に導く縦につながったイベントをおこすイオンの流れを指揮します。AChE は ACh を破壊し、電流が伸びるのを妨ぎます。MCell は NPACI がサポートするソーク生物学研究所(Salk Institute for Biological Studies)とコーネル大学(Cornell University)の研究者たちによって開発されました。NPACI の神経科学推進エリアでは、彼らはテネシー大学(University of Tennessee)と UCSD の NetSolve の研究者たちや開発者たちと共同で作業しています。

## VisAnalysis Systems Technology/Space-Time Toolkit(VAST/STT)

EPA がサポートするアラバマ大学(ハンツビル)(UAH University of Alabama in Huntsville)の VAST チームは、多重ソースのデータの視覚に訴える統合用の Java ベースのソフトウェアを開発しています。この VAST/STT は本来の時空 4 次元領域のデータを受け入れます。ユーザーが選択した対話型のディスプレイ領域に「即座に」データを変換することができます。その領域は 3-D モデルのグリッド、2-D マップ、Geographic Information System(GIS)のベクトルデータ、縦形と横形の外形、ダイナミック粒子、エピソード風のイベント、人工衛星や航空機のセンサーデータを統合することができます。特に、STT は、マイクロ秒から世紀の単位で時間的分解能でダイナミックな空間のデータの間の関係を調べる時に使用されます。

STT は、ナッシュビルの南部オキシダント研究(SOS, Southern Oxidant Study)のために、1995年の2つの月のデータの相互関係付けによってテストされています。そのデータは航空機や人工衛星のセンサー、気象学的環境的モデルの出力、縦形ウィンド プロファイラ、点源測量、ドップラ レーダー ボリュームから取得されました。

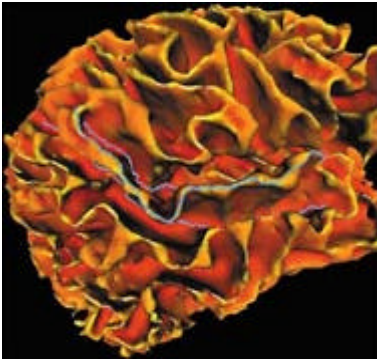


図: NPACI の研究者たちは、UCLA から得た高解像度の 3-D の人間の脳のデータから灰色白色の物質の大脳皮質の表面を抽出するソフトウェアを開発しました。ダイナミック プログラミング法は、UCLA のデータの 4 分の 1 の解像度のバージョンから灰色白色表面の最大限の等高線を定義するのに使われました。フル解像度のデータの処理は NPACI の基盤を必要とするでしょう。

[P24]

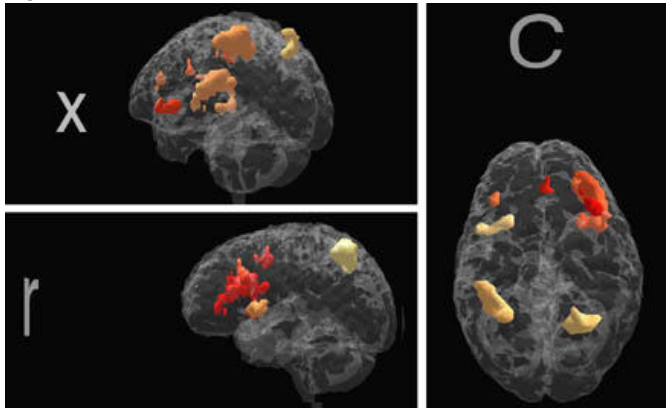


図: 時間的に高解像度の脳波計 (EEG) と空間的に高解像度の機能的磁気共鳴画像診断装置 (fMRI) を組み合わせて、心理学者たちは、脳の中の記憶の形成の基礎になっている一連の出来事を研究することができます。被験者が 3 秒おきに与えられた一連の文字を記憶する時に活性化される大脳皮質の領域を見てみましょう。ピッツバーグスーパーコンピューティング センター (Pittsburgh Supercomputing Center) の研究者たちは、fMRI の、速い、オンライン解析と可視化の機能の改良に力を注いでいます。マイクロプロセッサの性能が向上するとともに、スーパーコンピュータのバイオニアだったリアルタイム fMRI 技術はすぐに MRI スキャナをバンドルした優秀なハードウェアに合体されるかもしれません。この事はスキャンの品質の迅速な評価を可能にし、精神医学、薬の評価、神経外科手術の計画に fMRI の利用を促進します。

## 最新のデータの可視化と探索

今日の制限された、データの中に埋もれた情報を抽出して理解するための機能は多くの科学的なデータが決して検証されないかあるいは表面的にしか検証されないかのどちらかであるということを意味しています。SNL の研究は、生産力を改善する、かつあるいはまたは、特定の領域で新しい技術を作成するために、データの可視化や探索のための最新の機能を開発することに力を注いでいます。

## ハイエンド アプリケーション

### 血流を維持するコード (NekTar)

血液とその他の複雑な流体の流れをモデル化するための新しい NekTar ソフトウェアは、一般に受け入れられている、動脈硬化症のような動脈の病気を病んでいる人たちの外科手術に変化をもたらす平均寿命を伸ばすかもしれません。このコードは、かつては磁気共鳴画像診断装置 (MRI) のような「スチール」フォーマットでのみ正確に捕らえることのできた血流のアニメーションによるシミュレーションを作成することができます。ブラウン大学 (Brown University) の研究と NCSA のシミュレーションが、科学者がもっと正確に多くの種類の流体の流れをモデル化することができ、コンピュータによる探索ができるようになります。つまり、計算を行っている間は計算している特定の領域に絞ります。これは特に人間の複雑な循環器系システムの研究に役に立ちます。循環器系は、数マイルの動脈、静脈、脈管で、酸素を運ぶだけでなく老廃物を運んだり体を温めたり冷やしたりするのに役に立っています。

[P25]

### ニューロン モデルの作成とテスト

コンピュータによるモデルはニューロンの動きとネットワークにおけるニューロン間の通信を記述します。これは脳の領域の機能の研究にとってはたいへん重要です。モデルは、行動と思考を含む、神経系全体の機能の下に横たわる領域の間でどのような相互作用がおきているかという研究の手助けをします。モデルは、生物の組織や生きている実験材料を使って行うことが大変難しいかまたは不可能な場合に仮想的な実験を行うために使用することができます。コンピュータによる集中シミュレーションはより大きな数のニューロンを電気的特性と化学的特性の両方のますます複雑で現実感のある特性のモデル化へ組み入れることができます。NSF が基金を提供している NPACI のニューロ サイエンスの研究者たちは高性能コンピューティングとインフラリソースを使い、この作業を行っています。

### 人の脳を理解するためのロード マップ

脳はどのようにして、人が複合動作(同時に交通を観察したりラジオを聞いたり交通信号で停止したりするようなこと)を行うことができるようにしているのかを理解するために、精神的な異常や病気に関係している脳の変化を調査するために、NSF が基金を提供している NPACI のニューロ サイエニストたちは脳における構造と接続のロードマップを作成するツールを作成しています。研究者たちは、MRI スキャンや低温断面切断脳 - 脳を凍結し薄くスライスしたもの - や高倍率の

顕微鏡で収集したデータを解析するソフトウェアを作成しています。このソフトウェアは脳の3-Dモデルを再作成することができ、特定の脳とその他のものとを比較するためのロードマップを生成することができます。

## 触媒作用の抗体

ウイルス、バクテリア、その他の有害な侵入者が血流の中に入ってきた時、免疫システム抗体を作成することによってそれらを撃退します。つまりは、侵入者をしっかりとつかんではなさないような形状(ちょうど鍵にぴったりあった錠)をした蛋白質が有害となる機能を固定して動けなくしてしまいます。もしこの微小な侵入者の3-D的特徴にマッチした蛋白質を製造するためのこの驚くべき機能を利用することができたらどうでしょう?この「触媒作用の抗体」が、理にかなった薬の設計、言い換えれば他の分子と相互作用するように彫られた3-D的特徴をもつ分子の作成、という明るい見通しを製薬産業に提供します。

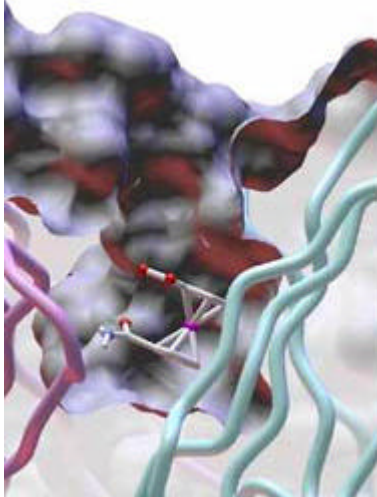


図: 抗体 13G5 の拡大写真。抗体の結合場所の中に深く埋もれたシクロペンタジエニル フェロセンの分子が見える。スクリップ研究所(Scripps Research Institute)の科学者たちはこの抗体の構造を決定しました。UCLAの科学者たちによってNCSAにあるSGI/CrayのOrigin2000を使ってコンピュータによるその触媒の効果の研究の道を開きました。

## 赤色巨星のパルスを診る

NSFが資金提供しているミネソタ大学(University of Minnesota)とNCSAの天体物理学は赤色巨星の3-Dシミュレーションを作成しました。それは非常に詳細でそれが脈打つところを観察することができます。ほぼ星全体を取り囲んだ太陽の周りを回る木星の軌道半径のサイズの領域の中に、超高熱のガスが溶岩のような混沌状態にありました。星の一般により熱いとされる側の中心から冷たい側に外に向かって流れるガスを伴って、途中熱を放出しながら、この大きな対流のようなパターンが非対称に流れていました。一旦冷たい側でガスが沈み、熱くて星型のコアを通過しながら再加熱され漏斗状の形になります。これは、これらの大きくて脈打っている星の中の照度の違いを説明する助けになるかもしれません。その「標準的なあたり」を宇宙の距離を測るために天文学者が拠り所にしていました。またそれが、科学者たちが、ついには赤色巨星になるはずの我々の太陽に何を期待するべきかを知る助けになるでしょう。

[P26]

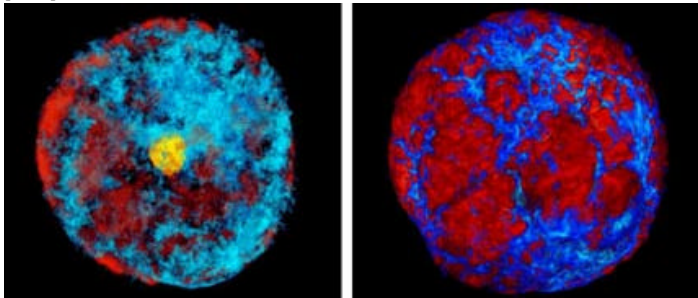


図: 赤色巨星のモデル。左の方は、比較的広がった気層がおおよそその最小のサイズに縮まりました。右の方は、その熱い星型のコアが可視になるように、同じステージが透過的に表現しています。比較的暖かい温度のところが赤と黄色で表されています。一方比較的冷たいところは青と水色で表されています。ミネソタ大学(University of Minnesota)の研究者たちは、高対流的な赤色巨星 - 1億3400万個の計算用のセルで構成されています - の年代を定めるために、それらの数値計算の手法をNASAのSGI Cray Origin2000の分散共有メモリ機能に適合させることによって最大規模のシミュレーションを作成しました。

## エネルギー精製を支援するモデルの構築

(AMBER, Assisted Model Building with Energy Refinement)

NSFとNIHがサポートするAMBERのコンピュータによる化学プロジェクトは、蛋白質の折り畳みと2つの与えられた親木に対するリガンド(配位子)(または1つのリガンドに対する2つの親木)、の相対的なバインディング自由エネルギーを研究する、蛋白質と核酸の順序に依存した安定性を調査する、様々な液体の中で異なる分子の相対的溶媒和自由エネルギーを発見する、ためのソフトウェアを開発しました。

最近、研究者たちは、ビリン(villin)のかぶとのサブドメインと呼ばれる36個の根基部を持つ蛋白質で分子の最も長い分子力学のシミュレーションを行うためにAMBERを使用しました。このシミュレーションはピッツバーグスーパーコンピューティングセンター(Pittsburgh Supercomputing Center)でSGI/CrayのT3DとSGI/Cray ResearchのT3Eで100日を超えて行われました。このシミュレーションでは、フルマイクロ秒の間分子を追跡しました。並列処理コンピューティングにとって効率のよいコードの改良を行ったために可能でした。

## NASAのグランドチャレンジ

SGIはNASAやグランドチャレンジ調査チームと共同で高拡張性アプリケーションをCray T3Eの拡張可能なシステムのシリーズにインプリメントしています。最新のシステムとオペレーティングソフトウェアを使って、新しいレベルの性能を達成するために標準的な言語やライブラリを基にした幅広い用途のモデルをインプリメントしています。高性能のレベルを達成することによって、チームはさらに正確なモデル化を行うことができるようになります。



現在、NASAのゴダード宇宙飛行センター(GSFC, Goddard Space Flight Center)のテストベッドには、NASAが行っているプログラムの他にグランドチャレンジームをサポートしている1,024のプロセッサがあります。アプリケーションは、スケーリングと性能を達成するためにSGIが開発した拡張可能なオペレーティングシステム、コンパイラ、開発ツールを使ってインプリメントされています。プロセッサ間の通信に対する長いレイテンシーが、性能を計測するための科学モデルの機能を妨げます。NASAの地球と宇宙の科学(ESS, Earth and Space Sciences)のRound-2チームはSGIのアナリストと協力して、Cray T3Eの上でEarth and Space Scienceモデルをインプリメントしています。ほぼ50ギガフロップスのマイルストーンの取り組みは完了しましたし、いくつかの100ギガフロップスのマイルストーンはすでに行われました。50と100ギガフロップスの残りのマイルストーンは1999会計年度中続けられます。

[P27]

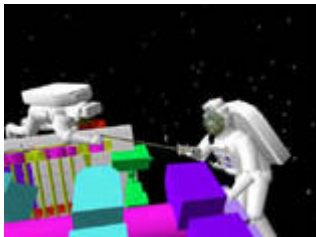
## 国立環境予想センター(NCEP, National Center for Environmental Prediction)

数値による気象モデルは、地上、空中、宇宙から集めた気温、風、降水、気圧、気象学的な情報の観測データをまとめて、気象予報士の案内役をします。これらの観測データは、予報士のために予測をする強力なコンピュータで処理されます。その結果予報士は数時間前から数週間先の気象条件を予想することができます。あるいは最近起きたエルニーニョの場合のように数ヶ月先の予想を行うことができます。

NOAAのNCEPは、並列処理スーパーコンピュータに気象予想モデルをインプリメントするための手法を開発するために海軍研究所(NRL, Naval Research Laboratory)とNASAのGSFCと一緒に作業してきました。NCEPはそのターゲットマシンのアーキテクチャには依存していない最新の調達物に対するベンチマークを提供しました。それによって米国の気象予報の1揃いのモデルを走らせるための拡張可能なアーキテクチャのコンピュータの最高の選択がなされました。その告知の時に、商務省(Department of Commerce)長官であるWilliam M. Daleyは次のように述べています。「**正確な気象予報は20世紀の偉大な科学的業績の1つです。我々は、多くの研究、スーパーコンピュータやレーダーや人工衛星やその他の技術のような近代化および改良、これらの結果として最近の数年間で先例のないレベルの正確さに到達しました。我々は次世代のコンピュータの性能を熱望しています。それによって、将来はもっとすばらしいことを行えることを知っているのです。**」

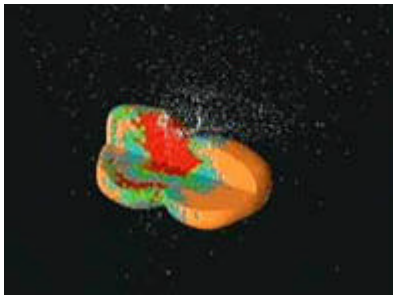
## 航空機に影響する気象を予想する

連邦航空局(FAA, Federal Aviation Agency)のサポートを受けて、NOAAのFSLはRapid Update Cycle(RUC-2)のモデルを改良しました。これにより気象学者が、氷結条件、風、雲、晴天乱流などの航空機に影響を与える気象をより高精度に予想することができるように支援します。最初のバージョンは単に3時間に1回走ったのですが、RUC-2は1時間毎に走り、高精度で、より詳細なデータを取得し、より正確な情報を作成します。



図：ISEのデモンストレーションの1つで、NASAの3つの分野のセンターの展示スタッフと研究者たちは、将来の宇宙ステーション構築のためのフライトのシミュレーションによる宇宙遊泳のリハーサルで仮想宇宙飛行士になるでしょう。実験者は仮想現実感を感じ取るための、コンピュータ支援設計ファイルからロードした宇宙ステーションのパーツの実物大の模型を表示しているヘッドギアを装着します。その「宇宙飛行士」たちは、それぞれのサイトのコンピュータがインターネット上で位置情報を交換しながら、そのコンピュータの周りで「巧みに操縦」します。そしてそれぞれのユーザーの視点から見た場面を連続的に更新していきます。

[P28]



図：数十万の小惑星が太陽を周る地球の軌道を横切っています。NASAがサポートしている研究者たちは、長さ16キロメートル幅0.8キロメートルのピーナッツの形をした岩の塊のCastaliaをモデル作成しました。ここに表示されているのは外側の一部を切り取って内部が見えるようにしたもので、毎秒5キロメートルのスピードで飛んできた家くらいの大きさの岩が当たっています。撒き散らされている白い点々はもっと小さな岩の断片です。傷が小惑星のいたるところに見られます。最も大きな傷は赤く見えるところです。衝突はほんの1秒ほどですが、初期の原子爆弾くらいの威力に匹敵します。核兵器は廃絶するようないっしょに少なくとも地球に向かって飛んでくる小惑星の方に向けるよう提案されてきました。これらのシミュレーションはこのような衝撃が小惑星の塊を破碎するだろうがその後で引力によってかけらが再び集まってくることを示しています。

## ハリケーンの予測

1998年のシーズンはいくつかの大きなハリケーンが襲ってきました。それらは合衆国の南東部の財産に大きなダメージを与え、中央アメリカには多くの死傷者がでました。GFDLのハリケーン予測システムはNOAAのNCEPによってこれらの嵐の通り道を予測するためにモデル化の一部として広範囲にわたって使用されていました。

## リアルタイムな気象予想

緊急を要する気象予想における進歩は1月にテキサス州ダラスで行われた米国気象学協会(AMS, American Meteorological Society)のミーティングで実証例示されました。入力データはNOAAの新しいドップラーレーダーシステムより得られた詳細なデータストリームでした。それぞれの観測日のリアルタイムで高解像度の数値化された気象予想は、NSFが資金提供しているNCSAのほとんどノンストップで稼働している128個のプロセッサを搭載したSGI/CrayのスーパーコンピュータOrigin 2000の全能力を使ってリモートで作成されました。

## NASAのインテリジェント総合環境(Intelligent Synthesis Environment)のデモンストレーション

NASAの提案したインテリジェント総合環境(ISE)プログラムは、将来の業務が最初の構想から運用と結論に至るまで、どのようにして開発されるだろうかということに焦点を当てています。ISEは研究を実施し、多様な専門知識や技術や関心を持った科学者や技術者、エンジニアが1つのチームとして機能することのできるようなツールやプロセスを開発する予定です。NASAの業務を定義すること、設計すること、実行すること、そして運用することに地理的に分散したり職業的に多様な人材の間でネットワーク環境による共同作業として機能することによって、開発に使われる時間が縮小され、ライフサイクルのコストが減少することになるでしょう。完全に開発された時、共同作業は、感覚的で没入仮想環境の中に存在することになるでしょう。そこでは、コンピュータ的に豊かな業務のライフサイクルのシミュレーションの中で人とコンピュータが3-D視覚、音声、触覚を通して対話します。業務のライフサイクルの全体で、コストやリスクや性能をやりくりするための方法が開発されるでしょう。そしてNASAが、業務が開発に専念することよりも優先することを完全に理解することができるようになるでしょう。

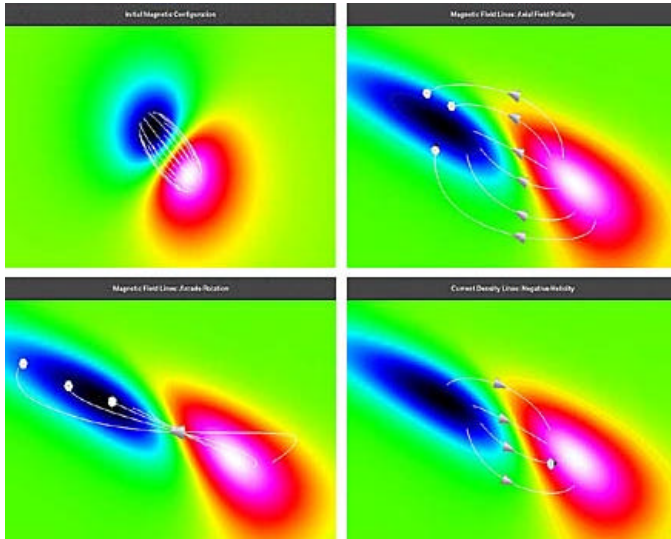
## 近似的 Green 関数を使った効率的なエレクトロマイグレーションのシミュレーション

境界積分法のアプリケーションの中には、対称性がある時に最も顕著に、Green 関数が計算回数を減らすことができるものがあります。表面の 1 部分で与えられた境界条件をそれがちょうど満たすからです。この境界の部分を計算から除外することができ、行列を構成して解くために必要な時間を減らすことができます。これが強力な方法であり、活用するには十分やさしいものであることが必要ですが、このような正確な Green 関数はめったにありません。

ORNL の研究者たちは、この手法のメリットが拡張可能であることを「近似的 Green 関数」によって実証してきました。彼らはこの新しいアルゴリズムを材料科学のエレクトロマイグレーションのモデル化の中で使用してきました。マイクロエレクトロニクスのワイヤーがポイド (隙間) によって変形されました。ここで、計算領域を簡単にポイド面に変えるように近似的 Green 関数を構成することができます。真の Green 関数に近似を使っているにもかかわらず、有限要素の結果との比較は解析に関する精度のロスは見られません。さらに、ポイドとワイヤーの境界の交差によって作られるコーナーを除外することによって、この領域の結果がさらに精度がよくなります。

エレクトロフォーミング シミュレーションはこの手法が有効であると証明するもう 1 つのアプリケーションです。典型的な幾何学配置はタンクと電極棒から構成します。この新しい方法によってすべてのタンクの面は計算から除外することができます。従ってモデルを分割する時間や解析する時間を節約することができます。

[P29]



図：共用アクティブ領域の場合：上の写真は太陽の北半球のアクティブ領域を代表する、最初のうちは潜在的な(電流のない)2極磁場の進展の様子を表しています。磁場は特異な自転と超顆粒状の拡散の支配下にありました。太陽の表面の対流の効果(影響)をモデル化しています。その対流が太陽の表面を糸を縫うように通り抜けている流れを引っ張ったり広げたりしています。目標は磁場の特性の進展の様子を実証することです。その磁場は太陽黒点とは無関係に半球によって全く別の選択を示します。この計算では NASA の並列処理による有限体積法の 3-D コードである FCTMHD3-D を使用しました。

左上：真上から見た。磁力を表す白い線が、最初の状態ではポジティブ(赤色)とネガティブ(青色)の極性の領域をつないでいます。磁力線は、太陽黒点とは無関係に表面の磁性の中立線 - 赤色と青色の極性の間の黄色から緑色の境界 - と 90 度の角度で交差しています。

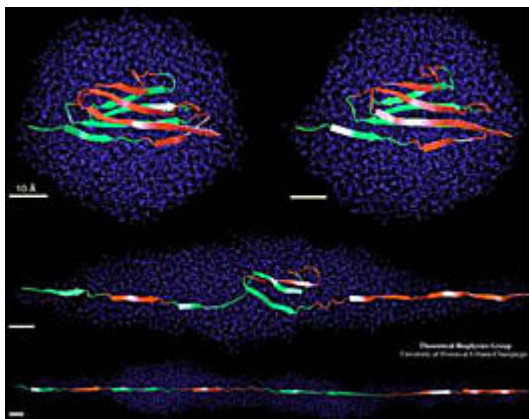
右上：ベースでの剪断と拡散がしばらく適用された後、磁力線は表面で鋭角に磁性の中立線と交差します。ポジティブ極性(赤色)の側から見た時、今度は磁場のコンポーネントが中立線に沿って右に向きます。

左下：表面の上の方に高くなっていくように描かれた一連の磁力線は上から見た時の見かけ上反時計回りの回転を示しています。

右下：ここにはいくつかの電流の線が描かれています。電流が磁力線に非平行に流れている様子を示しています。つまり、電流はネガティブ極性(青色)の側からポジティブ極性(赤色)の方へ向いています。このことは磁場に対して左手系のねじれあるいはネガティブヘリシティ(素粒子の運動方向のスピンの値)を示しています。

このことは磁場に対して左手系のねじれあるいはネガティブヘリシティ(素粒子の運動方向のスピンの値)を示しています。

[P30]



図：分子動力学：進んだ分子動力学のシミュレーションによって Ig と Fn- 蛋白質の領域を明らかにします。免疫グロブリン様(Ig)やフィブロネクチンタイプ 様(Fn-)の領域のアーキテクチャはことによると最もはやっている蛋白質の構造上のテーマを構成します。それは、機械的な調整機能、細胞や組織を強化することだけではなく、細胞と細胞の間の合図、細胞と細胞の間の集合、胚形成、の役割を持っています。蛋白質は、心臓の機能不全からガンに至るまで、病気の原因に関係しています。最近、原子力顕微鏡を使用している技師は、つながった Ig と Fn- の領域の機械的な特性を調査しました。これは進んだ分子力学を使ってこれら蛋白質の特定の機械的な特性を説明するための実験をシミュレートすることによって行われました。このシミュレーションは NIH Resource for Macromolecular Modeling and Bioinformatics(Beckman Institute, University of Illinois)で開発された新しいシミュレーション技術で、それによって研究者が機械的に蛋白質のモデルを操作することを可能にしました。この技術はその最上級のグラフィック ツールをその並列処理シミュレーション ソフトウェアと結合させています。

## Biology Workbench(生物学の実験台)

NSF がサポートしている NCSA の Biology Workbench は生物学者にとって革新的なウェブベースのツールです。この Workbench によって生物学者は多くの一般に普及している蛋白質や核酸の一連のデータベースを検索することができます。ファイルのフォーマットの互換性の問題を無視するポイント アンド クリック インターフェイスの中ですべて、データベースの検索は広く変化に富んだ解析とモデル化のツールへのアクセスと統合されます。この製品は最初に 1996 年にリリースされ、多くの機能強化がなされた新しいバージョンの 3.0 が最近リリースされました。

## 神経画像解析センター(NAC、Neuroimaging Analysis Center)

NAC は NIH の国立研究資源センター(NCRR National Center for Research Resource)によってサポートされていますが、基礎神経科学と臨床神経科学に関する画像処理と解析手法を開発します。中核となる NAC の研究にはつぎのものが含まれます。脳の構造の区分化に関するアルゴリズムと手法。患者の解剖に関連する画像データまたはもう一つに関連する 1 揃いの画像データの登録方法。解剖の構造と量に関する情報を表示するための可視化のツール。高性能コンピューティングに対するソフトウェアとハードウェアの基盤。対話的でアルゴリズム的な計算ツールに対するデジタル解剖地図帳。NAC は概念や手法の普及宣伝を重要視しています。

NAC の技術はアルツハイマー病や脳の老化の研究、精神分裂症や精神分裂病型の病気の外形の計測、多くの硬化症の定量解析、神経外科学における対話的画像ベースの計画とガイダンス、に使用されています。

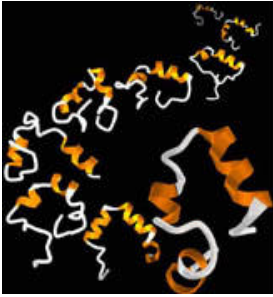
[P31]

## 神経画像処理リソース研究所(LONIR、Laboratory of Neuro Imaging Resource)

時間経過によるもの時間を横切って、大きな人口の中で、様々な病気の状態、画像処理の様式間、年齢や性別間、人種間の、脳の構造および機能をわかりやすく表現できる脳のモデルに対するニーズが急速に高まっています。NIH がサポートしている LONIR は、十分に多次元の複雑さで脳の構造や機能を調査するための新しい手法を開発します。LONIR は、脳のモデルを作成する、解析する、可視化する、相互作用するための種々のツールとともに国際的な共同開発者のネットワークを提供します。この共同作業の主な焦点は 4-D の脳のモデルを開発することです。脳の構造と機能の関係の調査を 4 次元に拡大して、脳のモデルが開発や病気の中でダイナミックに変化する脳の構造の複雑なパターンを追跡し、解析します。

モデル化の研究は表面と容量のパラメータ化に対する新しい手法に焦点を合わせています。それは表面や容量的な脳のモデルの最新の解析を提供します。時間に対しその変化を追跡します。さらなる研究は次のことに焦点が当てられています。解剖学的基礎と複数の尺度と時間で解剖学的な細胞構造的な属性の解析。脳のモデルの普及のための可視化とアニメーション。この場合、脳の構造の複雑なパリエーションや時間に対する機能を可視化します。進行中の国内および国際的共同作業は正常な成長過程および常軌を逸脱した成長過程、脳の発達、腫瘍の成長、アルツハイマー病、関連する退行性の病気のプロセス、精神分裂

症、正常なものと病的なものとの対の脳の構造を解析することです。これらの手法の範囲と巧妙さは、ダイナミックに変化している脳のマッピングとモデル化に焦点を合わせた研究の大きな視野に匹敵します。



図：蛋白質のたたみ込みの問題 - 蛋白質のアミノ酸の並びがその折りたたまれた形にどのように関係しているか - はコンピュータを使った生化学が直面している最も重要な未解決の問題です。サンフランシスコのカリフォルニア大学(University of California)の NSF がサポートしている研究者たちは PSC の T3D と Cray Research のリソースを使っているのですが、彼らは、villin の頭という小さな蛋白質の折り畳みに関するマイクロ秒のシミュレーションを行いました。この画像がコンピュータで処理された折り畳み状態の小道のスナップショットを示しています。計算は、以前に行ったその種の最も長い計算より 2 桁長くかかりました。「溶けた球状の状態」に対する蛋白質の最初の崩壊を確認しました。その状態から最終の折り畳みを検索します。

## 仮想細胞

NIH がサポートしている国立細胞解析モデル研究所(NRCAM National Resource for Cell Analysis and Modeling)は細胞の生理学的なプロセスを個別の細胞の実際の 3-D 構造の流れでモデル化する方法を開発しています。コンピュータを使った細胞生物学におけるアプローチは、特定の細胞のプロセスの実験的な操作とコンピュータによるシミュレーションの間の相互作用を促進するために高解像度の顕微鏡と結合されます。

NRCAM は仮想細胞(Virtual Cell)を開発しています。それは、細胞生物学的なプロセスをモデル化するための一般的なコンピュータによるフレームワークです。この新しい技術は、それらの個別の反応を記述している生化学的や電気生理学的なデータとそれらの細胞レベル以下の位置を記述している実験的な顕微鏡の画像データを結び付けます。個別のプロセスは物理的なコンピュータの基盤の中に統合されます。それはいかなる分子のメカニズムも収容します。仮想細胞の現在の開発は一般化した数学的な記述を拡張して付加的な細胞の生物学的メカニズムを含むことでしょう。そうして異なる生物学的なプロセスを研究している生物学者に対するアクセス可能性を大きくして、画像と反応メカニズムのデータベースとのインターフェイスを統合するでしょう。Virtual Cell の現在のアプリケーションには、神経芽細胞と心筋細胞におけるカルシウムの力学の研究、オリゴ樹木細胞を取り扱う細胞内 RNA の研究があります。付加的な共同研究プロジェクトには、ミトコンドリアにおける拡散プロセスのモデル化、心臓で  $Ca^{2+}$  のスパークを起こす  $Ca^{2+}$  の役割の検証、卵子が活性化している間の細胞質網状構造における構造の変化の解析、があります。

[P32]

## 光学的情報処理 (Optical Information processing)

光学的技術の情報処理への商用的な適用に対する大きな障壁の 1 つは、システム開発および製造のコストの高さです。この問題は他の産業ではコンピュータ支援設計(CAD) を利用したりシステム設計と製造を統合することによって解決されてきました。もっとコンピュータを使った方法が光学的情報処理システムの設計や製造で使用されるためにはよりよいシステムレベルの度量衡の開発が必要とされています。

NIST は光学的なパターン認識システムを設計しています。それは、640x480 ピクセル以上のイメージを持つ、たとえば 1,000 人の顔の、大きな参照セットに備えて、入力イメージ(ビデオレート)でテストするでしょう。NIST は、高速光学パターン認識のアプリケーションにおいて必要とされる 2 つのサブシステムのリアルタイムビデオシステムのテストベッドのバージョンを開発してきました。NIST はそのサブシステムとコンポーネントを将来の設計作業のために評価するでしょう。

## Micromagnetic modeling

NIST は精度で効率的な超小型磁石を使った計算のためのコンピュータのツールを開発しています。このような計算は磁気ディスクドライブでより高密度でより速い読み書き時間を達成するには重要です。初期の NIST が小型磁石の計算用のソフトウェアが如何に信頼性がないかということを示す研究をしたとすれば、NIST は現在、徹底的にテストされ、実験で計測した結果と比較され、広く公で使用可能になるはずの参照コードを開発しています。

## 高速マシニング プロセスをモデル化する

高速マシニングの力学を研究するために結合された実験用および解析用のプログラムは現在 NIST で使用中です。高速マシニング オペレーションの有限要素法のソフトウェアの予想能力を評価しながら、そのゴールは正確な計測を提供し、基礎的な金属切削プロセスのより良好な科学的理解を得ることです。NIST は直行マシニングの基本的なプロセスの数学モデルを導き出しました。そしてそのシミュレーション用の有限要素法のソフトウェアが開発され、NIST のスーパーコンピュータにインプリメントされました。

## 汚染物質の管理戦略の開発

EPA が資金提供しているノースカロライナ州立大学(North Carolina State University)の研究者たちはコンピュータを使った意思決定支援システム(DSSs)が如何に戦略の設計を向上することができるか調査しました。空気の品質管理に焦点を当てた DSSs のプロトタイプでは、コマンド アンド コントロールや排気ガス規制プログラムのような二者択一的な管理方針が設計され、最新式の空気品質モデルを使ってテストされます。プロトタイプの DSSs はまた最適化コンポーネントを持っています。そのコンポーネントを費用対効果比のベンチマーク戦略を見きわめるために、設計の目標の中でのトレードオフを特徴づけるために、設計プロセスの中で不確実なことを考慮に入れるために使用することができます。この解析に使用される手法、たとえば遺伝子のアルゴリズムのような手法は高度に計算集約的です。異質な分散したコンピュータのネットワーク上の高性能コンピューティングを通して実用的になっています。

# 大規模ネットワーキング

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/lisn.html>

LSN の研究開発は高性能ネットワーク通信の分野で技術的なリーダーシップを提供します。それはインターネットの将来的な成長と連邦政府の各機関が求めるネットワークの要件に対してネットワーキングの技術やサービスや性能を開発するでしょう。初期の連邦政府のネットワーキングの研究開発への投資は今日のグローバルなインターネットの技術的な基礎作りの助けになりました。連邦政府の研究機関や学界や産業界は、国民的規模でプロトタイプのネットワーク機能を展開し、電子メールやワールドワイドウェブ用のブラウザのような広く一般に普及したアプリケーションを作成しました。また人々のコンピュータ ネットワークの使い方を変えました。こうして数十億ドル規模の情報技術産業における現在の我が国のリーダーシップへの道を整備しました。

学界、産業界、政府が連携した LSN の研究開発は、民間部門にとっての最先端のネットワーク技術や性能を変化させています。そしてそれらが我々の生活や仕事のやり方を変えています。主要な LSN の研究領域には、将来の大規模ネットワークを設計管理するための最新のネットワーク コンポーネントや技術があります。LSN のプログラムでは以下のことが行われます。

- 連邦政府が資金提供したネットワーク技術の研究の有効性を上げる
- 連邦政府の研究ネットワークの有効性を上げる
- 連邦政府の目標を促進するネットワーク集約的なアプリケーションを可能にする
- LSN の研究開発における機関の間の共同作業を促進する
- 連邦政府の機関、政府の研究機関、学界や産業界の間で LSN の研究開発における協体制を確立する

1998 会計年度から次世代インターネット(NGI)のイニシアチブは LSN の 1 つの重要な焦点でした。NGI は、インターネットの性能をすばやく拡張するための新しい技術と、アプリケーションに関する研究開発や最新のネットワーキングのテストベッドを提供するための LSN のプログラムを基にして構築します。このセクションでは、1999 会計年度の成果と 2000 会計年度の計画と NGI のイニシアチブについて説明します。

## LSN サポート チーム

LSN ワーキング グループ(LSNWG)は連邦政府の LSN 研究開発をコーディネートします。4 つのチームが LSNWG に報告書を上げています。それらは様々な面で連邦政府の研究開発の実施を支援します。以下にこれらを説明します。

### 合同エンジニアリングチーム(JET)

JET はネットワーク アーキテクチャ、接続性、交換ポイント、連邦政府の機関のネットワーク(FedNets、38 ページ参照)とほかの高性能研究用ネットワークの間の協力をコーディネートします。JET は、エンド to エンドのユーザーのパフォーマンスを改良する、リソースの重複を避ける、高性能ネットワーク サービスの提供に尽力し、ベンダーや学界や産業界における接続性やサービスの綿密なコーディネートを提供します。さらに、JET は学界のコミュニティの Gigabits per second points of presence(Gigapops)、Abilene Network(Qwest、Cisco、Nortel、Indiana 大学が作る協会)、インターネット 2(I2)と共同します。現在、JET は NGI のテストベッドの実施に参加しています。をします。それはエンドユーザー-ユーザーへの高性能なサービスを提供します。JET はまた、アラスカやハワイのような地理的に困難とされている地域に、改良された、より低コストのサービスを提供するために、機関の間と Abilene との協体制をサポートしています。それは、スーパーコンピューティング(SC)会議におけるデモンストレーションや、1999 年のグローバル インフォメーション ネットワーク(GOIN)のワークショップに要求されたような重要な接続性の要件に関する協力を提供します。

### ネットワーキング研究チーム(NRT)

NRT は政府機関のネットワーキング研究プログラムをコーディネートし、連邦政府機関の間でネットワーキング研究情報を共有し、NGI のゴール 1(43 ページ参照)の活動をサポートします。ネットワーキング研究情報の宣伝普及を促進したりエンドユーザーとアプリケーション開発者の間のコーディネートを進めるためにエンドユーザーへサービスを提供します。NRT は、ミドルウェアについてのワークショップの開催を促進しています。

### 高性能ネットワーキング アプリケーション チーム(HPNAT)

HPNAT は連邦政府の研究開発をコーディネートします。最先端のアプリケーションをサポートするための最新のネットワーキング技術、サービス、性能についての研究を通して高性能ネットワーキング アプリケーションにおける米国の技術的なリーダーシップを維持し拡張します。この分野の進歩は、連邦政府の機関の業務をサポートする新しいもっと優秀なネットワーク アプリケーションにつながっていきます。そして米国の情報基盤の間断なく続く進化の基礎構築に貢献します。

HPNAT は大規模ネットワーキング アプリケーションの開発における連邦政府機関と政府の研究機関、学界、産業界が協力するためのメカニズムを提供します。技術のデモンストレーションやワークショップやセミナーを含む情報の宣伝普及活動を組織します。HPNAT は、1998 年 11 月にフロリダ州オーランドで行われた SC98 のような会議で NGI のデモンストレーションを実施することによって NGI のゴール 3(43 ページ参照)をサポートします。

### インターネット セキュリティ チーム(IST)

IST は浮上してきた最新のセキュリティ技術でテストと実験を促進します。セキュリティ システムについてのアプリケーションとエンジニアリングの要件に関する中心地や情報交換所として活動します。それは、セキュリティの要件またはニーズと利用可能な出現してきたセキュリティの技術を交換するための公開討論会(フォーラム)として活動することによって、LSNWG にネットワーク セキュリティに関する NGI の研究に対するフィードバックや方向づけを提供します。IST は、LSN の関係機関と JET と一緒に密着して作業して、インターネット セキュリティのテストベッドを開発して使用することを奨励しています。このようにして、これらのテストベッド実施の支援をしたり、テストベッド活動を国内及び国際的なセキュリティ研究コミュニティに P R したりします。

## LSN 研究開発

LSN の研究開発プログラムは、参加している関係機関とグローバルな規模のインターネットの性能を拡張することを可能にする技術やアプリケーションの開発の業務の要件を扱います。このセクションではいくつかの連邦政府機関の活動について説明します。

### 最新のネットワークの基盤と研究(ANIR)プログラム

NSF の最新ネットワーク基盤と研究(ANIR)プログラムは、基礎的なネットワークの研究を促進するための NSFNET のプログラムと関連した研究と、科学と工学のコミュニティに対するネットワーク基盤を合併して統合します。ANIR は、訓練、プロトタイプネットワークのテストと開発、将来の実用的な高性能ネットワークに関する基礎研究のすべてにおける最先端の研究のための高性能ネットワークの開発と展開を主張します。このプログラムの下で、vBNS は NSF がサポートしている高性能コンピューティング センターや次世代のネットワークの性能を必要としている研究に従事しているおおよそ 100 の研究所と接続しています。接続は、高性能ネットワークを多く要求する科学のアプリケーションをもつ研究所にとって競争原理に基づいて開設されています。活動は、その他の機関および国々と一緒に国内および国際的なネットワークの共同開発、NGI イニシアチブ、大学中心の 12 のプログラムをサポートしています。

ANIR はネットワーク アクセスとコントロール プロトコル、ネットワーク管理ツールと手法、ワイヤレス ネットワーク、モバイル コンピューティング光学システム分散コンピューティングをサポートするソフトウェア、リソースの発見とネットワークにつながったリソースにアクセスするためのソフトウェア I/O デバイスとサブシステムを開発するための研究をサポートします。

[P35]

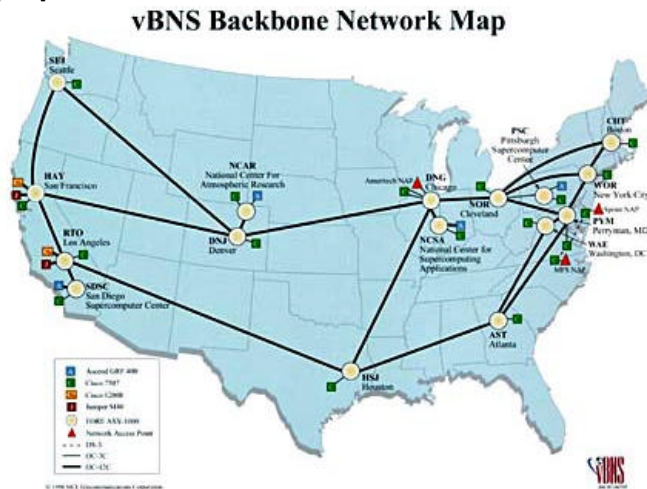


図:超高性能のバックボーンネットワーク サービス(vBNS)のバックボーン ネットワーク サービス。NSF 研究所のサイトと Internet2 ギガポップス(gigapops)の間で高性能の接続性を提供します。

### ネットワーク技術の開発

NSF のインターネット技術のプログラムは、ネットワークと分散システムを介して情報を効率的で高速な転送を行うために必要な基礎的な科学と技術に焦点を当てています。そのプログラムは次のことをサポートしています。複雑なネットワークのモニタリング、問題の検出、解決方法のメカニズムの開発。自動的で最新のネットワーク ツール、ネットワーク用のミドルウェア、ネットワーク アプリケーション ツールの開発。共同研究や情報の共有化を促進する使用可能で広く展開可能なネットワーク用アプリケーションの作成。

[P36]

研究領域には次のものがあります。エージェントベースのネットワーク、高速ネットワーク、マルチキャスト、マルチメディア アプリケーション、多重アクセス プロトコル、ネットワーク アーキテクチャ、ネットワークの競合、ネットワークの運用管理、ネットワークのセキュリティ、ネットワーク システム、ネットワーク用のオブジェクト指向フレームワーク、光学ネットワーク、パフォーマンスの評価、プロトコル、サービスの質、リソースの管理、トラフィック コントロール、ワイヤレスおよびモバイル ネットワーク。プログラムは、通信、コントロール理論とデバイス、データベース、分散システム、オペレーティング システム信号処理、ソフトウェアのようなコンピュータ科学とエンジニアリングのその他の学問との共同研究を促進します。それはまた NSF のコンピューティングと通信の研究プログラムをサポートします。そのプログラムの中には、大学の研究者たちのチームのための高性能ネットワークとコンピューティング システムへのアクセス、通信ネットワークと他の高速な周辺機器とのコンピュータ システム インターフェイス、プロセッサとメモリと入出力チャンネルの間の相互接続の構造があります。

### アクティブ ネットワーク

DARPA はプログラム可能なネットワーク基盤を基礎にして新しいネットワーク アーキテクチャを開発しています。大規模テストベッドを通して、アクティブ ネットワーク プログラムは、アクティブ ネットワーキングとネットワーク マネジメント、革新的なネットワーク基盤サービス、高価値なエンドユーザー向けサービスを進展させています。この研究は、DoD、NASA、他の連邦政府の機関によって行われるネットワーク技術とサービスの展開でコーディネートされています。

### グローバルなモバイル情報システム

DARPA のグローバルなモバイル情報システムのは、アプリケーションやネットワークやワイヤレスのリンク・ノードといったレベルの移動体用の技術と手法を開発することによって、モバイル ユーザーが防衛情報基盤において使用可能なフルレンジのサービスにアクセスしたり使用したりすることを可能にするでしょう。

### 拡張可能なネットワーク

DARPA の拡張可能なネットワーク プログラムは、基礎をなしているネットワークや、常に増加し、さらに多様になっているネットワーク トラフィックによって必要となる大規模な変更に対応するために必要とされるネットワーク サービスをサポートします。ネットワークにおける進歩は革命的なアプリケーションと地理的な視野と情報基盤に対する不均質なアクセスの大きな増加を可能にするでしょう。そして核となるネットワークおよびそのサービスの能力を急速な成長に適応させるために効率的に強固に大きくすることができることを保証するでしょう。拡張可能なネットワークをサポートするために、DARPA は 1999 会計年度のブ

グラムでギガビットの能力のワイヤレス ネットワーキング、低軌道(LEO)の人工衛星を使ったインターネットワーキング、密に張られたネットワークシステムを推進しました。

## 超高速ネットワーキング

NSA の超高速ネットワーキング プログラムは、数 Gbps という選り分けるスピードの特徴を持つ高性能のネットワーク基盤を提供するでしょう。今日でも少なくとも数百 Mbps の持続したデータフローをサポートする能力は提供していますし、最終的には数 Gbps を提供するでしょう。

1999 会計年度に NSA は、ネットワーキング プロトコルのレイヤーを減らし、そのコントロールをネットワークの終点もどすことでネットワークの効率を上げました。NRL と国防情報庁(DIA)と協力して、NSA は、400 km 相当のケーブルと 8 個の ATM スイッチを介して 1.5 Gbps で HDTV720 の進歩的なデジタル化信号を伝送することによって、同期光ネットワーク電送(SONET)の端末を介在させずに波長の上に非同期転送方式を使用しました。NSA はまたすべて光学式の透過的なインターネットをワシントン D.C.のエリアの最新技術のデモンストレーション ネットワーク(ATDnet)で運用しています。それは次の 2 つの光ネットワーキング技術を採用しています。

[P37]

Lucent Technologies のプロトタイプ波長ルーター。DARPA が資金を提供している MONET コンソーシアム プロジェクトの下で提供された。NSA の光クロスオーバー ネットワーク。Optical Networks,Inc.から。

NSA は、「光バースト スwitチング」と一緒に「ジャスト イン タイム発信」を使用して、同じ基盤の上でパケット サービスとサーキット サービスの両方を提供するために、電気光変換を介在せずにエンドツーエンドの通信を実現するでしょう。このプロジェクトはシングル ネットワークの上で質のサービスを提供します。将来のネットワークに潜伏する問題を取り扱います。NSA はまた光マルチキャストを実証するでしょう。これには、公衆ネットワークとして働いている波長ルーターの「ドロップ アンド コンティニュー」特徴とプライベートな全光ネットワークとして動いている光クロスオーバー スイッチの普通のマルチキャスト性能が使用されません。関係する ATDnet のサイトには、NSA(NSA の新しい電気通信科学研究所で)、NASA の GSFC、NRL、DIA があります。

1999 会計年度の実験の結果に基づいて、2000 会計年度には NSA は渋滞のコントロールに関する新しいアプローチを研究し、マルチドメイン ネットワーク管理を取り扱う予定です。インターネットが、データを選択するためにアクセスする目的で読取専用の単一ネットワーク管理プロトコル(Simple Network Management Protocol)にネットワークの境界を跨いでアクセスすることを許可していますが、通常エンドツーエンドの接続をデバッグするだけでは不十分です。NSA は管理された方法で情報を交換するネットワーク管理センターの間のピアの関係を検証する予定です。そうしてエンドツーエンドのモニタリングと障害の分離を可能にする予定です。

## 生物医学の研究用ネットワーク

NIH の国立ガン研究所(NCI)は、生物医学の研究コミュニティのメンバーのアクセスを改善するために進歩しているネットワーキング技術と NCI のフェデリック生化学スーパーコンピューティングセンター(FBSC、Federick Biochemical Supercomputing Center)のコンピュータ基盤に対する高速インターフェイスをインプリメントしています。これは次のような進歩したデータ通信技術を提供するでしょう。ローカル エリア ネットワーキング、マルチメディア データ電送用のワイド エリア ネットワーキング、ローカル コンピュータ用の専用の特化した高速のコンピュータ接続用インターフェイス(たとえば高速クロスオーバー スイッチ、高性能パラレル インターフェイス(HiPP)、ファイバー チャンネル)、ATM や SONET のような進歩しているデータ通信の標準規格の仕様。1999 会計年度に、このプログラムは視覚と音声の相互作用システムの使用を生物医学のコンピューティングの研究者やプロジェクトの間にまで拡張しました。

## NOAA の最新 ATM ベースのネットワーク

NOAA の HPCC プログラムのサポートを受けた初期の頃の試験やテストの結果として、NOAA は Boulder にある研究所に最新の ATM ベースのネットワークをインストールしています。このネットワークは 2,400 のノードを持ち、これらは 80 ないし 90 の仮想的なローカル エリア ネットワーク(VLAN)に属しています。この設計は冗長性と個々のニーズによって帯域幅を割り当てる柔軟性を提供しています。基盤が、リアルタイムな表面の観察、人工衛星のデータ送信、大規模な並列処理スーパーコンピュータの必要性をサポートしなければならないという要件を提供しています。

## 危機への対応に適応性のあるワイヤレス技術

NOAA は危機的状況に対応する時に使用するための適応性のあるワイヤレス技術を調査しています。NOAA は、うまく運営に移行し、日常的に使用されるようになった現場の本部で使用するための、すばやく配置できるワイヤレスのローカル エリア ネットワーク(LAN)を開発しました。1999 会計年度に研究はネットワークの届く範囲をモバイル分野の職員に拡大しました。彼らは状況や与えられた偏在する移動本部から中央の設備への高速通信を評価しています。

[P38]



図:南カリフォルニアの Charleston にある NOAA の沿岸サービス センター。フロリダ海洋研究所とチームを組んで、緊急対応システムのプロトタイプを作成し評価しています。その中には最先端のコンピュータ技術、通信技術、地理情報システム(GIS)技術が使用されています。このテスト システムには、次のものがあります。3 マイルの範囲をカバーするワイヤレス LAN、ウエアラブル コンピュータと合体したグローバル ポジショニング システム(GPS)、IP 上のビデオと音声。すべては、センターの設備で走っている GIS システムと統合され、超小型アパーチャ端末(VSAT)によって接続されています。このシステムは、これらの技術の可能性と現在使用可能な帯域幅の制限を実証しました。左上の写真は、NOAA のすぐに使用することのできるワイヤレス LAN で、現場の移動本部に置かれています。首尾よく運営に移行されてやっと日常的に使用されるようになりました。1999 会計年度に、研究はネットワークの届く範囲をモバイル分野の職員に拡大しました。彼らは状況や与えられた偏在する移動本部から中央の設備への高速通信を評価しています。

## FedNets

連邦政府機関のネットワーク FedNets の中には連邦政府の機関の業務用のネットワークと高性能研究用のネットワークがあります。FedNets は、参加している機関の業務と研究開発の要件を緊密にコーディネートしてサポートします。FedNets は以下のネットワークです。

- vBNS : NSF の超高性能バックボーン ネットワーク サービス
- DREN : 防衛研究工学ネットワーク
- NREN : NASA 研究と教育ネットワーク

NISN : NASA の統合サービス ネットワーク  
ESnet : エネルギー科学ネットワーク

## 科学、技術、研究トランジット アクセス ポイント(STAR TAP)とInternational Grid(iGrid)

NSF は、シカゴの Ameritech ネットワーク アクセスポイント(NAP)に科学、技術、研究トランジット アクセスポイント(STAR TAP)を開設しました。vBNS を、高性能アプリケーションをサポートし新しいネットワーク技術を開発する、国際的な最新ネットワークに相互接続するためです。STAR TAP はシカゴにあるイリノイ大学のエレクトロニクス ビジューライゼーション研究所(EVL)と Argonne 国立研究所と AmeriTech NAP によって運営されています。それは FedNets や Abilene に接続している次世代インターネット エクスチェンジ ポイント(NGIX)です。他の連邦政府機関や大学や産業界と国際的な共同作業を可能にします。

STAR TAP はアプリケーション、パフォーマンスの計測、技術の評価のサポートに関して最新の国際的なネットワークの長期の相互接続と相互運用を促進します。そして国際的な vBNS 接続プログラムを固定し、NGI イニシアチブと I2 コミュニティとの共同作業を可能にします。15 を超える国のネットワークが 1999 年中に STAR TAP に相互接続される予定です。この中には、アジア太平洋アドバンスド ネットワーク コンソーシアム(APAN)、カナダ(CANet - カナダの高性能ネットワーク)、欧州素粒子物理学研究所(CERN, European Laboratory for Particle Physics)、フランス(Renater)、イスラエル、オランダ(SURFnet)、北欧諸国(NORDUnet)、シンガポール(SingaREN)、台湾(TANet)、米国アジア太平洋コンソーシアム(TransPAC)、米国ロシアコンソーシアム(MirNET)があります。

[P39]

STAR TAP の主要な貢献の 1 つは運用管理、パフォーマンスの計測、スケジューリング、地理的に分散したネットワークやコンピューティングや記憶装置や表示装置のリソースの消費、これらに関する統合した手法をデザインし可能にしたことです。これらのリソースの集まりはインターナショナル グリッド(iGrid)と呼ばれています。iGrid を展示するために、EVL は SC98 の主要研究のデモンストレーション ブースでインディアナ大学と共同作業しました。このブースは米国とオーストラリア、カナダ、ドイツ、日本、オランダ、ロシア、シンガポール、スイス、台湾の各国からのケーススタディを呼び物にしていました。

高速国際的ネットワークとサービスの開発において助けとなった iGrid のアプリケーションには以下のものがあります。

- グローバルに分散したコンピューティング要素の上で走る並列処理アプリケーション
- 電子顕微鏡やアクセラレータのような装置へのリモートアクセス
- テレマージョンと共有ワークスペース
- 共同医学診断システム
- 商用ネットワーク上の高品質デジタル ビデオへの新しい取り組み
- 分散アプリケーションの開発をサポートするための権限、認証、リソース割り当て、通信に関する API やツールキット
- マルチメディア会議用のツールでサービスの質や束の中の 1 つ 1 つの線を別々に扱うことを要する(たとえば、通常音声の質はビデオの音声の質よりも好まれる、信頼性のあるプロトコルはテキスト ベースの会議やホワイトボードに必要とされる)

## 高性能なネットワーク サービス プロバイダー(HPNSP)

NSF は商用分野の高性能ネットワーク サービス プロバイダー(HPNSP)というカテゴリーを明確に示してきました。それは高周波数帯域のネットワーク上で最新のネットワークサービスを大学や連邦政府機関のサイトに提供し、NGI が必要とする高性能サービスを提供します。Abilene ネットワークは最初の HPNSP です。高性能ネットワークのユーザーに対して接続性や最新のサービスを提供するため JET や他の LSN チームを通して、ベンダーが HPNSP を緊密にコーディネートします。

## エネルギー科学ネットワーク(ESnet)

DOE の ESnet はサービス指向の製品のネットワークで、業務指向の DOE 科学をサポートします。それは 30 の DOE サイトに対して最新のインターネット プロトコル(IP)や ATM サービスを提供します。そのサイトの中には、国立の研究所、大学、国際的なパートナーがあります。ESnet は、DOE の業務アプリケーションをサポートするため最先端の技術を採用し統合します。そして最新の相互接続を継続してインプリメントし強化し、DOE 業務プログラムと大学のプログラムの間で共同作業をサポートするための大学のネットワークや(ギガポプスのような)集合ポイントは勿論、NGI ネットワークや他の連邦政府の研究ネットワークとも肩を並べます。

[P40]

DOE はネットワークの研究、最新のネットワークの配置、たくさんの DOE の実験設備と高性能コンピューティングのリソースの 20,000 を超えるユーザーのための最新のアプリケーションのサポートを指揮します。DOE の核となるネットワークやネットワーク セキュリティの研究プログラムは次のようなものを含んでいます。アプリケーションに対する高速サービス、ルーティングと渋滞のコントロール、アプリケーションごとに固有のサービス、管理可能なセキュリティの基盤とアーキテクチャ、自主性を持つシステムとネットワークを跨いだサービスの統合。ネットワークのパフォーマンスの尺度と管理、業務の科学とネットワークの研究開発の両方をサポートする基盤。

## アラスカやハワイとの接続性

JET はハワイやアラスカへのアクセスに関して、これら 2 州にネットワークで接続する必要のある連邦政府機関のコンソーシアムを設立することによって、連邦政府と大学の研究コミュニティの間の協力を促進してきました。これらの機関は協力して、機関の業務の要件を扱うこれら 2 つの州の中のサイトや設備に高帯域幅で高性能ネットワーク サービスを開発し維持してきました。そして科学と研究のサイトのネットワークのパフォーマンスをかなり改良してきました。

## 分散データ アクセスの改良

NASA NH NOAA その他の機関は、地球観測衛星の発射のため、次の 2、3 年にネットワークを経由したデータの需要が非常に大きく増加し、気象、環境、保健のデータに対する需要が突出して指数関数的に増加するだろうと見積もっています。これらの機関は、改良された高性能ネットワーク アーキテクチャ、帯域幅、ユーザー アプリケーション、ネットワークの運用管理を開発しインプリメントするために JET の中でコーディネートします。

過去 4 年以上、多くの NOAA のサイトが、高度に分散したエンド ユーザーによる気象や気候のデータの需要の桁違いの増加を経験してきました。この増加した需要は当分の間続くと考えられています。特にメリーランド州のシルバースプリングメトロセンター(Silver Spring Metro Center)の設備における需要は、今日の 150 GBytes/日(GBpd)から 2000 会計年度には 600 GBpd を超える辺りに増えるものと予想されています。この需要に備えるために、NOAA はその他の LSN 機関と協力して改良版高帯域耐接続、ネットワーク、その施設からの普及を推進してきました。ATM のような最新の通信技術は、最新のインターネット ソフトウェア技術と同様、改良された環境データの普及のために NOAA のコロラド州 Boulder の設備にも実施されます。



## 競争による研究を刺激する実験プログラム(EPSCoR)

NSF の競争による研究を刺激する実験プログラム(EPSCoR)は高性能ネットワークとネットワーク ユーザー サービスの改良を州および研究所レベルで促進します。そして、州が科学技術のリソースを各州の主な研究大学において確認し、開発することによってその研究開発の競争力の拡大を促進します。

## アプリケーション

LSN 研究開発は、研究のコミュニティ、学界や産業界のユーザー、一般の社会の重要なネットワークに対するニーズを処理するために最新のアプリケーションとユーザー サービスを開発することを主な目標としています。各機関は、その業務の要件を処理しているアプリケーションと、サービスの質、セキュリティ、マルチキャスト、ハイブリッド通信のような、それらをサポートするために必要なネットワーク サービスを可能にする開発に焦点を合わせています。

## 科学と工学向け高性能アプリケーション(HPASE)

NSF は、科学や工学の基礎知識を追跡するアプリケーションに関する研究の広大なプログラムをサポートします。このアプリケーションには科学と工学向け高性能アプリケーション(HPASE)があります。それは、科学や工学における新しい発見を可能にするコンピュータによる処理能力を促進するでしょう。このように、それらは、高速ネットワークで相互接続されている使用可能な最も高性能なコンピューティング システムへのアクセスを必要とします。

[P41]

1999 会計年度に、HPASE は、大学のコミュニティ、国立気象研究センター(NCAR)、その他の連邦政府の研究所の間の協力で、地球のシステム モデルと空間的高解像度の中規模の予想モデルの開発を続行しました。1999 会計年度の終わりまでに、1860 年から 2300 年の間をカバーする 1 揃いのシミュレーションが研究コミュニティに利用可能になる予定です。それは様々な人類発生論の影響の下で地球の気候に変化の例を提供することができます。引き続き行われるモデルの改良のプロセスはこの主要なシミュレーションの結果次第で部分的に進められる予定です。このモデルは、データの融合を促進するために付加的な観測セット(たとえば NOAA 次世代気象レーダー(NEXRAD))を初期の条件に統合するための機能が増えていくでしょう。さらに研究開発として高効率宇宙気象環境モデルの作成が追加される予定です。

2000 会計年度に HPASE プログラムの下で NCAR は、新しいコンピュータの手法を開発するために新しい大きなスーパーコンピューティング システムを手に入れる予定です。新しいマシンでは大きなコードを効率的に走らせることができます。この努力は進行中のモデルの開発や改良の活動に緊密に結び付くでしょう。研究者は、気候システムへの自然や人類発生論的な影響を調査するためにコミュニティの気候モデルで新しいシナリオやアンサンブルを走らせる予定です。このシミュレーションは現在のモデルの結果の不確実性を減らし、太陽の発光の変動のような自然のバリエーションに対するモデルの感受性を調査する促進します。

## 気象と環境

NOAA は、その大きな環境や気象のデータのリソースを幅広いエンド ユーザーにとって簡単にすばやく完全に使用可能にするために、最新のネットワーク アプリケーションに関する研究プログラムをサポートします。このゴールを追跡する中で、NOAA は既存の開発中のアクセス技術や情報技術を開発します。その中には NGI、分散コンピューティング、ウェブ、共同作業、ミラーリング、マルチキャスト、デジタル ライブラリがあります。NOAA の最新のネットワーク アプリケーションの研究領域には、最新のネットワーク上の共同データ可視化技術、気象モデルのデータ出力を連邦政府や大学のユーザーに普及するためのマルチキャスト、リモート ユーザーやモバイル ユーザーを含む幅広いユーザーに対するセキュリティ機能のテストと評価、改善された効率と強固さに対する技術のプロトタイプ的使用があります。

### チャイナ クリッパー

DOE チャイナ クリッパー プログラムは、たくさんのコンピューティング リソースを必要とし、高速大容量のデータフローを伴ない、人との対話を伴ない、分散したリソースのコーディネートを必要とするアプリケーションの使用を加速します。

## 健康医療のアプリケーションのための遠隔医療

NIH の国立医学図書館(NLM National Library of Medicine)の LSN の研究開発はテストベッドとしてのネットワークをサポートします。このネットワークは、病院、クリニック、医者のオフィス、医学学校、医学図書館、大学を結び、健康医療に携わる人たちが研究者たちが医学に関するデータや画像を共有でき、医学の文献にアクセスできるようにします。NLM はまた、遠隔地にいる健康医療に携わる人たちが患者にリアルタイムに医療を提供できるようにするための共同作業用のネットワーク技術の開発をサポートします。この中には、人体を可視化する技術や X 線で撮った画像を解析するための技術、コンピュータ制御の軸断層写真術(CAT)によるスキャン、陽電子放射断層写真術(PET)によるスキャン、その他の診断ツールがあります。勿論、患者の医学的記録を蓄積してアクセスして電送するためのデータベース技術は当然のことです。そして同時にこれらの記録の正確さやプライバシーについても保護しなければなりません。

[P42]

付加的な NLM の研究開発は遠隔医療の手法を評価することに焦点を当てています。2000 会計年度に、NLM は引き続き保険医療、遠隔医療、デジタル図書館、電磁医療データのプライバシー保護の方法に関する LSN 技術のアプリケーションを促進するプロジェクトに資金を提供していく予定です。

## コンピュータを使った患者の記録

健康医療介護政策研究局(AHCPR Agency for Health Care Policy and Research)のコンピュータを使った患者の記録プログラムの目標は、そのコミュニティにおける患者の治療に関するデータの画一化、正確さ、検索の容易さの改善と進歩した臨床医療での意思決定に使用されるように推進することです。それには遠隔地や都市部の健康医療に携わる人たちがそのような施設をネットワークで結んだ情報システムが必要です。

## 統合学術情報管理システム(IAIMS)への助成金

NLM の IAIMS プログラムの目標は、大学の健康医療科学センターや主な医大付属病院内で、研究の生産性を上げるため、技術的評価と健康医療に関する成果の研究のための患者のデータへのアクセスを改善するため、そしてより効率的な患者の治療や健康医療のリソースの利用を提供するために包括的な情報の流れの管理システムを開発しテストしてインプリメントすることです。120 を超える学術医療センターが健康医療専門学校やそれに関連した教育研究病院、クリニック、研究所で構成されています。これらのセンターは分刻みでの最新の、患者の介護、研究、教育、管理運営に関する情報を必要としています。そして図書目録や事案に関する情報のデータベース、分子に関するデータベース、患者の記録、研究所やクリニックのデータを日常的に利用しています。

IAIMS への助成金によって基金を得た研究は、コミュニティの病院や外来患者向けの診療所などのすべての健康医療提供している組織の役に立つと期待されています。

## ビジュアル ヒューマン(VH、Visual Human) プロジェクト

NLM の VH イメージセットやその他の医学的イメージはサイズが大きいのですが、記憶装置やネットワークの電送技術を要求します。フルセットのビジュアル ヒューマンのイメージは100枚を超えるCD-ROMの容量が必要になると考えられます。これは配布には実用的ではありません。NLMは、記憶容量を最小にしインターネット上での伝送速度を改善するような最新の圧縮技術やネットワーキング技術を調査しています。

## 生物情報科学 (バイオインフォマティクス)

生物情報科学は、健康や病気に関連したキーとなる分子のパターンを解明するための分析的で予言的な方法を利用したゲノム研究や蛋白質工学や薬設計の基本的な要素です。NLMの国立生物工学情報センター(National Center for Biotechnology Information(NCBI))は、脳大でさらに増え続けている分子生物学、生化学、遺伝学のデータを蓄積し解析するための自動化されたシステムに集中して取り組んでいます。分散データベースのアーキテクチャの中で、NCBIは世界中の研究者たちから系統だったデータを収集し、それらをNIHのDNAの系統だったデータバンクであるGenBankに統合します。これは人間のゲノムのプロジェクトのキーとなるデータリソースで、これによりGenBank Medlineの遺伝科学の文献、分類学、3次元分子構造からなる統合データベースシステムを構築します。これらのデータベースはインターネットで90,000を超えるサイトから日々アクセスされ、ヒット数は1日当たり4百万を超えます。NCBIのコンピュータによる生物学の分科の中で行われる効率的なデータ解析技術や、大規模ゲノムの解析に関する基礎研究は、遺伝子発見におけるキーファクターとなってきました。

## 機関のワークショップ

多くのLSNの機関は、最新のネットワーキング技術の研究開発の進行と共同作業を推進するために1999会計年度にワークショップを開催しました。これらのワークショップやその他のワークショップについては93ページのワークショップに関する特設の項をご覧ください。

[P43]

# NGI

連邦政府のNGIイニシアチブは、この国の他のネットワーキングの研究開発への投資と共に、21世紀のネットワークの基礎作りをやっているところです。つまり現在のインターネットに比べより強力で多様なネットワークに向けた舞台作りを行っています。ネットワーキングの研究とLSNの予算の下で資金供与された研究開発の基盤のサポートをきつく結んで、NGIは、いつも米国を情報と通信技術の最先端に居続けさせ、学校や職場や過程に新しいマルチメディアアプリケーションの導入を刺激するはずの学界、産業界、政府の間のパートナーシップを構築する手助けをしています。

## NGIの目標(NGI Goals)

NGIのイニシアチブは以下の3つの目標を掲げています。

Goal 1 . 以下の項目の機能を追加しパフォーマンスを改善するために次世代のネットワーキング技術に関する研究、開発、実験を推進すること。

信頼性

セキュリティ

強固さ

マルチキャストやオーディオ・ビデオを含んだ差別化されたサービス。これをQoSとサービスのクラス(CoS)ともいいます。

帯域幅の割り当てや分配を含んだネットワークの運用管理

Goal 2 . 最新の技術やサービスのシステム規模のテストと最新のアプリケーションを開発してテストするための以下の2つのNGのテストベッドを開発すること。

100xテストベッド。エンドツーエンドのパフォーマンスが1997年のインターネットより少なくとも100倍の速さで少なくとも100のNGのサイトで接続する。

1000xテストベッド。エンドツーエンドのパフォーマンスが1997年のインターネットより少なくとも1000倍の速さで少なくとも20のサイトで接続する。

Goal 3 . 以下のようなアプリケーション技術を可能にするために革新的なアプリケーションを開発し実証すること。

共同作業に関する技術

デジタル図書館

分散コンピューティング

プライバシーとセキュリティ

リモート操作とシミュレーション

および以下のような訓練のためのアプリケーション

基礎科学

危機管理

教育

環境

連邦政府の情報サービス

健康医療

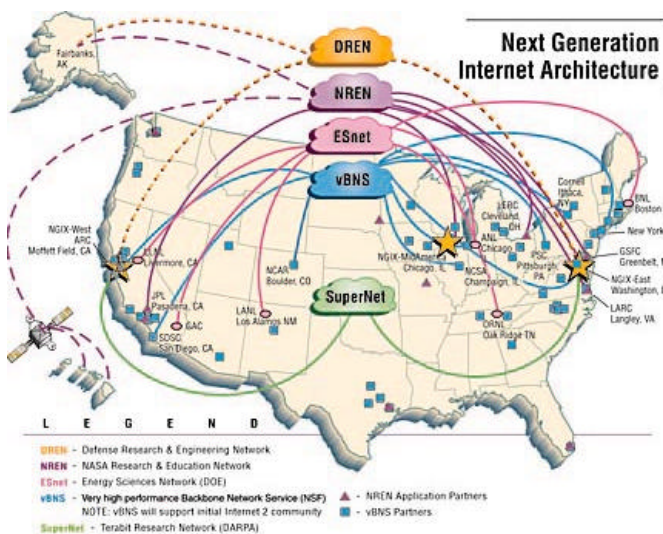
製造

[P44]

1999会計年度にNGIに関係している連邦政府の機関はDARPA NSF DOE NASA NIH(NLMとNCRR) NISTです。NGIのイニシアチブは参加している機関によって管理され、LSNのワーキンググループによってコーディネートされています。その中のチームは順番に学界、産業界、連邦政府の研究所出資の専門家たちと密接にコーディネートしています。

## NGI のゴール 1 の業績と計画

ゴール 1 の活動は、研究、開発、効率的で強固で安全な運用管理と供給と差別化されたサービスのクラスのエンドツーエンドへの配布を可能にするような技術に関するテストベッドの展開とデモンストレーションに向けられています。



### サービスの質(QoS)

NASA は、宇宙飛行管制のような重要なネットワーク アプリケーションをサポートするための専用回路を使ってきました。この高価な手法はほとんどの時間が使用されていない過剰供給なネットワークという結果に終わります。NASA の QoS 技術はネットワークのリソースのよりコスト効率のよい分配のあり方に見直しを与えました。そうしてネットワークが渋滞している時、選んだアプリケーションが優先的に処理されるようにすることが可能になりました。NASA はカリフォルニア州にある Ames 研究センター(Ames Research Center)とメリーランド州にあるゴダード宇宙飛行センター(Goddard Space Flight Center)の間の QoS のテストベッドを開発しています。ここでは多くの QoS メカニズムをテストし低帯域幅の環境でも高帯域幅の環境でも QoS を達成する方法を決定します。

NASA は I2 QBone に関係しています。I2 QBone はエンドツーエンドの QoS テストベッドでドメイン間のサービスの質の開発を促進します。NASA の主な貢献は 1) NGIX-West を I2 QBone の基盤に組み入れること、ネットワークの交換の上に区別したサービスの配布をテストする手段を提供すること、さらに、2) アプリケーションを説得力のある QoS の要件を持つ QBone に配置すること、様々な QoS の手法の効果を測定するためにこれらのアプリケーションのエンドツーエンドのパフォーマンスを評価すること、です。NASA はまた、マルチメディアのアプリケーションに焦点を合わせて、エンド

ツーエンドの QoS を作成するためにアプリケーションの QoS の要件をネットワーク リソースを使用するための要件に置き換えるためのインターフェイスを開発することによって大学の研究を援助しています。分散型の視覚的な追跡アプリケーションは、そこでリモート ユーザーがビデオ映像の中の対象を追跡しますが、インターフェイスを確認するために使用されています。

NIST QoS 研究は、インターネット規模で QoS をサポートするための候補であるマルチプロトコル ラベル スイッチング(MPLS)技術に絞っています。NIST は商用のインプリメントを育成するための参考用のインプリメントとして機能する QoS ルーティングとシグナリングのプロトコルに関する研究のパブリック ドメイン プロトタイプである NIST スイッチを開発しました。NIST はまた、分散インターネット プロトコルとパフォーマンス(DIPPER)のテスト システムを開発しました。これは、ユーザーがプロトコルのテスト用のスクリプトを書くことができるようにすることで、分散したトポロジに敏感な QoS のルーティングとシグナリング プロトコルのテストを簡単にします。そのスクリプトはネットワーク トポロジのいたるところでダウンロードし実行することができます。

1999 会計年度にインターネットの研究と製品開発コミュニティの 300 を超える組織は、以下に示す NIST の QoS テスト用ツールを採用し、開発し、リリースしました。

NIST Net - IP ネットワークでパフォーマンスの変動をエミュレートする汎用的なツール。QoS に敏感なアプリケーションとプロトコルで制御された再現可能な実験を可能にします。

ISPI - リアルタイムな転送とリソース予約プロトコルに関する実験のための対話的計測ツール。

### 帯域幅ブローカー

NASA は帯域幅を割り当てるための手法とネットワーク ドメインを跨いだサービスを開発するための研究を援助しています。QoS のルーティング手法に基づいた「帯域幅ブローカー」はローカル ネットワークに関する詳細な情報とリモート ネットワークに関するあまり正確ではないデータを提供します。このようなブローカーは短時間で目のあらい予備的な双務的な同意に達することができますが、帯域幅、サービス、価格に関する更なる情報が利用可能になる時このような同意を洗練することができます。

[P45]

### DARPA NGI 研究

1999 会計年度に DARPA は、数ギガビットの広周波数帯域アクセス技術、確実なサービス メカニズム、統合されたネットワークの運用管理、NGI に対する QoS の研究開発に貢献しました。

### マルチドメイン マルチキャスト

NASA のアプリケーションはますます、分散した遠隔地にいる多くの科学の専門分野の研究者グループの間の共同作業に関係するものになっていますので、効率のよいマルチキャストが重要になってきました。さらに、エンドユーザーとエンドユーザーを結ぶ高性能のネットワークを提供するために多くのネットワーク ドメインの境界が交わっていなければなりません。このため、自立したネットワークを跨いだサービスの統合が重要です。NASA の NREN の研究開発の一部はこの件に集中して作業しています。

### ハイブリッド ネットワーク

ハイブリッド ネットワーキングに関する NASA の研究開発は、広範に分散したサイトへのエンドツーエンドなハイブリッド接続性とハイブリッド ネットワークを跨いだ QoS のためにシームレスな高性能ネットワークを提供する人工衛星と地上のコンポーネントに注力しています。

### インターネット セキュリティとモバイル ネットワーク

NIST のインターネット エンジニアリング タスクフォース(IETF)のインターネット プロトコル セキュリティ(IPsec)のプロトコルの Cerberus レファレンス インプリメントは、PlutoPlus を追加して拡張されました。PlutoPlus は NIST のプロトタイプのインターネット キー エクスチェンジ(IKE)プロトコルです。統合された IPsec/IKE のリファレンス インプリメントは、インターネット セキュリティ システム統合に関する研究用のプラットフォームを提供します。さらに、統合された Cerberus と PlutoPlus

は IPsec のウェブベースの相互運用性のテスター(IPsecWIT)に追加されました。これにより、ユーザーはインターネットの向こうの遠隔地で、開発中の IPsec/IKE のインプリメントに対して 400 を超える相互運用性のテストを実行することができるようになりました。

[P46]

1999 会計年度に NIST は DARPA と協力してモバイル アドホック ネットワーク(MANET)に関する研究を開始しました。このプロジェクトは IETF に提案された MANET プロトコルと同様にグローバル モバイル プログラムの一部として DARPA に提案されたプロトコルを評価する手法と尺度を開発するものです。NIST はまた度量衡についての作業を開始しました。対象はサービスに富むこと、技術開発を促進するための早い濃密度波分割マルチプレクシング(DWDM, Dense Wave Division Multiplexing)に基づいたアクセスと大都市のネットワーク、相互運用性、標準規格と NGI や商用ネットワークにおける波分割マルチプレクシング(WDM, Wave Division Multiplexing)の配置を促進することです。

## DOE のネットワーク研究

1999 会計年度に DOE は以下の 3 つの領域において研究の助成金についての提案を求めました。

基礎的なネットワークに関する研究。超高速インターフェイスがデバイスをネットワークに接続できるようにする技術、多くの異種のネットワークの取り付けたデバイスをコーディネートするためのプロトコルや手法、アプリケーションが変化するネットワーク条件に適応することができるようなソフトウェア、ネットワークパフォーマンスの特徴づけ。

大学のネットワーク技術のテストベッド。個別に管理され相互接続されているネットワークを跨いで最新のネットワーク サービスの配置を可能にする手法と技術の開発とテスト。

ネットワークのテストベッドとアプリケーション開発者とネットワーク研究者の間のパートナーシップ。ワイド エリア データ集約的な共同作業のコンピューティング技術をテストするために最新のアプリケーションを最先端のネットワーク研究と統合すること。

## NGI のゴール 2.1 の成果と計画

NGI のゴール 2.1 は 100x のテストベッドを開発することです。それは少なくとも 100 の NGI サイトを、エンドツーエンドのパフォーマンスが 1997 年時点のインターネットよりも少なくとも 100 倍早いという条件で接続します。JET は FedNets とゴール 2.1 のテストベッドのエンジニアリング インプリメントとアーキテクチャをコーディネートします。NREN, vBNS, DREN, それぞれ NASA, NSF, DoD FedNets は、100x のテストベッドの構造を提供するために相互接続されます。それらは ESnet と NISN(DOE と NASA の制作ネットワーク)とエンドツーエンドのユーザー接続、パフォーマンス、サービスを提供するために緊密に協力します。

### NREN

NASA はその NREN プログラムを通してネットワーク研究を指揮します。NREN は、それは NASA の Grand Challenge center と相互接続していますが、SONET サービスの上の ATM のような最新の電気通信技術を使用している高性能ネットワークのテストベッドです。バックボーンの容量は 155 メガビット/秒(Mbps)です。この先の数年、帯域幅の増加は 622Mbps を超えると考えられています。

### 次世代インターネットの交換ポイント(NGIX)

FedNets と Abilene は、カリフォルニアにある NASA の Ames Research Center によってメンテナンスされる NGIX-West とシカゴにある Ameritech NAP の NGIX-Midwest で相互接続します。ほとんどの FedNets はワシントン D C 地域に置かれると予想されている NGIX-East で相互接続する計画です。ネットワークの接続は必ずしもピアリング(つまり、トラフィックを交換すること)を意味するものではありません。任意の 2 つのネットワーク間のピアリングはそれぞれのネットワークのポリシーに基づいた同意によって確立されなければなりません。

[P47]

FedNets 間と Abilene, I2, Gigapop オペレータとの共同は、高性能なエンドツーエンドの接続とユーザー間のサービスを保証するためにコーディネートされた最新のネットワーク アーキテクチャとネットワーク サービスのエンジニアリングを提供します。その結果、エンドユーザーにとってコストのかかるリソースの重複を回避し、リモート ユーザーに対する革新的で協同的なアプローチを育成し、連邦政府の機関の能力を著しく向上します。

### 接続プログラム

1999 会計年度の始めまでに、131 の NSF の接続プログラムの審査は以下のような結果になりました。

70 の団体が NSF の vBNS に接続した。

さらに 19 の団体が vBNS への接続を計画している。

42 の団体は vBNS または Abilene または他の HPNSP への接続を保留している。

1999 会計年度の終わりまでに NSF は、vBNS または他の高性能ネットワーク テストベッドへの高性能接続に関する 150 の審査を終える予定です。2000 会計年度に追加の NSF 接続審査と NASA, NIH, NOAA サイトへの接続が、150 を超える団体が 100x テストベッドに接続するだろうと見込まれています。その数は NGI のゴール 2.1 をかなり上回ります。その協力的な vBNS への MCI との同意は 2000 年 3 月に終わりますので、NSF は vBNS 共同同意の次代の計画を作る予定です。

### NSF の大学や研究所とのコーディネート

大学の最新インターネット開発コーポレーション(UCAID, University Corporation for Advanced Internet Development)は高性能ネットワークに関する大学の開発を育成します。UCAID は、郡部または大都市部にある大学とその付属の研究所のための Gigapops の開発を促進しました。1999 会計年度に Abilene ネットワーク、UCAID と対等に、Gigapops の間で高性能なバックボーンのネットワーク サービスの提供を開始しました。Abilene といずれか他の限定的な高性能ネットワーク サービスのプロバイダーは NSF の高性能ネットワークの研究をサポートする手助けをすることができます。

## NGI のゴール 2.2 の成果と計画

ゴール2.2の技術は超高速スイッチングと電送技術と1Gbpsを超えるスピードでのエンドツーエンドの接続のデモンストレーションを扱います。DARPAは、NSE、DOE、NASA、他の連邦政府機関による参加で、この複合機関の努力を先導します。

### SuperNet

DARPAはSuperNetを展開しています。これは、1999会計年度から2000会計年度にかけて10から100Gbpsのスピードを提供すると期待されています。他のNGIネットワークとプログラムは、エンドユーザーの接続性、アプリケーション、ユーザーのフィードバックを提供するためにSuperNetと協調します。2000会計年度に、DARPAは光Add-Dropマルチプレクサ(ADM)、改良されたI/Oデバイス、革新的なネットワークアーキテクチャと運用管理ソフトウェアのような技術の開発を継続する予定です。そして革新的な高性能技術とアプリケーションを実証するためにネットワークの利用を推進していく予定です。

SuperNetは、NTON、HSCC、ONRAMR、BOSSNET、MONET/ATDNETを含む、いくつかの既存の研究用テストベッドのリソースを使っているテストベッドと開発中の追加のコンポーネントのテストベッドを提供する予定です。これらのテストベッドはギガビットのアクセス技術、WDM上のIPと一緒にインプリメントされる予定です。そしてネットワークエンジニアリングマネジメントとモデリングを刷新するでしょう。SuperNetはワイドエリアATMネットワーク上のQoSネゴシエーション、フルネットワークに対するベースラインQoSアーキテクチャ、オペレーティングシステムのカーネル適合ツール、通信のオーバーヘッドに関する3つないし5つの要因による減少を達成するためのメカニズムを実証してきました。他のSuperNetのマイルストーンにはWANにおいてWDM電送のシミュレーションを行うことや直列透過的な光ADMと増幅器を開発することがあります。

[P48]

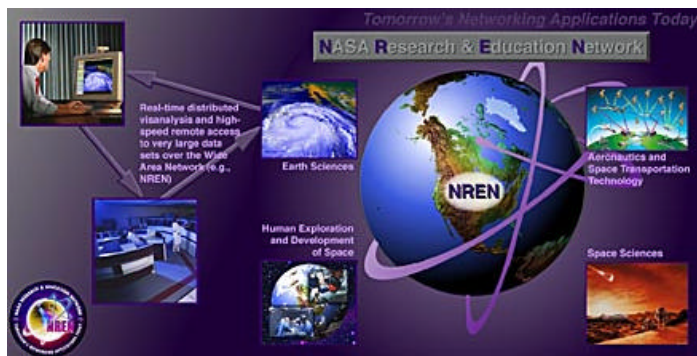


図:NASAのNRENの方策は、右の図式にあるように、最先端のシステムエンジニアリングとアプリケーションエンジニアリングの研究開発を指揮し、最新のアプリケーションを開発し実証することです。

### テストと評価

NISTは開発の全段階で新しいNGIネットワークと基盤技術をテストしたり評価することによって、またそれらの迅速な商業化と普及を促進することによって米国の情報技術産業をサポートします。検査とテストの技術の進歩が研究の設計とプロトタイプの評価を可能にし、NGIのゴール2のテストベッドや通信産業界に新しい技術の移転をスムーズに行うはずで、このゴールは、テストと装置の使用技術が、プロトコルの設計と仕様化のプロセスの一部となることと、ネットワーク自身のインプリメントや展開に統合されることです。

## NGI のゴール 3 の成果と計画

NGIのゴール3は革新的なアプリケーションを開発し実証することです。そのアプリケーションのうちのいくつかは以下のセクションで説明されます。成功したアプリケーションと技術は連邦政府の機関が運用するネットワークや商業科のためのパブリックドメインに移行されています。

### SC98 デモンストレーション

1998年11月フロリダ州オーランドで開かれたSC98でHPNATはNGIのアプリケーションのうちの11のデモンストレーションをサポートしました。その中には以下のものがありました。

- NSF : 科学とエンジニアリングのアプリケーション
- DARPA : 革新的なデータ検索と言語処理
- NIH : 遠隔医療やデータアクセスを含む生物医学的なアプリケーション
- NIST : 遠隔製造、QoS、インターネットセキュリティ
- NASA : データの可視化と航空宇宙関連のアプリケーション

これらSC98のデモンストレーションに関する詳細な説明は51ページ以降にあります。

### 航空宇宙関連のアプリケーション

NRENは、ネットワークの研究の必要性を見極めるために、地球科学とNASAセンターとFAAのような他の連邦政府の機関を含むNASAのプログラムと一緒に緊密に共同作業しています。そのシステムエンジニアリングやアプリケーションエンジニアリング(たとえば、ハイブリッドシステム、高帯域幅、宇宙ステーションのために強化されたネットワークサービス)を通して、NRENは革新的なアプリケーションを開発し実証する手助けをしています。

[P49]

2000 会計年度に NASA は、NREN のテストベッド(622Mbps 以上のワイド エリアネット ワーク)を跨いで、いくつかの Grand Challenge 業務アプリケーションのエンドツーエンドのパフォーマンスを 1996 会計年度に計測されたパフォーマンスの 500 倍に改善することを実証する計画を持っています。革新的なアプリケーションの中には以下のものがあります。

化学者たちが互いに共同作業できる仮想の研究所モデルを設立し、それらのデータやモデルとリアルタイムに相互作用しあうこと。NREN は新しい宇宙生物学研究所と一緒に作業しています。それは NASA と学界および研究組織のパートナーシップで、宇宙生物核に関する学際的な研究を指揮しています。宇宙における生命に関するこの研究所の焦点は、地理的に分散した研究者や天文学者、化学者、物理学者、地質学者、宇宙生物学者のチームをまとめ、高性能なインターネットで結ばれた仮想研究所として運用することです。

コンピュータ航空科学情報科学パワーグリッド(Computational Aerospaces Information Sciences Power Grid)で知られるように、地理的に分散した異質な情報とコンピュータの能力をプロトタイプ化すること。

宇宙への発射や宇宙での活動をサポートするために、分散したエンジニアリング チームと運用チームによる鮮明度の高いカメラとセンサーへのリアルタイム アクセスと事後論議的な(post-mortem)アクセスをデモンストレーションすること。

地上のあらゆるサイトとモバイル プラットフォームを仮想的に接続するネットワーク用人工衛星の星座 LEO や、チームや航空機や宇宙船や世界のコミュニティへのデータの低コストなマルチキャスト配布を可能にする地球に同期した地球軌道(GEQ, Geosynchronous Earth Orbiting)のネットワーク用人工衛星、をてこにすることによって情報流れの遍在を提供すること。

バーチャル リアリティの設定で極端な環境や仮想の世界のリモートによる可視化と操作をプロトタイプにすること。現在 NREN は次のことをサポートしています。ESS の「星々の間に荒れ狂う対流と発電機(Turbulent Convection and Dynamos in Stars)」。これは 3 つのサイトにある星々の中の対流をモデル化します。そのサイトとはそれぞれ別々のデータセットを持っています。仮想分散オンライン クリニック(vDOC)。これは、リアルタイムに 5 つのサイトにある、遠隔による操作や診断や手当てに対する解剖学の 3-D 画像に相関した時間を表示します。テレビ会議やビデオの配給のアプリケーションの一部に要求されるパフォーマンスの保証を与えるには遅延による束縛はきわめて重要です。これらのプロジェクトは高帯域幅でリアルタイムで信頼性のあるマルチキャストに関係しています。そして強化されたネットワーク サービスの環境で同時に走っている多くのアプリケーションをサポートするための手法に対する洞察を与えると見られています。

## 環境データの処理

NOAA は、最新のデータの集合、普及宣伝、共同作業、コンピューティング アプリケーションを可能にするために、その NGI のネットワーク接続を拡張する計画を持っています。NOAA はまた、ワールドワイドウェブ(WWW)上の NOAA の環境情報の最新の可視化をインプリメントするために、WWW のソフトウェア技術を利用しています。

## 医学の接続プログラム

NLM は健康や医学に関連したアプリケーションに対して NGI の利用を実証しています。このプログラムは遠隔出席、遠隔侵入、遠隔心的診療、遠隔マモグラフィ、インターネットワーキング、移動体コンピューティングに及びます。そしてコスト、品質、有用性、効果、健康医療のセキュリティ、健康保健教育、健康保健研究システムの改善を意図しています。それは、離れてコントロールする、感じる、装置を操作する能力に基づいた新しいアプリケーションに導くように設計されます。そして、仮想的にエラー フリーなサービス、セキュリティと医療データのプライバシー、ネットワークの運用管理、共同作業のための基盤を提供することによって、大量のデータを正確に、安全に、ほとんど瞬間的に転送することを可能にすると考えられています。

[P50]

## 主な科学的な設備と結ばれたアプリケーション

DOE の NGI 研究プログラムは、現在はまだ可能ではない広域でデータ集約的で共同作業を行うコンピューティングを可能にするために必要なネットワーク技術を開発すること、理解すること、開発すること、テストすること、確認することに焦点が当てられています。このプログラムは、応用数学、コンピュータサイエンス、ネットワークに関する基礎研究を行っている科学者たちを、科学者と DOE の主な科学的ユーザー設備やコンピュータ センターとを結び付ける新しい方法を開発するために DOE アプリケーションに取り組んでいる科学者たちと統合します。このような研究は、コンピュータによるシミュレーションからのテラバイトからペタバイトのデータセットのリモートによる可視化を提供するために、最新の共同研究室を開発するために、この次に出てくる最新の科学向けコンピュータに対して効果的なリモートアクセスを可能にするために、相対論的重イオン衝突のような年間ペタバイトの設備の効果的な利用を可能にするために必要とされています。これらのアプリケーションは、極端に大きなデータセットと関係していて、科学者が(ほぼ)リアルタイムにデータと対話することができるということを必要とします。

## NGI のロゴ

NGI の研究開発イニシアチブは連邦政府の関係機関を学界や産業界のパートナーと連携します。ここでパートナーとは NGI 機関の資金提供を受けている私企業部門の実体、あるいは NGI のプログラムに協力して貢献している私企業部門の実体のことをいいます。たとえばテストベッド 100x の vBNS のコンポーネントは NSF と MCI によって共同で資金提供されていますし、テストベッド 100x は高性能なネットワーク接続とエンドツーエンドのユーザー サービスを提供するために大学の Gigapop オペレーターと共同作業していますし、Cisco は NREN の QoS テストベッドに参加しています。NGI イニシアチブの意識を育成するために、そしてこのような共同作業のプログラムを促進するために、LSN は認められた NGI のパートナーに NGI のロゴの使用を許可する計画を持っています。

[P51]

## HPCC R&D ハイライト

# SC98 における NGI のデモンストレーション

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/sc98\\_demos.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/sc98_demos.html)

注意：本書は PDF 版の訳なので、各項目についての URL が入っていない。  
HTML 版には、URL が入っている。関連情報参照の URL は、上記の Web ページ参照のこと。

1998 年 11 月 9 日から 12 日まで、フロリダ州オーランド(Orlando)で開催された SC98 において、LSN ワーキング・グループの 6 つのエージェンシーのメンバー、DARPA NASA NIH NIST NOAA および NSF によって 11 の NGI のデモンストレーションが行われました。一連の NGI のデモンストレーションが、はじめて、ワシントン D.C.の外で行われたということは注目すべきことです。NCO が、ネットワーク技術に対する連邦政府の出資に対して産業界の認識を促すためにその研究発表のデモンストレーションを支援しました。NASA NCSA NLANR(National Laboratory for Applied Networking Research) NPACI NSF の IGERT(Integrative Graduate Education and Research Training) およびピッツバーグ スーパーコンピューティング・センター(Pittsburgh Supercomputing Center)の研究エリアのエージェンシー・ブースでも 6 つの NGI のデモンストレーションが行われました。

SC98 のデモンストレーションの内容：

## リアルタイムの機能 MRI(fMRI)：活動中の脳(Brain in Action)の観察

「活動している脳(Brain in Action)」と名前が付けられたこのシステムによって、患者の知覚、感覚の神経が働いている状態における脳の働きをリモートで観察することができます。神経外科医、神経学研究者、精神病医、脳科学研究者などは、この技術を用いて、脳の機能を調べたり、脳の病気を診断し、治療することができますようになります。この技術によって、神経外科医は腫瘍の位置を正確に確認し、腫瘍の近くに位置する特有の知覚、感覚の神経機能を避けて切除する外科手術を行うことができます。

NGI の進展によって、対話型リアルタイム機能、患者の秘密保護、および fMRI データ収集サイト、処理サイト、可視化サイトの間における信頼性の高いデータ配信などが改良されるでしょう。

### 参加者

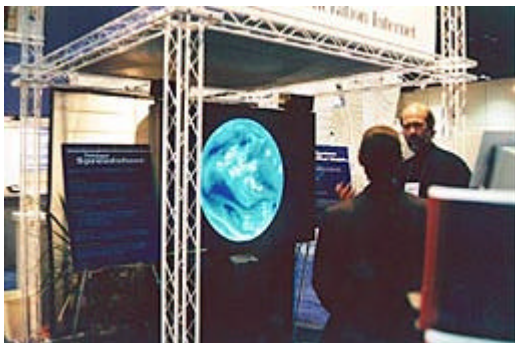
ピッツバーグ スーパーコンピューティング・センター(Pittsburgh Supercomputing Center)  
カーネギーメロン大学(Carnegie Mellon University)  
ピッツバーグ大学(University of Pittsburgh)

### 後援者

NIH:National Center for Research Resources、 National Institute on Drug Abuse、 and National Institute of Mental Health  
NSF



図:上の写真は、SC98(オーランド コンベンション・センター(Orlando Convention Center))で NCO がサポートした展示場への入り口です。NGI の技術は、ここと展示会場内のその他のエージェンシー・ブースでデモンストレーションが行われました。



[P52]

図：SC98 で、NASA と NOAA のサポートによって、研究員が分散イメージ・スプレッドシート(Distributed Image Spreadsheet(DISS))のデモンストレーションを行いました。

# 分散イメージ・スプレッドシート : 衛星からデスクトップへ送られる地球データ

(Distributed Image Spreadsheet:

Earth Data from Satellite to Desktop )

分散イメージ・スプレッドシート(DISS:Distributed Image Spreadsheet)によって、科学者はNASAの地球観測システムの衛星から自分のデスクトップへ送信されてくる地質や大気や海洋の大量のデータセットを可視化し、加工し、そして解析することができます。政府機関、大学、企業、および気象サービス機関などが、大気、海洋、生物、土地利用などの研究のために DISS データを使用することができます。

NGIの進展により、マルチメディアのデジタル・ライブラリのI/Oパフォーマンス、分散ファイル・システムの利用、可視化技術などが改良されます。

## 協力 (Partners)

NASA:ゴダード宇宙飛行センター(Goddard Space Flight Center)、および Ames 研究センター(Ames Research Center)

NOAA:ハリケーン研究部門(Hurricane Research Division)

ミズーリー大学(コロンビア)(University of Missouri)

## ハリケーン予測

NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)は、NGI 資金の提供を受けている機関ではありませんが、NGI の R&D からの恩恵を被ります。NOAA/GFDL の SC98 の展示は、ハリケーン予報システム(HPS:Hurricane Prediction System)に重点を置きました。それは、高性能のコンピュータ予測システム・データたとえば、最近の"Georges"や"Bonnie"などのハリケーンの動きを最長3日間、予測します。予報には、暴風の動きだけでなく、強さ、降水量、および風速、気温、湿度のような3次元の要素も含まれています。このシステムには、広い範囲の地域からハリケーン域までの大気の状態に関する情報が含まれています。1995年以降、NOAAのNCEPは、米国の気象サービス(National Weather Service)で実用のハリケーン予報としてHPSを使用してきました。以来、GFDLモデルは、概ね、他のどのモデルに比べてもより正確に暴風の進路を予測し、生命や国民の財産を救い、また避難に要する膨大な費用の節減にも貢献してきました。

NGIの技術は、観測データの収集を向上させ、市民への暴風警報の報道をもっと効果的なものにするでしょう。

## 参加者

NOAA:GFDL、NCEP、および米国ハリケーン・センター(National Hurricane Center(NHC))

DoD:U.S. Navy Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center

ロード アイランド大学(University of Rhode Island)

## 双方向ビデオ対話

(Interactive Video Dialogues)

音声制御のマルチメディア・シナリオは、教育やトレーニングのためのフェイスツーフェイスで、リアリスティックで、ドラマティックな対話によってユーザーとバーチャルなキャラクターを結びつけます。使用されるソフトウェアは、interactive Drama社によって開発されたConversim(TM)インターフェイス・ソフトウェアです。双方向ビデオ対話(Interactive Video Dialogues)アプリケーションには、戦闘負傷者分類応急手当(combat casualty triage)訓練、知識システム、および言語トレーニングが含まれています。たとえば、世界のどこかに配属されている外国語に通じた軍人が、ネイティブ・スピーカーとバーチャル対話で繰り返し会話することによって言語の上達を維持することができます。

[P53]

NGIは、ネットワークの容量を拡大して、大量のフルモーションで放送品質のビデオを言語認識環境に組み込みます。

## 後援者

DARPA

NIH

## 参加者

Defense Language Institute

## リモート・アクセス多次元マイクロスコープ(RAMM):4次元遠隔顕微鏡検査による生命体の変化の観察

Remote Access Multidimensional Microscopy(RAMM) : Viewing the Changing Threads of Life with 4-D Telemicroscopy

このオンライン・マイクロスコープ(顕微鏡)・システムは、細胞や亜細胞構造の発達時点での生命の組織体の3次元イメージを、対象に影響を及ぼすことなく(non-invasively)デジタル化します。例には、ミミズの胚の分裂やミバエの動いている羽のようなものが含まれています。このシステムは、4次元(3次元空間と時間軸)のデータセットをリモートで入手して、観察して、分析することができます。このRAMMプロジェクトによって、医学研究グループや科学者や教育者が、技術や機材に投資を要することなく、観察や実験のためにリモートから共同利用でシステムにアクセスすることができます。

NGIは、組織体の動きに影響を及ぼすことなくリモートからマイクロスコープを操作するには不可欠のリアルタイム・イメージ作成機能の向上を図り、100+ MBのデータセットを送信できるよう帯域幅を増大します。

## 後援者

NIH:National Center for Research Resources

## 参加者



## ニュース放送ナビゲータ (Broadcast News Navigator)

検索アプリケーションのひとつ、ニュース放送ナビゲータ(Broadcast News Navigator)は、記録されたニュース放送の記事の索引作成、要約、表示を行うものです。政府機関や放送局は、関心のある問題、人、組織、および場所に関するニュース記事を識別して、ながめます。

この目的は言語理解技術における解決策の 1 つであり、それは、会話やテキストや印刷物の情報を探し、それを解析し、それに基づくレポートを作成する能力の増強にあります。これによって、実例のデータから得られるアルゴリズムが生まれ、ニュースからイベントの情報抽出が行われます。そのアルゴリズムは、高性能で、タスクに依存せず、言語にも依存しないものです。この結果、次のようなインパクトがもたらされます。

- 1)要旨をうまく抽出する技術
- 2)領域に依存しないアルゴリズムと統計学習技法の組み合わせによるポータブルなソフトウェア
- 3)より広範に提供可能な言語認識ソフトウェア

この学習アルゴリズムによって、このナビゲータを業務に適用するコストが大幅に削減されます。

NGI は、最新のネットワーク機能を備えていてアプリケーションの性能を評価し、改良をサポートできるユーザー・グループへアクセス権を与えます。



図：ウィスコンシン・マディソン大学(University of Wisconsin Madison)の研究者が、4次元データセットをリモートから見るリモート・アクセス多次元マイクロスコーピー(RAMM)技術利用のデモンストレーションを行いました。

[P54]



図：DARPA と NSA によってサポートされているニュース放送ナビゲータ(Broadcast News Navigator)は、記録されているニュース放送の記事の索引を作成し、要約して、表示します。政府機関や消費者の双方が今日直面している大量の情報源の中からある特定の内容をより効率的に抽出することに力が注がれています。

### 後援者

DARPA

### 参加者

MITRE 社(MITRE Corporation)

DARPA

NSA

## 共同作業のリモート・ロボット・アーク溶接

共同作業のロボット・アーク溶接によって、溶接セル・サイトのエンジニアや設備とリモートのラボラトリの溶接エンジニアの R&D での共同作業が実現し、産業界の溶接の慣習が改善されます。ネットワーク技術によって、両サイトのビデオ接続を実現し、溶接品質情報のリモート監視、共有、解析が可能になります。共同作業のアーク溶接プログラムでは、アメリカの溶接業界(自動車や重工業や造船など)の慣習の改善手段を開発し、デモンストレーションを行います。NGI は、高速で、待ち時間の少ない、サービス保証品質、安全な接続機能を提供して、サイト間のフルモーション・ビデオと、設備とセルのリモート・コントロールを可能にします。

### 後援者と参加者

NIST : NIST の "Manufacturing Engineering Laboratory(MEL)"、および "Materials Science and Engineering Laboratory(MSEL)" によって協同で行われた "National Advanced Manufacturing Testbed Program" の一部

## "Second Web" で地球系探査

Web 上の 3 次元のバーチャル・ワールドが、視聴者を熱帯性暴風雨、森林火災、乱気流、サイクロン、エルニーニョの高解像度でステレオの 3 次元アニメーションへと遠隔誘導します。研究者や教育者は、地球系データを作成し、共有し、自然発生でしばしば危険を及ぼす現象の背後に隠されたパターンと動きを研究します。新しい Web 技術によって、複雑な地球系の細部にわたる観測とシミュレーションをステレオ 3 次元で、ほかの研究者や教育者や一般の人々と共有することが可能になります。

[P55]

NGI は、3 次元 Web 技術とリアルタイムのデータ圧縮機能を兼ね備えた高帯域のワイド・エリア・ネットワークを提供し、それによって、複数のリモート・ユーザーがバーチャルな 3 次元の世界での科学の共有と探索を実現します。

### 後援者

NSF  
U.S. Forest Service  
DOE  
シリコン グラフィックス社(Silicon Graphics, Inc.)

### 参加者

NCAR

## GeoWorld: 災害救援のためのデジタル・ライブラリと地理学情報システムの集大成

デジタル・ライブラリと地理学情報に関する技術という 2 つの技術の相乗効果によって、"GeoWorld" は、ある地域に関して知られているすべてのものを検索し、まとめて、豊富な表示フォーマットで表示します。これによって異なる場所にいるユーザー・チームが協力して、災害状況を査定し、適切な対応策を策定できるようになります。"GeoWorld" は、責任遂行チームが災害の影響を査定し、対策に寄与する物資とパートナーを明確にし、対策に関する地理的制限を査定するのを手助けして、人道的援助をサポートします。"GeoWorld" は、ビジネス・プラン、地方自治体の土地活用、法律の施行、情報分析などにも適用することができます。"GeoWorld" が最大の効果を発揮するためには、地図やイメージやドキュメントなどの大量の情報を送信するため、きわめて高帯域で制御される QoS を必要とします。NGI の技術によって、リモート・ソースからのリアルタイムの地理情報システム・データへのアクセスの向上が図られ、また、複数の共同作業の災害救援活動もサポートされます。

### 参加者

Southern California Information Sciences Institute(大学)(University of Southern California Information Sciences Institute)  
南カリフォルニア大学の Department of Geography(University of Southern California, Department of Geography)  
California Santa Barbara Alexandria 大学のデジタル・ライブラリ プロジェクト(University of California Santa Barbara Alexandria Digital Library Project)  
Urbana-Champaign Digital Library Initiative のイリノイ大学(University of Illinois at Urbana-Champaign Digital Library Initiative)  
アリゾナ大学の Artificial Intelligence Laboratory(University of Arizona Artificial Intelligence Laboratory)  
カリフォルニア大学バークレー校のデジタル・ライブラリ プロジェクト(University of California at Berkeley Digital Library Project)  
イリノイ大学 NCSA(University of Illinois NCSA)

## インターネット・セキュリティのテストと評価

200 人以上もの研究者や製品開発者が、新しいセキュリティ・プロトコルと製品に関して、R&D 用の NIST ツールを使用しています。たとえば、NIST Cerberus/Pluto++ は、IP セキュリティと IKE プロトコルのプロトタイプを試作品です。Web ベースの相互運用性(interoperability)テスト システムである IPSec WIT によって、研究者や製品開発者は、システムやソフトウェアを再配置(relocate)することなくいつでもどこでもセキュリティ・プロトコルの相互運用性(interoperability)テストが可能になります。



図: NIST は、セキュリティ・プロトコル/キー管理/証明システムの統合、セキュリティ・ポリシーの構築と管理、およびセキュリティの QoS やその他の新しい NGI ネットワーク・サービスへの組み込みに関する NGI の研究をサポートします。

[P56]

NGI は、セキュリティ・プロトコル/キー管理/証明のシステムの統合、セキュリティ・ポリシーの構築と管理、およびセキュリティの QoS アーキテクチャとその他の新しい NGI ネットワーク・サービスへの組み込みに関する研究をサポートします。

## 後援者と参加者

NIST  
NSA



図：オーランド コンベンション・センター(Orlando Convention Center)の会場の NCO ブースで SC98 会議の参加者に説明している NCO のスタッフ

## IP QoS のテストと測定

300 人以上ものインターネット研究者や製品開発者が、QoS 関連の開発にあたって、NIST の IP QoS テスト・ツールを使用しています。NIST Net は、複合 (complex)IP ネットワークの任意のパフォーマンス特性をエミュレートし、アプリケーションやプロトコルの R&D に対する制御された再現性のある QoS の感度実験を可能にします。NIST スイッチは、実験的な MPLS、QoS ルーティング、および QoS 信号化プロトコル・メカニズムの研究におけるプロトタイプのパラダイムです。分散インターネット・プロトコルとパフォーマンス (DIPPER : Distributed Internet Protocol and PERFORMANCE) によって、ひとりの研究者が、複数のリモート ロケーション間の IP QoS 信号化と転送メカニズムをテストすることができます。

NGI は、QoS ルーティング、信号化、管理をサポートする拡張性のあるアーキテクチャとメカニズムに関する研究、および新しい NGI プロトコルの機能とネットワークのための最新のテスト、測定、解析に関する研究をサポートします。

## 後援者と参加者

NIST

# 高信頼性システム(High Confidence Systems(HCS))

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hcs.html>

HCS の R&D は、可能な限り高度な、システムの可用性、信頼性、安全性、セキュリティ、および存続生存性(survivability)の達成に必要なきわめて重要な情報化技術に焦点を合わせ力を注いでいます。高信頼性システムは、その働きの因果関係がよくわかり、予知も可能なものです。それは、内外からの脅威に耐え、自然発生の危険だけでなく高度な数々の悪意ある攻撃にも対処しなければなりません。HCS 技術を組み込んだシステムは、コンポーネントの障害や悪意のある巧みな操作に対処し、適切な対応や再構築によって、損傷や探知からの脅威に対処します。

化学製造、発電、金融、医療、工業、石油/ガス製造、輸送、さらに、救急サービス、治安機関、防衛機関などもセキュリティ、安全性、生命の確保ができるシステムが要求されます。発電と搬送、銀行、医療移植、自動の外科的補助器具、輸送などで使用されるシステムもまた信頼性の高いコンピュータや通信技術が必要です。

この章では、代表的な HCS の 1999 年度の遂行案件と 2000 年度の目標について述べます。

## NSA の HCS 研究プログラム

NSA は、情報セキュリティ(Information Security(INFOSEC))研究協議会(Research Council)をサポートし、それに参加して、DARPA DOE, NIST および DoD のサービス ラボラトリとともに研究プログラムの調整を行っています。NSA の HCS 研究プログラムの目標は、情報保証(Information Assurance(IA))の解決策が最新の情報化技術と歩みを共にして、不可欠のセキュリティ・サービスを提供することを確実なものにすることにあります。IA のプログラムには、ネットワークにおけるアクティブな防衛、安全なネットワーク管理、およびネットワーク・セキュリティ・エンジニアリングの技術分野、および暗号と安全な通信技術に関する研究分野が含まれています。

### ネットワークにおけるアクティブな防衛

ネットワークにおけるアクティブな防衛は、研究と最新技術の発展を促し、調整して、DoD の防衛情報オペレーションをサポートします。最近、実現したことは、"Defense Science Board" の勧告に対応して DoD の最小必須情報インフラストラクチャ(Minimum Essential Information Infrastructure(MEII))のスタディが完了したこと、ならびに Davis のカリフォルニア大学の"Pacific Institute of Computer Security"と SDSC の設立です。ここでは、不法侵入の解析をサポートするツールやコンピュータ法案の研究開発を推進します。今後の研究努力で、いろいろなタイプの攻撃やそれらの出所や目的を解析するための新しいツールや技法、およびマニュアルや自動による対応をサポートする技術などが開発されるでしょう。

NSA は、ネットワーク攻撃解析に、"SIGnals INTelligence(SIGIN)"アプリケーション用にオリジナルに開発した"PARENTAGE"という可視化ツールを適用してきました。NSA は、ネットワーク防衛アプリケーション用にさらなる SIGINT 技術の調査を進めます。今後の R&D は、ネットワーク攻撃のビジュアル解析においてプロトタイプの実現に焦点を合わせ力を注ぐでしょう。それらは、極めて大規模なシステムに関する多様な大量のデータセットを表示するものです。また、NSA は、いろいろな侵入シナリオのもとで、自動的なネットワークの適切な対応を解決する R&D を開始します。移動体関連のエージェントの研究では、ネットワーク攻撃の検出と対応にこの技術の適用を検討します。



図：人相認識によって、コンピュータ ワークステーションへのアクセス規制を簡単で手を使わないで行うことができます。左上と右上の2枚の写真は、NSA でテスト中の実験レベルの3次元の人相認識システムです。このシステムは、赤外線によるイメージ化技術を使用しています。左の写真は、NSA の研究者が、コンピュータ制御の高精度位置決め用の台を使って人相認識システムのテストの準備をしているところです。

### 安全なネットワークの管理

安全なネットワークの管理の R&D は、情報共有、ネットワーク制御、および情報システム内のイベントの監視のための安全なプロトコルの開発によるセキュリティ管理インフラストラクチャをサポートします。NSA の IETF を介した"Internet Security Association and Key Management Protocol(ISAKMP)"規格の開発によって、国内のセキュリティ ユーザーのニーズに合った安全なネットワーク接続に対するフレキシブルな機能が提供されます。今後の研究は、セキュリティが強化されたインターネット・プロトコル仕様、試作品、および国際規格本体のサポートの実現を援助します。

NSA は、IPSEC の試作品を開発しています。ルーティング セキュリティ メカニズムとグループ キー管理サービスに加えて、進行中の R&D は、キー管理、部分キー(fractional keying)、およびマルチキャストのための非暗号技法の試験(Proofs-of-concept)に焦点を合わせ力を注ぎます。キー管理のインフラストラクチャを安

全なものとする新たな研究には、アメリカ標準化機構(American National Standards Institute(ANSI))の X.509 の証明ディレクトリ サービス(certificate directory service) セキュリティ属性に対する管理と解除機能と安全な結合、キー生成と復元、複数のセキュリティ ドメインからのクロス証明、および信託タイムスタンプが含まれます。

[P59]

## ネットワーク・セキュリティ・エンジニアリング

ネットワーク・セキュリティ・エンジニアリングは、ダイナミックで広範な情報の共有と協調による広域分散のシステムとサービスによって特徴付けられたネットワーク環境における情報のセキュリティの提供に関与しています。この R&D は、安全なハードウェア、ソフトウェア、およびネットワーク化されたシステムにとって必須の解決策に注目しています。サイバーからの攻撃に対して監視、管理、防御を行う細目を確立するために、境界定義は、ネットワークの境界の明示と保護の問題に注目しています。境界保護は、主として、アドレスするデータに関する通信のフィルタリングを行う高性能の ATM のファイアウォールによって現在管理されています。また、NSA は、その内部ネットワークを保護するため、この分野の研究成果が商品化されたものを使用しています。新しい研究は、より高い効率と効果、および現在可能なものよりもっと高いデータ伝送速度の実現を目指して、データ自体または特定のプロトコルにフィルタ機能を付加できる高信頼と高性能の境界保護デバイスを開発します。ふさわしい IA ソリューションの開発のために、NSA は、IP スwitching のような進んだ ATM ネットワーク スwitching 技術のセキュリティ関係の評価プログラムも担当します。

NSA の研究は、オブジェクト技術の利用におけるセキュリティに関する問題に注目しています。研究者は、分散化されたオブジェクトベースのコンピューティングに大きく関係するセキュリティ問題を明確にし、管理グループ(Object Management Group's(OMG) Common Object Request Broker Architecture(CORBA))による採用を目指した解決方法を開発しています。

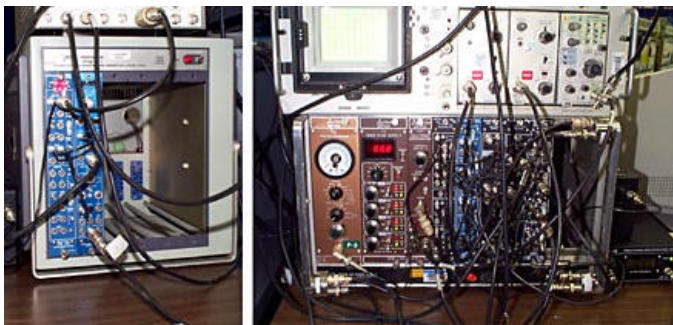
オペレーティング・システム セキュリティの R&D では、NSA は、ユタ大学(University of Utah)が開発した Fluke オペレーティング・システムに組み込むセキュリティ関連のコンポーネントを製作しました。今後の研究は、セキュリティ・ポリシー サーバー、セキュリティ・サービス・ネゴシエーション・サーバー、暗号化や認証のためのオペレーティング・システム サーバーを含む暗号化サブシステムなどのような新しいセキュリティ コンポーネントのプロトタイプ化に焦点を合わせ力を注ぎます。

ネットワーク・セキュリティ・エンジニアリングの研究には、人、ファイル、セキュリティ・ポリシー、およびハードウェアに適用される識別と認証(identification and authentication(I&A))も含まれます。NSA は、強力で信頼できる測定法とスマートカードの I&A 技術を産業界に提示します。2000 年度のプログラムは、基礎的な測定識別技術の研究、指紋認識、人相と話し手の認識、アルゴリズムの高速化、および現在インストールされているプロトタイプ・システムの評価に注目しています。試験的(Proofs-of-concept)モデルが、異なるクラスの情報レベルの間で確かな保証交換(assurance switching)を可能とするネットワーク コンピュータのデモンストレーションのために利用可能になるでしょう。NSA の保証(assurance)に関する研究は、キー生成と核コマンドの検証とコントロール・デザインの検証、リモートのインターネット・サイトからダウンロードされる信用できない Java コードの実行におけるリスクの削減、およびセキュリティ・ポリシーと信用ポリシーの確かな保証モデルの作成に関する活動からなっています。手が増えられた物理的な変造からの保護機能の提供を目指している NSA の研究は、最終的には、産業界のパートナーと組んで、半導体のチップウェハーの保護コーティングを開発し、ユニークで、容易に生成できる行政用の安全保護機能を開発するため、市場にてこ入れをします。

## 暗号化

国の主な暗号化リソースとして、NSA は、連邦政府の暗号化アルゴリズムを提供しています。最高レベルの暗号化の経験と背景に、NSA は、軍、DoD、および情報機関のユニークな要求に対応する新しいアルゴリズムを設計しています。NSA の多年度のパブリック・キー暗号化研究の努力によって、効率的なパブリック・キー アルゴリズムとプロトコル、より高速で効率的な算術技法、楕円曲線ソフトウェア、先行学習認証技法、関連技術サポート、およびパブリック・キー暗号化規格サポートに対するデザインが生み出されるでしょう。

[P60]



図：左の写真の装置は、NSA の研究成果の 1 つで、単一光子(single photons)の利用を実現したもので、光ファイバーを通して、暗号化されたメッセージを送信します。この最先端技術によって、通信妨害に対する企てを防御できます。右の写真は、実験的な量子暗号化システムの拡大図です。次の研究段階は、この実験段階のプロトタイプを輸送可能な装置にまで小さくする試みです。NSA の量子暗号化実験は、この新しい技術の実現の可能性を示しました。この技術が重要な情報を保護する上で実用的で強力な方法であることが今後の研究でまもなく証明されるでしょう。

量子コンピューティングは、伝統的な暗号化に対抗する新しく強力な存在となるでしょう。NSA の研究者は、基本的な保護モードとして量子物理学を使用するキー交換技法を採用することによって、これに対抗し始めました。最近の研究は 47 キロメートルの光ファイバー・ケーブル上でのキー交換の実現の可能性を示しました。NSA もまた量子コンピューティング技術で、攻撃に影響されることのない新しいクラスの暗号化について考案するでしょう。

NSA は、連邦政府全体の努力を促して、暗号化技術を広く使用されているアプリケーション ソフトウェアに統合する標準インターフェイスを開発します。認証や暗号化などのセキュリティ・サービスをより容易に暗号化 API(CAPI)使用の市販品へ組み込むことができるようになります。これによって、RSA Data Security 社のような企業で商用として開発されたソフトウェア アルゴリズムから、Fortezza などの DoD 開発のハードウェア技術まで、ユーザーが必要とする保護レベルを選択できます。NSA は、Common Data Security Architecture(CDSA)で研究されているような、CAPIs の高い保証参照の実現と、より広いクラスのセキュリティ・サービスのための規格を開発します。研究者は、簡単なファイルや電子メールから複雑なマルチメディア通信に及ぶデータ保護の一連の包括的なセキュリティ機能を提供するでしょう。

## 安全なコミュニケーション技術

情報伝送とその関連インフラストラクチャはたびたびの危機と攻撃における高い保証能力を示さなければなりません。NSA の研究は、次のような実現可能な技術を包含しています。それらは、音声符号化、ワイヤレス通信、高速暗号化、および光ネットワークです。

符号化の研究は、戦術上の音声通信のデジタル化、暗号化、および伝送に必要な低ビット伝送アルゴリズムを開発します。無線の研究は、無線サービスの脆弱性を調査して、対応を考え、その結果を規格に反映させ、重要な無線技術の選択のデモンストレーションを提供し、解決のための作業を効果的に確認するのに必要なテスト、評価、および検証を行います。NSA は、ヨーロッパの GSM セル(携帯電話)式通信システムの STU-III 安全音声サービスが利用できる技術を開発しました。その結果、DoD の安全な音声技術が延命されています。2 つの新しい技術開発には、軍事用の無線のマルチメディア通信を示すための端末、および軍事上のセル式通信のいくつかのサービスの否定的脆弱性を克服できるようになった Army Communications Electronics Command との共同成果があります。

[P61]

高速で安全な通信に関する研究には、より高性能のマイクロエレクトロニクス、高度なパッケージング、および高効率の暗号化アルゴリズムが含まれています。研究者は、セキュリティ問題に対処するために、顧客と相談しています。暗号化では、NSA は試験的(Proofs-of-concept)10Gbps ATM の暗号化機能を開発します。光通信の研究者は、暗号化アプリケーションのための試験的(Proofs-of-concept)光論理技術とスイッチング デバイスの開発にあたり、光子のキー生成機能にこの技術を組み込むという長期的な目標をもっています。

## 情報の存続生存性(survivability)

DARPA は、サポートしている情報インフラストラクチャを通じた攻撃に対して DoD の重大な使命をもつ(mission-critical)システムを保護する技術を開発しています。これによって、強力な保護、より高い性能、また数千サイトへも拡張できるより費用効果の高いセキュリティ対策が実現し、安全で存続生存性(survivability)のあるシステムの防衛要求が満たされます。

情報の存続生存性(survivability)という意味では、さまざまな脅威環境における広範な性能に関係する領域で使用される大規模な異機種環境システムを保護するためのハードウェアとソフトウェア技術の初期プロトタイプ化に焦点を合わせ力を注いでいます。DARPA は、情報戦争の敵が利用することができた国家と防衛コンピューティング インフラストラクチャの脆弱性を緩和する存続生存性(survivability)技術を開発しています。侵入検出システムは、防衛インフラストラクチャにおける攻撃の検出、損害の評価、および重要なインフラストラクチャ コンポーネントの危機モード操作を許容しつつ取るべき適切な対応を可能にします。

DARPA は、高信頼性のネットワーク技術を開発しています。それには、敵対環境においても容易な継続操作を可能とするよう設計されたセキュリティ メカニズム、付加価値セキュリティ・サービス、および強健なネットワーク プロトコルが含まれていて、それらは、ネットワーク インフラストラクチャと統合されます。

モジュール構成のセキュリティ・サービスとメカニズムを提供し、高信頼性の分散コンピューティングを可能にし、また、地理的に切り離された組織の部分部分があたかも、共通のセキュリティ関連を共有するように交信することも可能とするような高信頼性のコンピュータ・システムも開発中です。また、これには、安全で、フォールト・トレラントなオペレーティング・システム、ファイアウォール、およびシステム管理ツールも含まれています。保証と統合のツールは、高保証と高信頼性のシステムとそれらのセキュリティの特性に関する推論能力の開発を目指しています。



図: NSA の技術デモンストレーション センター(Technology Demonstration Center)は、エージェンシーのたいへん革新的な開発の多くの見本を展示しています。設備へのアクセスは、左の写真のようにカスタマイズされた指紋認識システムによって管理されています。

[P62]

## 高性能ネットワーク環境

NASA は、システムの安全面で高信頼性の達成を援助する技術を開発しています。それには、高性能のネットワーク環境におけるネットワーク・セキュリティと信頼性、および複雑で高性能のネットワークにおけるセキュリティ、QoS、ルーティングを含む管理方針を実現する効果的なネットワーク管理のための新しい技術とアプリケーションが含まれています。

## NSF のコンピューティング コミュニケーション研究

NSF のコンピューティング コミュニケーション研究(Computing-Communications Research(C-CR))プログラムは、フォールト・トレラント、ハードウェア冗長化構造、高信頼性システムに関する研究をサポートします。

## Java セキュリティ

NSF は、Java、JavaScript、および ActiveX などの可搬性のあるコード体系のセキュリティに焦点を合わせ力を注いでいるプリンストン大学(Princeton University)の安全なインターネット プログラミング プロジェクトをサポートしています。Java 言語とそれをサポートする HotJava とネットスケープの両方を調べていた研究者は、セキュリティを危険にさらす多くの問題点を発見しました。それらには、インプリメンテーション エラー、ブラウザの機能の間の意図しない相互作用、Java 言語とバイト コード セマンティック間の相異、および言語やバイト コード フォーマットのデザインの弱点が含まれています。研究はまた、Web アプリケーションの作者が望む公開性とそれらのユーザーのセキュリティ要求の間の基本的な論点を調査して、両方が受容できる方法を探っています。

## 米国情報保証パートナーシップ

(National Information Assurance Partnership(NIAP))

NISTとNSAは、米国情報保証パートナーシップのパートナーです。このパートナーシップは、情報セキュリティ製品の品質を高め、客観的に評価されたそれらの製品における消費者信用を高めるためのプログラムです。事業と消費者がファイアウォールからデータベース管理システムに及び、商品としてすぐ入手できる (commercial off-the-shelf (COTS)) のコンピュータ・セキュリティ製品を選択するのを援助する目的で、2つのエージェンシーが、これらの情報化技術製品が国際的な規格を満たすことを確認するためのプログラムを展開しています。このプログラムは、共通基準(Common Criteria)であるコンピュータ・セキュリティ製品のための国際規格の中核となるでしょう。

共通基準(Common Criteria)ベースの評価は、公認の民間セクターのラボラトリーで行われて、NIAPがその結果を確認します。NIAPは、共通基準証明書を発行します。証明書は、共通基準相互認証同意(Common Criteria Mutual Recognition Agreement)において、他の署名国によっても認められるでしょう。

プログラムの目標は、  
共通基準ベースの評価システムの操作  
民間セクターのラボラトリーにおけるセキュリティ評価の準備  
それらの評価が一貫した規格を満たすのを確認して、その結果、製品の信用増大が生み出されること  
評価された製品の可用性の向上  
製品の輸出に役に立つ雰囲気作り

[P63]

高品質で、費用効率がよく、一般のドメイン テスト方法とテストを展開すること

## 役割ベースのアクセス制御

(Role Based Access Control(RBAC))

ますます複雑になっているIT環境において、オンライン・ドキュメント、機能、またはシステムへのアクセスのためのアクセス制御規則の詳細で正確な仕様は、重要かつますます難しいものになってきています。一方、従来の方法は、個々のユーザー、ファイル、およびその他のシステム オブジェクトに焦点を合わせていました。現実の世界では、アクセスは、ユーザーが仕事の中で想定する役割に基づいて管理されています。NISTは、新しいアクセス制御モデルである役割ベースのアクセス制御(Role Based Access Control(RBAC))を開拓してきて、それはユーザー組織の必要性によく合致しています。NISTは、Webベースのアプリケーションを含む多くの環境でこのモデルを実現しています。

## NIST ソフトウェア技術と規格

NISTは、ソフトウェア開発と分析のツール、技術のテスト、および規格を作成するいくつかの分野で活動しています。

ソフトウェア品質: 産業界がソフトウェア開発と保守の品質を改良するのを援助して、NISTは、変数とリソースに対するソフトウェアの処理を追跡するモデル方法、およびツールを開発しています。トピックスとしては、フォーマルメソッド、セマンティック正確性、性能査定、およびベンチマークなどがあります。

ソフトウェア分析: NISTの研究者は、静的、動的なソフトウェア分析のためのツールを開発しています。仕様への順応度を測定して、仕様からの逸脱の原因を診断することに焦点を合わせ力を注いでいます。最初のR&Dは、テスト経路を発生させたプログラム スライシングのための静的分析ツール、そして、Webアプリケーションにおけるプレ、ポストの条件違反の検出のためのオブジェクト クラスが対象となるでしょう。NISTは、ソフトウェア開発の有効性の測定、方法をテストするための故意の誤りを含んだ実験ソフトウェア設計と規格参照ソフトウェアを開発しています。

ソフトウェア保証: NISTは、生産的な使用のための高安全性の入手可能なソフトウェアを作り出す技術を提供します。NISTは、高品質のソフトウェアを開発し維持するための基本的なライフサイクルのプロセスのガイド、および特定の保証問題に対処するための進んだ開発、評価、ならびに測定技術を提供します。

順応テスト: NISTは、産業界、ユーザー社会、および順応規格テスト機能をもつテスト ラボラトリーを援助するために、性能テスト シナリオ、テスト手順、および一連のテストを開発しています。NISTは、テスト サイクルにおいて早期に順応規準を取り上げて組み込むために、他の規格組織と協調して活動しています。

ソフトウェア規格: NISTは、連邦政府のユーザー コミュニティが関心を示す規格作成母体への技術的な貢献をしています。また、規格委員会との連絡機関としても働いています。NISTは、連邦政府の情報処理規格(Federal Information Processing Standards(FIPS))のためにオンライン情報検索システムを開発して、維持しています。

## 遠隔医療と安全な患者記録

1999年度は、患者の医療記録を正確性とプライバシーを保護しつつ、蓄積して、伝送するための技術に関する研究をサポートしてきました。現在のプロジェクトは、ヘルスケアへのHCSの技術の適用を推進しています。それには、ヘルスケア提供者がリモート ロケーションの患者ヘリアルタイムの処方を与える遠隔医療共同技術が含まれています。

[P64]

## HCSの国家研究アジェンダ

すでに進行中のベース研究プログラムに加えて、HCSのエージェンシーは、高信頼性システムの保証された構築を可能にする技術に関して、新しい研究に対するHCSの国家研究アジェンダを展開しています。このアジェンダは、ソフトウェアおよび商品化技術ベース上での信頼性の向上、規模と複雑さの増大、システム性能要求に起因する圧力、相互接続性に対する要求、市場への早期投入、および脅威などの挑戦課題に必要な重要な情報化技術に焦点を合わせ力を注いでいます。

アジェンダの目標は次のような内容です。

保証された安全確実なシステム構築のための健全な理論的、技術的な基礎の提供  
偏在するアプリケーションベース、ドメイン ベースで、かつリスクベースの保証を取り入れたソフトウェア、ハードウェア、およびシステムのエンジニアリングツールの提供  
システム保証活動の努力、時間、および費用ペナルティの減少

技術ベースの公共ドメイン、急速な普及を可能にする高信頼性技術の最新プロトタイプによるインプリメンテーションの提供  
信頼性を評価する測定または他の証明の提供

これらの目標を達成するために、アジェンダは、HCS 基盤での研究を提案し、高度の安全性、高度のセキュリティ、また、その他の重要なシステムにおける高信頼性を達成するために理論的、科学的な基礎のサポートを提供します。このアジェンダは、システムに保証機能を組み入れるために HCS のデザイン、ツール、および言語技術における研究を提案します。それには、高い信用を通常必要とするコンポーネントとシステムの試作品を提供するためのエンジニアリングと実験のコンポーネントが含まれています。HCS 技術のインプリメンテーションを例示して、採用を支援します。また、評価を援助します。アジェンダには、重要な任務をもったエージェンシー システムを目指し、HCS 技術をユーザー ドメインに適用するパイロット プロジェクトとデモンストレーションが含まれます。

HCS の研究アジェンダの準備は、その一部である IT2 イニシアティブのデザインに貢献してきました。

高信頼性システム ワーキング・グループ(High Confidence Systems Working Group)は、HCS の国家研究アジェンダをワーキング・グループの副議長であった NSA の Andy Arenth 氏の記念として捧げます。Andy 氏は、最終目標である統一されたビジョンを確立する上で、巧みにグループを鼓舞し、指導しました。彼の貢献とリーダーシップに心から謝意を表し、決して忘れることはありません。



# 人間中心システム

(Human Centered Systems(HuCS))

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hucs.html>

HuCS の R&D は、人間とコンピュータ・システムと情報リソースがより効果的でトランスペアレントに働くのを可能にする技術改良に焦点を合わせています。HuCS の研究への連邦政府の投資によって、コンピュータ・システムと通信ネットワークのアクセス容易性と利便性の向上がもたらされます。HuCS の研究者は、以下のことに焦点を合わせ力を注ぎます。

- 膨大な量のさまざまなコンテンツをもつ世界規模の情報システムを作成、使用する能力の向上を図ります。
- 人々がコンピュータを利用する上での有効性と快適さを増大させます。
- コンピュータの可用性を我々の社会のすべての人々に広げます。
- センサーや移動体が人間に順応するような環境を作ります。それによって仕事をより早く効果的に完結することができます。

科学者、技術者、医師、教育者、学生、従業員、および一般人のすべてが HuCS 技術の潜在的受益者です。

2000 年度の焦点は以下の通りです：

- 人々が複雑なデータベースからデータとイメージをよりよく収集、管理、分析してまとめ、提示するのを可能にする知識リポジトリ、情報エージェント、およびデジタル・ライブラリ
- トレーニング・システムと実験評価のための増大する研究データの収集と注釈付け
- 音声認識ツールを含むマルチモーダル(Multimodal)な人間-コンピュータ インターフェイス - 会話認識ツール、オーディオ・インターフェイス、および視覚デバイスとタッチセンス(haptic)デバイスなどがある - それらは、情報化技術分野への汎用的なアクセスの提供、また、人間が、身体的能力や教育や文化にかかわらず、見たり、聞いたり、触ったり、ジェスチャーでコンピュータとの対話を可能にすることを手助けします。
- シミュレーションや問題解決環境において人間の知覚と理解を増進する可視化、バーチャル・リアリティ、および 3 次元のイメージ ツール
- 知識共有、グループ意志決定、リモート機器の制御、および大規模な分散システムにおけるデータ共有を容易にする協調化機能(共同実験室：collaboratories)
- 外国語文献および音声-to-音声の翻訳、解釈、理解を向上させ、また国境を越えた共同作業を促進するような、多言語技術

## 知識と分散知性

(KDI : Knowledge and Distributed Intelligence )

コンピュータ・パワーとインターネット接続性における最近の進歩は、人々と組織の間関係を再形成し、発見、学習、およびコミュニケーションの過程を変容させつつあります。これらの進歩は、膨大な量の知識と情報への迅速で効率的なアクセスを提供し、より複雑なシステムを広く研究し、これらのシステムの中で、学習と知性の我々の理解を増大させるような、空前の機会を作り出しています。

これらの機会の利用を促すために、NSF の財団全体の知識と分散知性(Knowledge and Distributed Intelligence (KDI))プログラムは、技術的な革新と社会への技術の適用を加速しようとしています。KDI の研究で予期される恩恵には次のようなものがあります。

- 深く、広範な科学的な発見
- 科学的な生産性とその結果のタイムリーさと品質の向上
- より複雑で大きい構造の問題を扱う能力の増大
- 新しい科学技術コミュニティの創設による目新しい発見の探索
- より豊かな学習ツール、技術、および環境の開発、およびこれらのリソースとツールへのより普遍的なアクセスによる科学技術教育の増進
- 学習の過程と成果の理解の向上
- 自然や人工システムの分散知性の基本的処理についてのより完全な理解
- 情報を集め、アクセスする増強された能力の法的、倫理的、および社会的実践の理解
- 社会への新しい理解と技術的革新を対話して、転送する高められた能力
- データの膨大な蓄積を利用する上での統計的なデータ整理、データの可視化、データ探掘、および検索のためのデータ編成の進歩
- 現実の世界における各種のデータの不確かさを表現し、計算し、評価する方法の改善

## 知識ネットワーク (Knowledge Networking(KN))

1999 年度、KDI は、知識ネットワーク(Knowledge Networking(KN))、学習と知性システム(Learning & Intelligent Systems(LIS))、および新しいコンピューティングの挑戦(New Computational Challenges(NCC))に焦点を合わせ力を注ぎました。HuCS の R&D は主として KN に関して行われました。NSF の LIS の成果は、本書の「ETHR」の章に記述されています。なお、NCC の成果は「HECC」の章に記述されています。

NSF の KN の活動の目標は、(1)分散システムの中で知識が生成されて、対話が行われ、評価され、価値を得るまでの基本的な過程を理解することと、(2)知識生成と利用、協調計算、および遠隔交信の技術的、社会的、教育的、かつ経済的な性能を向上させることにあります。

KN は、次世代の通信ネットワーク、関連情報リポジトリ、協調作業技術、および、新しくもっと安全な方法で知識を収集、生成、分配、使用、評価するための知識管理技術を、開発し採用するための、多くの専門分野からなる研究をサポートしています。その活動には、知識ネットワークにおける人間、行動、社会、倫理の面に関する研究が含まれています。

[ P67 ]



図： Rutgers 大学の「人間-コンピュータ・インターフェイス」の研究者は、ユニークなカフィードバック変換器を開発しました。これによって、外傷性の負傷から回復しつつある手足の段階的運動をコンピュータで制御したり監視したりすることができます。変換器は、手のグローブと足のブーツにぴったり合うように埋め込まれていて、きめられた持続時間、プログラムされた力と動きを負傷している手足に加えます。医療の専門家がリモートからコンピュータ・ネットワークを介してリハビリを監視します。そして、患者はコンピュータ化されたリハビリ運動のライブラリにアクセスができます。上の写真は、Rutgers 大学のカフィードバック・システムです。下の写真は、リモート・リハビリを行っている患者です。この研究は、NSF STIMULATE イニシアティブと障害者への対応(Aid to Persons with Disabilities)プログラムのもとでサポートされています。

## STIMULATE

会話、テキスト、イメージ、およびマルチメディアの最新技術に関する活動(Speech, Text, Image, and MULtimedia Advanced Technology Effort(STIMULATE))は人間とコンピュータとの対話を改善しようとする NSF, DARPA および、NSA によって資金供給がなされたマルチエージェンシーの研究者の活動です。研究者は、ジェスチャ、表情、筆跡、イメージ、およびビデオなどの多重言語と様式を使用して新しく、革新的なコンピュータ インターフェイスを製作することに焦点を合わせ力を注いでいます。STIMULATE によって開発される多様式の装置は身体障害や言語障害や読解力のない人々が、コンピュータと通信の技術へアクセスする手助けをします。

## デジタル・ライブラリ イニシアティブ フェーズ2

(Digital Libraries(DL) Initiative, Phase Two)

1995 年に始められた最初のデジタル・ライブラリ イニシアティブ(Digital Libraries Initiative(DLI))は、NSF, DARPA およびNASA の協力による 4 年間の共同作業のプログラムでした。その目標は、いろいろな電子化フォームに蓄えられたさまざまなタイプの情報とコンテンツを含む広く分散された知識リソースを集約、格納、整理して、使用方法を進歩させることでした。

[ P68 ]

現在、フェーズ 2 では、DL の活動は、目下、NSF, DARPA, NASA, NLM, 国会図書館(Library of Congress), 国立公文書・記録管理局 (National Archives and Records Administration), スミソニアン協会 (Smithsonian Institution), 美術館・図書館業務研究所 (Institute of Museum and Library Sciences) とのパートナーシップで集まった人文基金 (The National Endowment for the Humanities) のマルチエージェンシーで行われています。DL フェーズ 2 では、教育、工学、デザインなどの分野、地球科学や宇宙科学、生命科学、地理学、経済学、芸術および人文科学における次世代デジタル・ライブラリの開発、グローバルに分配されてネットワーク化された情報リソースの利用と利便性を向上させ、また、そして、新しいコミュニティも既存のコミュニティも革新的なアプリケーション分野に焦点を合わせ力を注ぐように奨励しています。DL フェーズ 2 はまた、情報作成、アクセス、利用から記録、保存までのデジタル・ライブラリのライフサイクルにも注目します。また、研究、教育、商業、防衛、健康サービス、レクリエーションなどの人間の活動におけるデジタル・ライブラリの長期にわたる社会的、生態的、経済的な影響を研究します。デジタル・ライブラリ フェーズ 2 イニシアティブのきわだった特徴については、80 ページ以降で説明します。

## バーチャル・ロサンゼルス:

大規模な都市環境に対するリアルタイムの可視化システム



図： バーチャルなロサンゼルスのダウンタウンの散歩  
この NSF サポートの UCLA のプロジェクトの目標は、土木工学、都市デザイン、および都市計画の問題解決を支援することにあります。

NSF によって資金供給を受けた UCLA の都市シミュレーション・チームの研究者は、「バーチャル・ロサンゼルス」を開発してきました。それは、長期にわたる都市シミュレーション・プロジェクトで、カスタム・シミュレーション・ソフトウェアとリアルタイム・データベース技術とを効率的なモデル化手法と組み合わせたものです。シミュレーションは、街路レベルの画像と 3 次元構造、都市工学の地図、内部的に生成した草木ライブラリ、およびいろいろなサイト訪問と、ロサンゼルスの空中写真からなっています。壁の落書きや窓のサインのレベルまで正確で、「バーチャル・ロサンゼルス」は、きわめて濃密な都市環境のリアリスティックな 3 次元視覚モデルです。データは、4,000 平方マイル以上がカバーされています。ユーザーは、バーチャル都市の中を飛んだり歩いたりすることができて、木や街のサインやその

ほかビジュアルな目印も全部揃っています。

「バーチャル・ロサンゼルス」のデータベースは、長期にわたるプロジェクトで、実世界の土木工学、都市デザイン、および都市計画などの多くの問題の対応に役立てるために使用できます。このプロジェクトには、ロサンゼルス地区全体のリアルタイムのバーチャル・モデルを表示する「バーチャル・ワールド(Virtual World)」データ・サーバーの開発が残されています。研究者は、3次元の車内ナビゲーション・システム、ヘリコプターの飛行訓練システム、その他の輸送および交通の管理ツールを含むアプリケーションにも取り組んでいます。ロサンゼルスの消防局やその他の緊急対策チームは、緊急対応の目的にこれらのツールを利用するでしょう。たとえば、隣接しているビルが利用可能な救出設備が届く高さよりも高いか、低いのかを調べることもできます。

[ P69 ]

## 医療手順をシミュレートするためのバーチャル・リアリティ技術

医療手順では、多量のデータを可視化する機能がしばしば重要になります。臨床治療では、体の中の深い部分を見る機能 - 脳などはとくに - によって、外科手術またはその他の治療法の実施が最小の患者の苦しみでうまく行えるか否かを判断することができます。これらの基本的な要求は、リアルタイムのデータの実際的な可視化を可能とするバーチャル・リアリティ技術によって次第に解決されつつあります。NIH/NCRR の研究者は、バーチャル・リアリティ技術を利用して、手術やその他の医療手順をシミュレートし、また、原子顕微鏡のような高分解能機器とインターフェイスを取ります。彼らはまた、外科の共同作業を構築し、評価します。このことによって、リモート・ユーザーは、基礎研究のための科学機器、分子レベルの可視化、および外科や放射線治療計画のような治療法介入への高速アクセスが可能になります。

1999 年度、NCRR は、イメージにガイドされた神経外科手術をサポートするために、拡大された現実性(バーチャル・リアリティの一形式)の研究を主導し、広範な技術研究開発をカバーするリソース・センター( resource centers)において、8つの共同デモンストレーションを開始しました。2000年度は、これらの成果に基づき、NCRR は、明確になってきたバーチャル・リアリティの技術や環境に対する新しい用途に注目した、追加の研究開発を行うでしょう。

## ロボットによる外科手術

Johns Hopkins 大学での NSF サポートの研究は、コンピュータ統合手術(Computer-Integrated Surgery(CIS))に焦点を合わせ力を注いでいます。これは、コンピューティングとエンジニアリング技術における進歩によって急速に広がっている分野です。これによって、伝統的な外科手術の限界が克服されます。より正確でそれほど侵襲することなく外科手術の介入を計画して、実行する人間の外科医の能力を広げることによって、CIS システムは、外科手術の費用を軽減させる大きな国民ニーズに対応し、臨床の結果と効率のよいヘルスケアの提供の両方を改善します。

1998 年 11 月号の "Scientific American" による「病院の技術における次の変化は、数年以内にテレビドラマを比較のおもしろくないものにするかもしれませんが、しかし、手術室を、患者にとってより健康的な場所になるのを助けるはずで、手術台の周りに集められた緊張している人々に代わって、静かなロボットが 1 インチに満たない長さの切り口を通して、切開や縫合をしているかもしれません。手術をしている外科医は、患者の実際のイメージを問題の正確な位置を示す最新の診断イメージと結合するバーチャル・リアリティ・ヘッドセットを通して、体を深くじっくりと見ながら、コンソールの所に座っているでしょう。外科医は、切開する前に、サイバー空間で手術の予行演習さえも、しているかもしれません。外科ツールを制御するマニピュレータは、最も小さな、最も正確な動きが可能でしょう -- だから、外科医の手がどんなに震えても、大丈夫でしょう。」ということです。

ロボット外科の進歩を促すために、NSF は、コンピュータ統合手術システムと技術(Computer-Integrated Surgery Systems and Technologies)の新しいエンジニアリング研究センター(Engineering Research Center)を設立しています。Johns Hopkins 大学の主導で、この協力的なプロジェクトは Johns Hopkins School of Medicine、Johns Hopkins Applied Physics Laboratory、MIT Project on Image Guided Surgery、Surgical Planning Group at Harvard University Brigham and Women Hospital およびカーネギーメロン大学(Carnegie Mellon University)とその系列の Shadyside Hospital が関与しています。センターは、コンピュータ科学とロボットの専門家、電気、機械、生体臨床医学の技術者、および、放射線学、神経外科、泌尿器科、整形外科、および眼科などの分野を専攻する医師を集めています。

[ P70 ]

NSF によって資金を供給された Johns Hopkins の HuCS 研究プロジェクトには、神経外科手術や顕微手術用のロボットの安定したハンド補助、腹腔鏡による外科手術で保持、監視するロボット・カメラと器具、極小の侵入した癌の治療のためのパターン配置療法用の処置計画とその自動化、股関節(hip)交換外科のための次世代 RoboDoc(R)用のイメージ処理技術、腎臓外科のための経皮針の挿入の自動化、整形外科と頭蓋顔面処置のためのモデル化と機器トラッキングが含まれています。MIT の研究には、患者の内臓解剖のモデル化のための身体スキャンの使用が含まれています。カーネギーメロン(Carnegie Mellon)プロジェクトの 1 つには、股関節(hip)移植組織(implant)のソケット部のより正確に計画して配置するのを援助する HipNav のコンピュータベースの外科手術補助があります。この研究の目標は、体内の非常に小さな構造を大きく切開しないで手術できるように人間の能力を上げ、外科医の監視の下で動作する「ロボット実習医者」として、外科の決まった流れの作業を補助し、外科医が手術前の患者固有のデータに基づいて外科プランを予行演習し、最適なものにするのを助け、リモート・エリアで行われる手順で外科医の補助を可能にする一連のシステムを開発することです。

## NASA の「ソフトウェア・メス」と

### バーチャル・リアリティ ツール

NASA Ames Center for Bioinformatics の研究者は、明瞭で正確な人間の頭の 3 次元のイメージと結びついた「ソフトウェア・メス」を開発しています。それは、医師が、顔の複雑な整形外科手術を練習するのを補助し、より正確にその成果を可視化するものです。新しいバーチャル外科手術ツール(Virtual Surgery Cutting Tool)ソフトウェアを使用して、医師は、3次元眼鏡を掛けて、コンピュータ・モニター、または、大きな「没入できるバーチャル・リアリティ・ワークベンチ」の画面上であらゆる角度から患者の頭のイメージを見ることができます。また、このコンピュータ化された整形は、胸の整形を必要とする乳房切除患者や頭や顔の奇形をなおすために整形手術を必要とする子供などに適用することもできます。

今後、バーチャル・リアリティによって外科医は手術の前に多くの複雑な手順について予行演習することが可能になり、また、医学生のための強力な教育ツールとしても役立つでしょう。コンピュータ化された「バーチャル患者」のデジタル・ライブラリが作られて、複数の医師が、ごくまれな手術に関する情報を共有することもできるようになります。

## NASA のコンピュータ化された乳癌診断ツール

NASA の研究者は、乳癌検出と診断で使用できる優れたプローブ(探針)を開発して、テストしています。コンピュータ化されたロボットの頭脳「アシスタント」からの副産物であるこのプローブは、しこりを見て、その特徴で、それが癌であるかどうかを調べ、その病気がどのように進んでいるか予測できるように設計されています。診断を早めて、個々の処置の提案を行い、医師の手助けをします。予想機能は、訓練できるニューラルネット・ソフトウェアを使用して、対象となるものの特性やパターンを探します。

## 戦場認識

DARPA の戦場認識 R&D は、画像から情報を抜粋して、ニュース放送を理解して、種々のデータソースからの情報を統合する技術を開発して、デモンストレーションを行います。

DARPA Text, Radio, Video, and Speech(TRVS)プログラムの一部として、研究者は、自動化された情報処理技術を開発し、デモンストレーションを行い、評価します。次のようなことを行います。

いろいろな話者、話題、そして 85 パーセントの信頼性での混乱 ( distraction) を持つ放送情報源からのデータの構造を調べ、自動的にデータの索引を作ります。

90 パーセントの精度でさまざまな媒体から事実を抽出します。また、単語の誤り率 20 パーセント以下で、話し言葉を文字に置き換えます。

[P71]

複数言語のラジオとテレビのニュースの音声部分を文字に置き換えます。1999 年度は、2 つの言語、中国語とスペイン語を目標として、35 パーセントの誤り率以下で行います。

研究者は、プラグ・アンド・プレイのフレームワークを開発中で、さまざまな TRVS 入力からコンテンツを抽出します。それによって、抽出された情報との効果的な対話が可能になります。DARPA の長期目標は、話し言葉の会話を傍受して、敵のソースからの情報を得るために自動的にデータを処理することです。解析アルゴリズムでデータを処理することによって、軍は敵の計画に関する重要な事実を抽出して、敵の意図を推論することができます。

## 移動自律ロボット・ソフトウェア

(Mobile Autonomous Robot Software(MARS))

DARPA は、移動自律ロボット・ソフトウェア(Mobile Autonomous Robot Software(MARS))の R&D に資金を供給しています。これによって、ダイナミックで現実的で不統一な作業環境の無人の軍事システムにおいて、移動ロボットによって、安全で信頼性の高いリアルタイムの操作などの仕事が遂行できるようになります。これらのタスクには、プラットフォームの移動性、ナビゲーション、障害回避、積荷作業、および人間のオペレータの介入を必要としない人間とロボットの対話などがあります。MARS の技術は、探査、指揮、目標取得のような分野、対敵坑道および爆発物の処分、勢力維持と物理的なセキュリティ、および輸送援助作業などにおいて DoD を援助します。

このソフトウェアを使うロボットは、つぎのような能力をもちます。

人間が供給するシンボリックな情報を利用した、再プログラム可能な目標指向の振る舞い。

複雑、不確実、かつ動的な環境において安定した動きとなる、センサー介入による反射的な振る舞い

学習機能を含む、高度の適応性

人間の近くで、安全で確実に動作する能力

MARS は、以下を包含する自律、移動システム用の再利用できるソフトウェアを開発します。

ロボットに (シンボル介入の)熟考の制御と (センサー介入の)反射的制御を統合させるソフトウェア フレームワーク

ロボットが予断を許さない環境で、よりよく機能することができるように、手でコード化されたプログラミングと自動化された学習機能によるコーディングの両方を取り入れるソフトウェアの構成方法

## 情報の可視化

情報の可視化というのは、本来空間的なデータおよび情報をビジュアルなフォームに変換する処理です。このことによって、ユーザーは、情報をよく理解することができますようになります。HuCS R&D の一部として、NIST は、複雑な情報のアクセス、処理、交換のために、3 次元の可視化とコンピュータ グラフィック技術の有用性と実現可能性を調査しています。

1999 年度、NIST は、大きな集積データにアクセスする統計的なテキスト検索システムを可視化するためのインターフェイスの利便性と拡張性を測定するための評価方法およびテスト コーパス ( 言語分析用の大規模な資料。例文集まり等。 ) を開発しています。また、NIST の研究者は、Web サイトを通して、ユーザー ナビゲーション パスを監視する可視化システムを開発しています。これによって、利便性担当の技術者は、サイトのユーザー・インターフェイスの有効性を確認することができます。NIST は、大型スクリーンに可視化されたドキュメントと関連情報の利用に関して調査する計画をもって、電子化された「最新鋭の(スマート)」ミーティング ルームの中での人間とコンピュータの効果的な対話をサポートします。

[ P72 ]

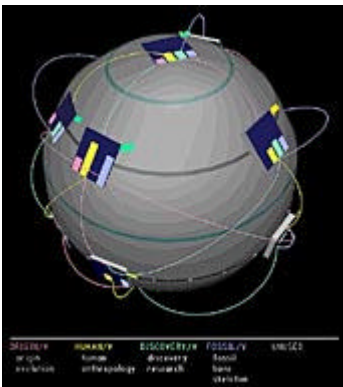


図 : NIST は、複雑な情報のアクセス、処理、交換のために、3 次元の可視化とコンピュータ グラフィック技術の有用性と実現可能性を調べています。左の地球の 3 次元モデルでは、概念的に同じドキュメントのクラスターとそれらの間の関係が表現されています。

## 共同作業と製造のための可視化とバーチャル・リアリティ

NISTは、産業界のパートナーと協力して、製造工程を加速するための3次元可視化の適用に関し、研究をしています。NISTの研究者は、多くのバーチャル環境と、バーチャル・リアリティ モデル化言語(Virtual Reality Modeling Language(VRML))を含む Web 上の可視化と共同作業用のツールの利便性と性能を解析しています。それらのツールは、高性能で「最新鋭の(スマート)」空間で分散された共同相互作用を可視化します。これらにはまた、商品としてすぐ入手できる(commercial off-the-shelf)のソフトウェアも含まれていて、それによって、工場の中の組立ラインの可視化を行い、また、部品の設計や組立をサポートすることができます。

## バーチャル・ワールド

NOAA の Pacific Marine Environmental Laboratory(PMEL)と Old Dominion 大学は、パートナーシップを継続していて、科学者に汎用の Java ツールを提供しています。それによって、科学者たちは、GIS や Matlab のような商品のカスタマイズ化されたルーチンから生成されるグラフィカル オブジェクトを結合して、Web 上の対話的な探査用に自分自身の統合されたカスタマイズ化されたバーチャル・ワールド(Virtual World)を作ることができます。

科学者がこの Java ツールキットで組み立てたバーチャル・ワールドには、それぞれ固有のグラフィカル オブジェクト(例えば、等高スライス、ベクトル、水深、地形)、3次元領域、事前に定義された視点の仕様、近接センサーのトリガー、およびオーディオ、ビデオ機能が含まれます。また、PMELと Old Dominion もまた、蓄積されたデータからバーチャル・ワールドのリアルタイム生成を研究します。

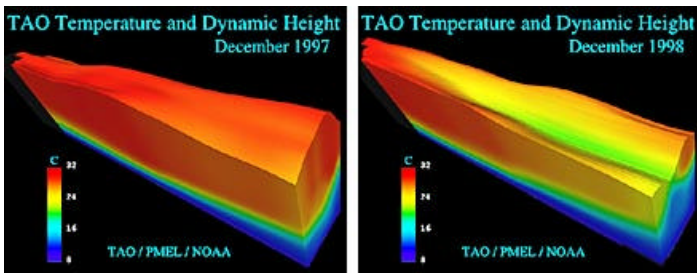


図: NOAA/PMEL と Old Dominion 大学は、VRML とプロトタイプでカスタマイズされた 3次元グラフィカル オブジェクトを含むバーチャル・ワールド(Virtual World)で、NOAA のエルニーニョ データの 3次元表示を開発しました。ユーザーは、グラフィカル オブジェクトと、Web 経由でバーチャル・ワールドと対話することができます。上に表現されているのは、NOAA の熱帯太平洋のエルニーニョ プイのネットワークからの海洋温度で色付けされた赤道付近の太平洋の海面です。これらの 3次元 VRML の描写は、ペルーのアンデス山脈から見た 8N から 8S の赤道沿いのエルニーニョ(1997年 12月)とラニーニャ(1998年 12月)を示しています。

## NCSA の Habanero を使用した NOAA の共同作業

NOAA は、NOAA 保有データへのアクセスを必要とする研究の共同作業を推進するため、NCSA Habanero のような高度な分散ネットワーク共同作業ツールを使用しています。Habanero は、共同作業用フレームワークであり、インターネットを通してリモート ロケーションから共有アプリケーションを生成し、作業するために使用できるアプリケーション セットです。これによって、グループウェアのアプリケーションの開発者は、既存のアプリケーションを共同作業アプリケーションへ作り込んだり、または変換することが可能で、強力な共同作業のソフトウェアを短期間で作成することができます。有用な Habanero のツールには、ホワイトボード、共同作業が可能なテキスト エディタ、Java グラフ、およびいろいろなチャット ユーティリティが含まれています。

[ P73 ]

ツールは、複数の地理的に分散されたデータ保管場所に保存されたプロファイルデータセットから、統合されたブラウザ イメージを、瞬時に生成できるように、発展しつつあります。これによって、違う場所にいる複数の科学者が、これらのイメージを見て、共同作業中のすべての科学者のデスクトップ上に同時に注釈を表示させることができるようになります。すべての共同作業者が、対話的にメッセージを送信して、表示されているデータを変更することもできるでしょう。

## NOAA Server

NOAA は、テキスト注釈や行注釈、個々のプロファイルの強調、データ値の表示、複数ユーザーのサポートなどの強力な共同作業用の機能を備えたプロトタイプ アプリケーションを実現してきました。また、複数の NOAA Server というデータ・サーバーへのユーザー フィードバックとアクセスを含むようにプロトタイプを拡張させる計画ももっています。このプロジェクトは、NCSA で開発されている共同作業用のツールと NOAA Server プロジェクトのもとで違った場所の複数の記録保管所からのデータを統合する現在開発中のグラフィックスのこの入れをします。

## 音声認識技術

NIST は、技術開発状況の追跡と進捗度の評価のためのベンチマーク テストの開発によって、会話技術に関して、DARPA および NASA と協力しています。DARPA とのその作業では、NIST の研究者は、連続会話の認識とラジオやテレビのニュース放送で使われている大量で難解なボキャブラリの理解に焦点を当てています。NSA のために、NIST は、電話での会話の書取りのテスト プロトコルと通話者認識技術を実現しつつあります。これらのテストには、イギリス、フランス、およびドイツの科学者も関わっています。

1999年度、NISTは、テストベッド上で、話し言葉に基づく情報検索技術の開発とテストを行っています。研究は、ユーザーとの対話、および、対話管理プロトコルの実験に焦点を当てています。1999年度と2000年度の会話技術研究プロジェクトは、自動会話認識とその書取り、会話ドキュメント検索、話題検出と追跡、および新しい情報抽出方法およびテストに焦点を合わせ力を注いでいます。

[ P74 ]

## スペイン語インターフェイス

情報化社会が出現する中で、スペイン語を話している人々をサポートするため、Oregon Graduate Institute の Center for Spoken Language Understanding(CSLU)の研究者や Universidad de las Americas Puebla の研究者は、(NSF、DARPA、Office of Naval Research(ONR)、Fonix 社、およびインテル社(Intel)の共同出資を受けて)人間とコンピュータの対話のための話し言葉ツールキットのスペイン語バージョンに関して共同作業を行いました。CSLU の会話ツールキット(Speech Toolkit)は、会話認識、話し言葉システムの研究、開発、および教育のための包括的なソフトウェア環境です。それは、会話認識、会話合成、顔のアニメーション、および話し手認識を統合したもので、デスクトップや電話での会話アプリケーションを素早く容易に開発できる創作と解析のためのツールとしての機能を備えています。このソフトウェアは、非営利の団体の研究、教育の場合は無料で利用できます。スペイン語の会話ツールキット(Speech Toolkit)は、スペイン語の会話認識と合成機能が取り入れられていて、教授陣、スタッフ、および学生がスペイン語の話し言葉システムを開発して、メキシコで勉強を教えることができます。会話技術のインフラストラクチャ、研究、システム開発、および教育における仕事を推進します。

## 製造アプリケーションのためのシステム統合 (Systems Integration for Manufacturing Application(SIMA))

NIST において、SIMA(製造アプリケーションのためのシステム統合)研究者は、エンジニアリング・ソフトウェア・システムと製造ソフトウェア・システムの間、および人とアプリケーション自体の間のインターフェイスの改善をする技術を開発しています。インターネットからアクセス可能な、信頼できる、科学&工学知識のリポジトリの開発、及び、コンピュータ化された共同作業ツール、遠隔操作ツールの開発を通して、NIST は、先進的製造システム・アプリケーション間の相互運用性をサポートします。

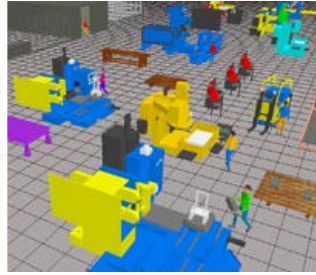
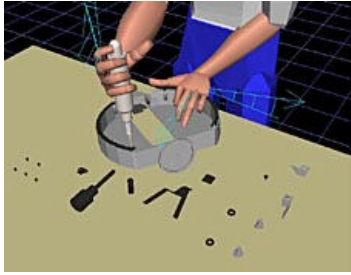


図: シミュレーション ツールは、製造組立作業のモデル化で使用され、作業計画を行うエンジニアの生産性の向上を手助けします。左の写真は、人間工学モデル化ソフトウェア・システムのデモンストレーションです。バーチャルな人間が、NIST 開発のコンピュータ言語で指定されたアセンブリに関する命令を使用してマイターソーのベースを組み立てています。人間工学シミュレーションの環境は、組立工程を確認したり、人間工学の解析を行ったり、また、実際の組立作業者のトレーニングにも使用されます。

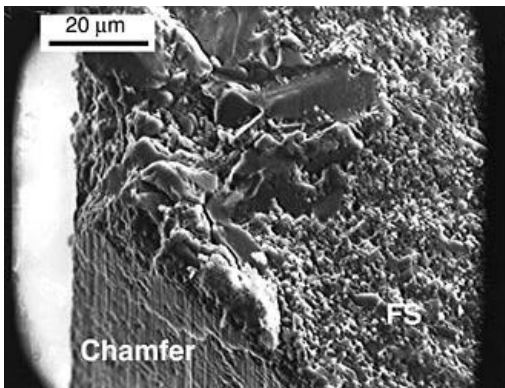
バーチャル機械工場(Virtual Machine Shop)は、製造シミュレーション環境に対するインターフェイスの開発、テスト、および評価に使用されています。右の写真は、NIST が開発した機械工場シミュレーションを示しています。ここでは、材料が供給されて、切断工具がセットアップされて機械工具マガジンに装填されて、部品が加工され、そして、材料が処理されます。NIST は、製造シミュレーション・ソフトウェアと、エンジニアリングと作業をサポートするソフトウ

ェアとの間のインターフェイスを開発しています。

[ P75 ]

プラントや工場の設計における仕事を援助するために、NIST R&D は、プログラマブルな人間工学モデルをもったモデリングとシミュレーション・ソフトウェア・システムの商品化、新しい人間のモデル化プログラミング言語、および機械とオブジェクトの動きの物理学ベースのモデルの統合を進めています。これらの技術は、プラントの再構築あるいは工場新設に対する大きな投資を行う前にプロトタイプ化されたプラントのレイアウト、材料やコンポーネントの搬送、および人間の要素を「シミュレートした工場」を建設する作業を実現します。これらの努力の結果は、国際標準化機構(International Organization for Standardization)のような標準化機構で行われる合意による標準化作業において取り上げられます。

NIST は、メーカー、販売業者、および研究者に、ビジネス アプリケーションにおける共同作業技術の実践に必要な構造化手法、ガイドライン、および規格を提供するため、製造における共同作業に関する仕事を続けています。これはすでにロボットによるアーク溶接に関する研究を援助してきました。それは、ビデオ、さらにイメージ、オーディオ、テキスト、データベースのレコード、およびイメージ注釈などのさまざまなデータ形式のローカルおよびリモートの非同期、同期の共同作業を必要とします。この仕事のひとつの成果はオーディオ、ビデオ、およびログ データなどの様々な時間索引が付けられたデータの流れを同期させる注釈能力をもった共同作業用のツールのプロトタイプになるでしょう。



MATERIAL: Sintered (99.9% pure) Alumina, as machined  
TEST CONDITIONS: Fast fracture in 4-point flexure at room temperature  
COMMENTS:  $\sigma = 404$  MPa; Large grains in this particular specimen are edge-located  
(LG<sup>v</sup>, E, ?)

図: NIST の "Ceramics WebBook" は、科学者や技術者に大規模で、権威ある情報データベースへのインターネット アクセス機能を提供しています。このセラミック材質の大きい粒状欠陥のこのイメージは、WebBook の "Fractography" の章のきずカタログの中にあります。多くの高度なセラミックの強度は、材料に存在するきずや材料の本質的な破壊強度によって決まります。強度試験の結果は、この試験が品質管理、材料開発、または設計のいずれの目的で行われたのかもこれらのひびに関する内容の中に示されていなければなりません

## MMC 共同実験室

DOE の材料マイクロ特性共同実験室 (MMC: Materials Microcharacterization Collaboratory) は、全国的な6つのDOEユーザー施設の機器をリンクして、科学者や研究者が、最先端のツールにリモートからアクセスして、金属、セラミック、合金の原子や分子レベルの構造と構成を研究することができるようになっています。他のDOEや大学の研究室の科学者は、Lawrence Berkeley National LaboratoryのNational Center for Electron Microscopyにある2台の電子顕微鏡をインターネットからリアルタイムに操作することができます。たとえば、アルミニウムと鉛の合金をリモートから、Kratos EM-1500 トランスミッション電子顕微鏡を使用して相転移の観測をしながら、鉛の融点まで熱することができます。このKratos EM-1500は、米国で利用できる最高の加速電圧を使用しており、4オングストロームの分解能をもっています。(1オングストロームは、1ミリメートルの1千万分の1です。ほとんどの原子の距離はおよそ2オングストロームです。)このような作業によって、国中のはしからはしまでの物性研究者達が、はんだ付け、溶接、蝕付けなどの生成工程を、よりよく理解することができます。これらのデモの独自性は、オンライン解析のための高性能コンピューティング能力を機器の場所のそばにもたらすことによって、および、そのような解析を閉ループ解析のために使うことによって、インターネットの向こうの顕微鏡を用いた、動的なリアルタイムの実験が行えることにあります。

[ P76 ]

## 生体臨床医学共同実験室

NCRR は、NCRR がサポートするリソース・センターで8つの共同実験用テストベッドを開始しています。これらのテストベッドは、増大しつつあるインターネットの能力、たとえば、増強された帯域幅、セキュリティ、アクセス、信頼性などの能力を最大限に利用するように設計されており、一方、遠隔ロケーションからの機器(ナノ・マニピュレータ[NanoManipulator]、電子光学顕微鏡、National Medical Resource[NMR]の分光計)の制御、共同作業のソフトウェア設計、インターネット経由の完全な結晶学的な実験、精巧な可視化システムへのリモート・アクセス、および共同作業の薬剤開発、たん白質工学などの技術がテストされています。

## 共同作業環境のための電子ノートブック

(Electric Notebooks)

DOE は共同作業環境で使用される電子ノートブック(Electric Notebooks)に関する研究開発を続けています。それらの電子ノートブックは、相互運用性

(interoperability)、複数の技術の統合、異機種のコピュータおよび通信システムの使用を必要とし、リモートの器具を使用する実験を記録、共有する研究者に、共同作業における科学的な調査やエンジニアリング設計のための媒体として提供されます。

ノートブックが、発明の特許記録や、手続きの適合性証明に使われる場合には、あり得る不当なアクセスを検出するために、セキュリティ技術も必要です。今後の研究開発では、使いやすさ、プライバシー、セキュリティ、および複数のノートブックへのアクセスを調整するツールに重点が置かれます。

## 統一医学用語システム

(Unified Medical Language System(UMLS))

インターネットを経由して文献目録や、全文テキスト、および実データ等を提供するコンピュータ化されたデータベース・リソースの数が急激に増加してゆく中で、データベース間で異なる、面倒なアクセス・プロトコルや検索言語のせいで、ユーザーが必要な情報の場所をつきとめ処理するのは、往々にして難しくなっています。生体臨床医学においては、異なった機械可読ファイルの中で関連する概念を記述するために使用されている生体臨床医学用語が不統一であることが、開業医や研究者にとって、生体臨床医学文献、臨床記録、医学データバンクやエキスパート知識ベースのような情報源から生体臨床医学情報を検索してまとめる上で、妨げとなっています。

異なった自動化システムでは、関連情報が異なった方法で分類されていますが、これを補うために、NLM は、長期プロジェクトで、統一医学用語システム (UMLS: Unified Medical Language System) を開発しています。知的エージェントの仲介によるゲートウェイが、ユーザーに、単一ポイントからの情報アクセスの機能を提供します。これによって、ユーザーは、複数の情報源に精通する必要がなくなります。

NLM の研究者達は、自動的な情報源選択のための新機能、および NLM の Web サイトとその検索サービス Internet Grateful Med(IGM)、PubMed および TOXNET を経由して利用可能な、複数のデータベースからの情報を検索、ソートするための新機能を開発し配布し続けています。NLM は、健康に関する専門家、研究者、および一般のためにアクセスを容易にすることに焦点を当てます。2000 年度の計画には、「UMLS 知識ソースの利用」と「複数のマルチメディア情報ソースのコンピュータベース患者記録システムへの統合」の研究開発が含まれています。

## Medline Plus

NLM は、Medline Plus という普通の病気や症状に関する情報をもったインターネット・サイト、また、医学ライブラリで使用される Web サイトへのリンク、医学辞書、および参照ツールを開発してきました。Medline Plus の開発者は、現在、生体臨床医学情報と参照をパッケージ化しています。それらは、医学の知識やバックグラウンドがない人たちにも役にたつものです。Medline Plus は、エイズ、癌、糖尿病、飲食機能の異状、パーキンソン病、喫煙、および結核を含むおよそ 50 の健康に関する話題の情報を含んでいます。NLM は、Medline Plus の適用範囲をおよそ 400 の健康に関連する話題にまで増やしつづけます。そして、207 の公的図書館からの支援を受けて、サイトをさらにユーザーが親しみやすいものにしていきます。

[ P77 ]

## Visible Human プロジェクト

新しいコンピュータベースの技術は、従来の 2 次元の生物学イメージを、ユーザーが見て、回転させて、また裏返して調べることができる動的な 3 次元イメージに変える先例のない機会を提供してくれます。Visible Human プロジェクトの一部として、NLM は、コンピュータ断層エックス線撮影(CT)と磁気共鳴(MR)イメージのための医学イメージ・システムと高度なコンピューティングと通信技術を統合することによって、人間の解剖学的構造のデジタル画像ライブラリを構築して評価しています。NLM は、そのような大規模なデータセットを格納するための圧縮技術と、より速くそれらをインターネットの上で伝送するための通信技術の両方を研究しています。

この進行中のプロジェクトにおける NLM の 1999 年度の活動は、男性と女性の解剖学的な構造を区分して、ラベル付けする作業、Visible Human イメージのファイル・フォーマットからの胸腺腺を米国 3 次元イメージ ファイル・フォーマットに変換する作業、可視化サブシステムを工業用イメージ レンダリング ソフトウェアと結びつける実験、疫学的また一般的な生体臨床医学調査のためのプラットフォームに依存しない放射線図の開発、およびテキストとエックス線イメージのデータベースからの情報を構築し、統計的に分析するツールを開発することが含まれています。2000 年度の計画では、インターネットの上で 3 次元ファイル・フォーマットを含む Visible Human の解剖学的なデータベースのベータテスト、および生体臨床医学調査のためのオンラインの Java ベースのプラットフォームに依存しない放射線図の開発の完成が含まれています。



図：コロンビア大学の研究者は、「Visible Human」データセットから入手した解剖学的構造の 3 次元の高品質カラー写真の「ギャラリー」を作成しています。3 次元可視化は、完全な対話型で、大学生や卒業生の医学教育、患者の教育、および産業界で使用、再利用が可能です。この知識ベース デザインは、NLM の UMLS を使用してコロンビアで行われた作業で構築されています。写真は、「Quicktime」ムービーからのスナップショットで、ぼうこう、前立腺、および尿道の回転 3 次元イメージが表示されています。

## ユニバーサル・アクセス

(Universal Access : すべての人々によるアクセス)

1999 年度には、NSF は、個人が効率的で分かりやすい方法で情報を発見、処理、使用するのを支援する目的で、多年度にわたるその研究を開始しました。この「ユニバーサル・アクセス」の研究の主目的は、広がりつつある情報化社会において、身体に障害をもった人々にも参加する機会を与えることにあります。この研究はまた、進歩する技術によって全国民が利益を享受できることを目指しています。このことによって、すべての人々が、多様な情報源の、よりよい、より効果的

な利用を通して、より生産的になるでしょう。

これらの目標を達成するために、NSF は、新しいモデルとアーキテクチャを開発することを計画しています。それらは、インターフェイスの利便性と速度を向上し、互換形式(cross-modal)の入出力をサポートするためマルチメディア情報の意味(semantic)構造を定義し、身体障害者の大きなコミュニティの特別な要求の解決のために特定のソリューションを開発し、さらにアクセスを提供する試みの成功度を評価するために実験的な研究を行います。研究課題には、「従来型デスクトップ・インターフェイスの代替案」、「聴覚障害を持つユーザーのための、聴覚情報へのテキスト形式によるアクセス」、「運動障害を持つユーザーのための新しい入出力技術」、および「視覚障害を持つユーザーのためのグラフィック情報への大規模な触知アクセス」が含まれています。

[ P78 ]

NSF の「個人のための高機能アプリケーション(High Capability Applications for the Individual)」は、情報源への使いやすいアクセス、理解を容易にするための強力な情報表現の方法、および個人利用のためのカスタマイズされた「情報空間」、のような万民のための社会的要求を扱います。その例としては、デジタル・ライブラリや、医学情報サービスが含まれます。これらや、その他のアプリケーションは、「コンピュータ・システム、人間中心システム、およびネットワークの実現化研究」、「通信」、そして、「コンピュータと通信の融合」を押し進め、問題の解決のための根本的に異なった方法に導くかもしれません。それらのアプリケーションは物理学や生物科学、地球科学、社会行動科学、および工学からもたらされます。

## 利便性 ( Usability )

より多くの会社や研究所が、電子商取引、情報配信、およびネットワーク化されたアプリケーションのためにますます Web サイトに依存するようになるにつれ、利用可能な Web サイトの設計能力が、生産性や販売の増大、およびコストやユーザー不満の削減のために重要なものとなっています。NIST は、Web サイトの設計と評価を自動化して、サポートするためのツールを開発しています。これらのツールは Web 設計者が、設計段階の潜在的利便性の問題に関してサイトを分析するのを助けて、利便性の専門家がそれらの評価を速める際の補助をします。1999 年度、NIST は、多くのガイドラインと現在の Web の利便性研究に基づく自動化された解析機能を拡張し、計測ツールを改良し、利便性に関し、洗練されたアイコンの効果についての研究を行いました。

## 指紋と顔写真規格

1960年代後半にNISTは、自動的な指紋イメージの比較とマッチングのためのコンピュータ化されたアプローチを生み出すために、米国連邦捜査局(FBI: Federal Bureau of Investigation)とパートナーを組みました。この作業は、指紋や顔写真を捕捉して格納するための標準規格と仕様、さらに指紋処理技術のテスト用の指紋および顔写真イメージのデータベースの作成を含むまでに発展してきました。NIST の研究開発は、電子イメージとその関連データ(たとえば識別マークのような)の品質、フォーマット、および転送に関する標準規格と仕様を成果として残しました。

NIST は、正式な ANSI のデータとイメージの相互運用性(interoperability)規格の開発を調停して、相互運用可能なシステムのためのデータ交換規格と指紋システムのための評価方法を開発しました。NIST は、FBI 指紋と顔写真のデータのデータ交換における ANSI 規格を維持して、産業界で使用される 5 万以上の指紋イメージセットと顔写真評価データを記録した Standard Reference Material CD を発行します。NIST はまた、公共ドメインの Pattern Level Classification Automation System(PCASYS)を開発して、このシステムの 300 部以上のコピーを配布しました。

1999 年度に、NIST は、電子記録作成者の認証を行うために、個人の指紋とデジタル化された署名を記録したスマートカードを、個人のリアルタイム・スキャンの指紋イメージと組み合わせるようなシステムの開発に着手しました。登録されている正規のデジタル署名とトランザクションの電子署名との両者を使うことによって、このスマートカードで、記録の認証もデータもどちらも不正でないことを確認することができます。

## 教育における地域に即した技術 コンソーシアム ( 群 )

( RTEC : Regional Technology in Education Consortia )

1999 年度、ED(教育省)は、教育コミュニティに、教育と学習を改善するためのリソースとスキルを提供するための研究開発を行っています。

ED は、各「教育における地域に即した技術コンソーシアム ( Regional Technology in Education Consortia (RTEC) )」のサポートを継続しています。これは、

- ・州と地方の教育機関に対し、包括的な教育のための技術計画の開発において技術的支援を提供し、
- ・学習 & 教育環境への技術の統合を助け、
- ・教育者が新技術を、取得、維持、利用するのを支援します。

[ P79 ]

## 地域に即した教育研究所 ( 群 ) ( Regional Educational Laboratories )

ED(教育省)の地域に即した教育研究所(群)(Regional Educational Laboratories)は、教育や学習への新しいアプローチのテストを行ったり、トレーニングと技術的な援助を提供したり、さらに、情報の普及を図ることによって、教育者や方針決定者が、効果的に学校改革戦略を実践するのを支援します。これは、部分的には、

- ・現代的技術の不足した地域のための遠距離通信
- ・模範的な教育 & 学習方法を強調したビデオや CD-ROM

などのような教育技術サービスを通して、成し遂げられています。

## 米国障害者リハビリテーション研究所

( NIDRR : National Institute on Disability and Rehabilitation Research )

ED(教育省)の米国障害者リハビリテーション研究所(NIDRR: National Institute on Disability and Rehabilitation Research)は、身体に障害をもつ人たちの生活を改善するための技術を研究しています。1999 年度は、NIDRR のリハビリテーション エンジニアリング研究センター(RERCs: Rehabilitation Engineering Research Centers)の内、4 つが、以下のような HuCS 関連の R&D に焦点を当てています。それは、

- ・情報技術アクセス、
- ・通信の向上、
- ・一般的遠隔通信アクセス、および
- ・遠隔リハビリテーション



です。

NIDRR は、身体に障害をもった個人のための補助器具のデータベース「ABLEDATA」、および米国リハビリテーション情報センター（NARIC: National Rehabilitation Information Center）のリハビリテーション図書目録データベース「REHAB-DATA」をサポートしています。

2000 年度には、NIDRR は、情報技術と遠隔通信のアクセス容易性に関して、次の 3 つのイニシアティブを提案しています。  
「生産者、研究者、消費者を呼び寄せるためのデモンストレーション・センター」、  
「新製品へのアクセス容易性の作込みを支援するいくつかの産業コンソーシアム」、  
「新アプリケーションへの既存技術利用を探索する技術移転プログラム」。

## Web アクセス容易性イニシアティブ

(WAI : Web Accessibility Initiative)

WWW コンソーシアム(W3C: The World Wide Web Consortium)は、新しいインターネット技術が物理的制約に関係なく確実にすべての個人に利用可能となるようにするために、WAI を実施することによって、世界中の組織と協力しています。NSF、ED(教育省)の NIDRR、IBM 社 & Lotus Development 社、Microsoft 社、NCR 社、および欧州委員会第 13 一般理事会 (?) ( European Commission Directorate Generale XIII) 管轄の TIDE Programme の後援で、WAI は、Web アクセス容易性に関する技術、ガイドライン、ツール、教育普及、および研究開発の 5 つの分野の作業を調整しています。

技術分野では、WAI は、HTML のコーディングやスタイルシート、マルチメディア、グラフィックス、移動体アクセス、およびその他のデータ・フォーマットとプロトコルなどの問題を扱っています。研究者連は、ブラウザのアクセス容易性ガイドライン、オーサリング・ツールやコンテンツ・ツール、および、評価、修復、プロキシ変換等のためのツールも開発しています。プログラム事務局は、WAI の技術的な活動を促進し、産業界、障害者組織、連邦政府、および研究組織を含む Web アクセス容易性の関与者間のパートナーシップの調整も行っています。

## デジタル・ライブラリ イニシアティブ, フェーズ2

(Digital Libraries Initiative, Phase Two)

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/digital\\_libraries.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/digital_libraries.html)

デジタル革命の進展を援助する目的で、デジタル・ライブラリ イニシアティブ フェーズ2(Digital Libraries(DL) Phase Two Initiative)は、連邦政府によってサポートされた以前の DL 研究の成功に基づき展開されています。イニシアティブは、次世代のデジタル・ライブラリを開発する研究のリーダーシップを取り、グローバルに分散されてネットワーク化された情報源の使用と利便性を促進して、革新的なアプリケーションに焦点を合わせ力を注ぎます。DL のフェーズ 2 イニシアティブは、国立公文書・記録管理局 (National Archives and Records Administration)、スミソニアン協会 (Smithsonian Institution)、および美術館・図書館業務研究所 (Institute of Museum and Library Sciences) とのパートナーシップのもとで、NSF、DARPA、NLM、国会図書館 (Library Congress)、NASA、および人文基金 (The National Endowment for the Humanities) が共同でサポートしています。

DL の研究者は、ますます増大するコンピュータとネットワーク帯域幅を分散された雑多な大量のデータに適用させ、そのデータを一貫して利用できて、アクセス可能な情報に変換するという継続的な挑戦に直面しています。DL の研究者は、前途有望なデジタル・ライブラリ分野における研究と実験台レベルの作業に基づいて、それらを進展させ、デジタル コンテンツとコレクションの開発、管理、アクセシビリティを促進し、すべてのレベルの教育を含む現存のユーザー社会と新しいユーザー社会に寄与するデジタル・ライブラリの新しい能力と機会を作り、社会的で組織的なコンテンツにおける人間とデジタル・ライブラリとの相互作用を研究します。イニシアティブは、教育、工学およびデザイン、地球科学、宇宙科学、生命科学、地理学、芸術および人文科学などの分野において、次世代のオペレーショナル システムを構築するため、共同分担を奨励します。また、それは、情報生成、アクセス、および利用から保管、保存までのデジタル・ライブラリのライフサイクルにも注目します。

### 中心となる分野 (Focus areas)

DL で中心となる分野は、

人間中心の研究

コンテンツとその集大成に関する研究

システム中心の研究

研究の課題は、インテリジェント・ユーザー・インターフェイス、共同作業技術とツール、多分野の情報の発見、探査、検索、操作、および表現能力に通じる方法、アルゴリズム、およびソフトウェア、効率的なデータ獲得、表現、保存、格納、メタデータ、コンテンツと収集の相互運用性(interoperability) デジタル集大成の作成と利用に関する社会的、経済的、法的問題を記述する技術、方法、および処理、インテリジェント・エージェント最新のマルチメディア情報獲得、表現、およびデジタル化、多様な情報アクセス、解析、および共同作業をサポートする新しい情報化環境に対するネットワーク化されたアーキテクチャが、現在の DL プロジェクトに含まれています。

[ P81 ]



図：詩人であり彫刻家のウィリアム ブレーク (William Blake) のよく知られた詩の多くは、「彩色本」として著者によって個人出版されました。それは、ブレーク自身によって、たぶん彼の妻の助けも得て、彫り込まれ、手で着色されました。これらの版が数少なかったため、彼は実際には多くの読者に与えなかったのですが、ほとんどの人は彼の詩を見る機会がありませんでした。この問題こそいま、デジタル・ライブラリ技術の対象となっているのです。ブレークの「彩色本」の多くのデジタル複製が、現在、ウィリアム ブレーク (William Blake) 書庫にあります。製作者によると、無料の Web サイトで、「きわめて異質で、広く分散されていて、しばしば厳しく制限される画像や文学の主要な芸術作品に統一してアクセスできる国際的公共のリソースと考えられる。この書庫(Archive)は、版、カタログ、データベース、および学術的なツールを十分に検索可能なテキストとイメージを備えた書庫に統合したものである」とのことです。左のイメージは、1999年1月号の「Magazine of Digital Library Research of D-Lib Magazine」で取り上げられました。これは、「Corporation for National Research Initiatives」によって製作されました。デジタル・ライブラリ イニシアティブ (Digital Libraries Initiative) を代表して、DARPA によって援助されています。

ウィリアム ブレーク (William Blake) の「The Book of Thel, コピー0、プレート1(詳細)」

Lessing J. Rosenwald の収集、国会図書館、William Blake Archive <<http://www.iath.virginia.edu/blake/>> のご好意以上の許可を受けて使用しています。

### 情報空間の足跡追跡:

#### 専門の問題解決者のドキュメント選択をてこ入れする

Oregon Graduate Institute of Science and Technology では、NSF がサポートしている研究者は、問題解決者が、大量の多様な情報空間で情報を冗長な情報あるいは無関係な情報を抽出することなく見つける手助けをしています。これらの研究は、ヘルスケアに焦点を合わせ力を注いでいて、そこでは、患者の医療記録は、長期間にわたる異なる目的のために多数のヘルスケア専門家によって作られていて、一般的には、大きく、複雑で、地理的に分散されたドキュメントの集まりです。これらのアプローチは、専門家が問題を解決したり、その情報を別の人のために利用する場合に専門家が使用した情報を捕捉して、追跡することです。この研究は、医師の情報探知の作業に焦点を合わせ力を注いでいる医者と定期的に構築された情報を抽出、利用するコンピュータ科学者から構成される共同トレーニング チームによって行われます。

### 信頼できるイメージの普及

(Trusted Image Dissemination(TID))

最近のコンピューティングは、イメージ形式の情報の利用を大いに容易なものにしてきました。以来、テキストだけでなくイメージをフィルタリングすることも不可欠になってきています。セキュリティやプライバシー保護をマルチメディア データベースに広げるのを助けるために、スタンフォード大学の研究者はマルチメディア ドキュメントのコンテンツをチェックする従来の方法を補うイメージ フィルタリング機能を提供する TID 技術に焦点を合わせ力を注いでいます。TID は、セキュリティまたはプライバシーの違反を避けるために電子患者記録の一部であるイメージに含まれる情報の制限または選別に使用されるでしょう。TID 研究の作業は、以下のことに焦点を合わせ力を注ぎます。

医学イメージ データベースを検索するための既存の未成熟なアルゴリズムのさらなる開発、およびマルチメディアの医学データベースからのデジタル イメージと関連のテキスト情報の検索のための技術開発。

検索されたイメージからテキスト情報を抽出すること。

デジタルの医学イメージを自動的に編集するための技術の開発、および識別情報を省略するためイメージを手動で編集するための適応と開発のためのツールを開発すること。

医学イメージのプライバシーを保護するために規則を定義して、セキュリティ調停でそれらを実現すること。

セキュリティ調停のために Web 顧客インターフェイスを開発すること。

[ P82 ]

## ワールド ワイド Web(World Wide Web) 用の自動の参照図書館司書機能

ワシントン大学では、研究者は、人々が Web から高品質の情報を効率的に検索するのを助ける、より強力な自動参照ツールを開発しています。主な目的は、多様な話題の限られた理解だけを想定するだけでなく、情報検索の方法と場所の高度な理解に依存する「参照インテリジェンス」を有するソフトウェア エージェントの作成にあります。この参照インテリジェンスは、通常、話題照会(例えば、計算流体力学)の専門家ではないが、(流体力学の国際的ジャーナルのような)話題の関連リソースの識別においては専門家である人間の参照図書館司書をエミュレートします。

## 医学情報科学

2000 年度には、NLM は、ヘルスケア消費者に便宜を図るプロジェクトを含むためになるプロジェクトを含む医学情報科学における研究に資金を供給することを計画しています。UMLS の知識ソース(Knowledge Sources)とビジブル ヒューマン(Visible Human)データセットは、DL フェーズ 2 プロジェクトにおける利用とテストのために、NLM によって利用可能にされるでしょう。

## 国際的なデジタル・ライブラリ

重複する作業を避けるために、断片化されたデジタル システムの開発を防いで、世界中の科学的な知識と学術的なデータの生産的な交流を奨励するために、NSF は、1999 年度、国際的なデジタル・ライブラリ共同研究(International Digital Libraries Collaborative Research)プログラムをサポートします。このプログラムは、複数の言語、形式、媒体、および社会的で組織的なコンテキストで操作することができる情報システムの作成に貢献するでしょう。

プログラムの目標は、ユーザーが場所、言語、または形式にかかわらず、容易にデジタル収集物にアクセスすることを可能にすること、研究、教育、および商業における広い利用を可能にすることです。グローバルな情報環境には、次のような研究が必要です。

多種の情報の高度な検索のため、世界規模の自己完結のデータベースとデータ発掘のため、およびドメイン固有のコンテンツを組織化して、保存するために、分散されて、別々に管理されたデータベース間での長期的な相互運用性(interoperability)を確実なものにするその方法と規格  
地理、植物、農業、人口統計、および経済データなどの本来地域的な情報をもったリンクされた互換性のあるデータベースの開発  
世界市場での知的所有権保護のための技術

NSF は、米国と、米国以外の研究者と研究組織との間の長期間の持続したリレーションシップを促進するために多くの国とチームのプロジェクトへの米国の参加に資金を供給します。特定の研究分野には、多言語情報システム、多言語間情報検索システム、言語翻訳 および言語教育ソフトウェア、音、データ、イメージ、マルチメディア、ソフトウェア、および他の形式のコンテンツを含む多国籍のデジタル・ライブラリ、極度に大きな世界規模の収集物のための相互運用性(interoperability)と拡張性、メタデータ(データに関するデータ)技術とツール、位置に非常に関連する、地球、環境、生物学、歴史、および他の情報システム、長期の情報資産管理のための技術と手順を含むデジタル学術的な情報の保存と保管、デジタル・ライブラリと異文化間のコンテキスト研究の社会的な面、すべてのレベルにおける教育に関する技術におけるデジタル・ライブラリの利用、認証、支払い、権利形式、信用、および正しい使用を含む経済と著作権の問題、科学的な知識を分配するための電子出版と学術的なコミュニケーション技術、科学的な知識を分配するための共同作業、オンライン貯蔵庫、および新しい方法を含む学術的なコミュニケーション技術などが含まれています。

[P83]

## 教育/ トレーニング/ 人的資源

(Education, Training, and Human Resources (ETHR))

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/ethr.html>

ETHR の R&D は、K-12 コミュニティ カレッジ、技術学校、貿易学校、大学の大学生と卒業生、および生涯学習を含むすべてのレベルで学習技術を促進するためのコンピュータおよび通信関連の教育とトレーニングに関して連邦政府の活動をサポートしています。学習技術に関する R&D は、市民が国の情報インフラストラクチャを使用することができて、効率的で有効な教育とトレーニングに必要なリソースへの一般的なアクセス機能を提供する上で必要なものです。これは、今日のきわめて前向きな市場環境において、米国の競争力を維持する最先端の情報化技術を利用して市民をより博識により生産的にすることにつながります。

ETHR の R&D は、連邦政府の教育とトレーニングの R&D と高品質で入手可能なソフトウェア学習ツールに関する最新技術の評価のために仲介共同研究、教育システムと学習の生産性の情報ベースのモデル、学習と認識過程へ適用される情報化技術に関する研究、そして、革新的な技術とネットワーク アプリケーションのデモンストレーションを奨励して、促進します。

### 実験的で統合された行動、教育、およびトレーニング

21 世紀には、高度な高性能コンピューティングと通信の使用において、訓練された労働力に対する絶えまなく増大する要求が起こってくるでしょう。高性能のコンピューティングと情報処理をより役に立つようにして、科学とエンジニアリングのすべての分野で基本的な知識を追求するのに必要な科学と技術の研究をリードするために、NSF の ETHR の R&D 活動は、知識、技能、洞察力をもった人々の集団を増やすことに焦点を合わせ力を注ぎます。その活動には、大学教育における高性能コンピューティング、通信、および情報処理に関する新しい学科やカリキュラムの開発、および共同作業の研究が含まれています。

### PACI の到達点

Advanced Computational Infrastructure(PACI)パートナーとのNSFのパートナーシップのEducation Outreach and Training活動は、すべての市民が、教育、科学、ビジネス、連邦政府、および社会で問題を理解して、解決するそれらの能力を向上させるために、進展するコンピューティング技術を利用することができることに焦点を合わせ力を注ぎます。

### 学習およびインテリジェント システム

(Learning and Intelligent Systems(LIS))

NSF は、情報化技術の研究、教育、および産業界に必要な人的資源を提供するために大学生と卒業生の研究をサポートしています。その KDI イニシアティブで、NSF は、学習およびインテリジェント システム(Learning and Intelligent Systems(LIS))に投資を行っています。LIS の目標は、教育、認知科学、コンピュータ科学、神経科学、工学、社会科学、および物理学で理論的、実験的な仕事から派生する学習とインテリジェンスの概念を進めて、統合する研究に刺激を与えることです。LIS は、システムにおける学習とインテリジェンス研究を取り込みます。それらには、(制限されることはありませんが)人間と他の動物の神経系、複雑な計算を実行するコンピュータのネットワーク、環境と対話するロボット、人類または人類以外の社会システム、公式または非公式な学習状況などが含まれます。

[P84]

### DOE のコンピュータ科学卒業生の親交団体

Computational Science Graduate Fellowship プログラムは、有能な大学生が DOE 研究設備での実務経験によってコンピュータ科学の研究を引き受けるのを奨励しています。このプログラムは、傑出した学問の実績をもった学生がコンピュータ科学の経歴の準備段階の卒業研究を継続することを奨励しています。

### 生体臨床医学の情報科学トレーニング助成金交付

現代のコンピューティングと電話通信システムの利用において訓練された生体臨床医学の専門家の現在の不足に目を向けさせるために、NLM は、その生体臨床医学情報科学のキャリア訓練における成功している博士号取得前後の助成金交付プログラムの拡大を続けています。

例えば、Baylor College of Medicine、Rice University、および University of Houston の共同の試みで、NLM がサポートしている W.M.Keck Center for Computational Biology の生物情報科学のトレーニング プログラムは、ヘルスケアのすべてのレベルに高性能のコンピューティング技術を組み込むために研究者と臨床医を用意しています。

NLM は、スタンフォード大学の生体臨床医学の情報科学の短期コースをサポートしています。それらはまた遠距離学習技術経由でも利用可能です。このコースの主要な目的は、訓練実験環境でソフトウェア プログラムを用いた実地体験を提供することです。

Yale Center for Medical Informatics (YCM)でトレーニングされている生物情報科学は、臨床薬学、生体臨床医学の研究および医学教育のサポートにおけるコンピュータの創造的な利用に焦点を合わせ力を注ぎます。その目標は、関係者に、生物情報科学の全部または一部におけるキャリアの準備体験を提供することにあります。

### 学習技術プロジェクト (Learning Technologies Project(LTP))

NASA の Learning Technologies Project(LTP)の目標は、NASA が創設以来蓄積してきた膨大な情報を利用できる国の情報インフラストラクチャの成長を促すことです。LTP プロジェクトは、科学的なデータベースへの公共のアクセスを増加させ、科学データを使用する新しいアプリケーションとパイロット プログラムを開発し、インターネット経由の K-12 教育と K-14 教育のための新しいカリキュラム製品とツールを作成します。LTP には、次の 5 つのコンポーネントがあります。

Remote Sensing Public Access Center(RSPAC)は、LTP プロジェクトすべての中核になるものです。一般の人々が最新の科学情報を利用できるようにする賞を獲得した「天文観測(Observatorium)」も含まれ、ユーザーが親しみやすい Web サイトを提供します。

デジタル・ライブラリ技術(Digital Library Technology(DLT))プロジェクトは、インターネットの上で NASA データへの公共のアクセスを可能にする新しい技術の開発をサポートします。DLT は、ユーザー アクセスにおけるユーザー要求と膨大に増大するアクセスを受容できるほどのツール、アプリケーション、およびソフトウェア・システムを開発することに焦点を合わせ力を注ぎます。

K-14 の航空工学(Aeronautics)プロジェクトは、K-14 グレードで、科学、数学、および航空工学(Aeronautics)を教えるためのツールとしてインターネットを使用します。

K-12 の Education Outreach Centers は、学習を促進するために、カリキュラムに技術を組み入れます。[P85]

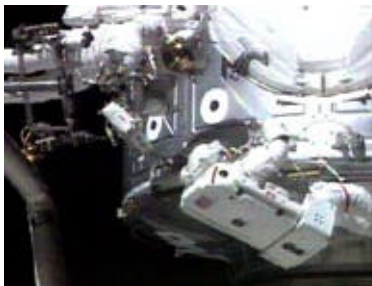
LTP の特殊プロジェクトは、地球宇宙科学のリモート センシング データの革新的なアプリケーションの開発を推進します。広い公共の使用をインターネット

の上で、NASA と他のエージェンシーによって維持されたデータベースのシミュレーションを行うことによって、プログラムは、学校、ビジネス、および市民が先例のない瞬間的で神秘的で空間的な解像度をもつ地球宇宙科学データにアクセスして、利用するのを推進します。

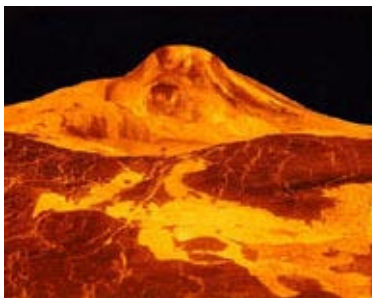
図:NASA の LTP の Web サイトは、豊富な教育情報を一般に提供します。ここに 4 つの例を示します。



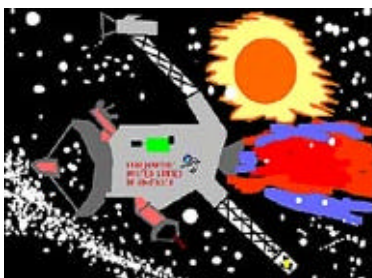
オハイオ州クリーブランドの NASA の "Glenn Research Center at Lewis Field" (以前は、"Lewis Research Center"として知られていました。)によってサポートされた学習技術 Web サイト(Learning Technology Web site)は、航空工学、空気力学に焦点を合わせ力を注いでいる学生や先生の双方へ教育のためのリンクを提供しています。



NASA の "Observatorium" サイトは、豊富な科学的イメージと情報を提供しています。それには、宇宙飛行士 Jerry Ross と Jim Newman が、1998 年 12 月 7 日の彼らの最初の宇宙遊泳で "Unity" スペース ステーションの船外で作業しているときのこのスナップショットも含まれています。



この 3 次元の金星の火山の "Maat Mons" の展望は、Magellan シンセティック アパーチャ電波探知機のデータを電波探知高度と組み合わせています。山の北側から、数百メートルの溶岩流が、前面の破壊された平原を横切って "Maat Mons" の麓まで広がっています。



"Observatorium" Web サイトで、情報は双方向で行き来します。若いバージニアの芸術家の "Starjournor" と呼ばれる宇宙探査用ロケットの概念で、われわれからもっとも近い星への旅のデザインです。この前途有望なエンジニアによれば、「これは強力なロケット船で打ち上げられて、それから核ロケット エンジンでその星へ向かい、14 年後に到達する」ということです。

## 連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会

(FISAC : Federal Information Services and Applications Council )

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/fisac.html>

連邦政府情報サービス/アプリケーション協議会(Federal Information Services and Applications Council (FISAC))は、エージェンシー任務とシステムのサポートにおいて最先端の情報化技術の R&D を連邦政府の情報システムとサービスへ適用する手助けをします。HPCC の R&D アジェンダでは全面的にもあるいは一部だけでも代表も参加もしていないエージェンシーに対して双方向チャンネルの通信を提供します。CIC の R&D の小委員会は、FISAC を利用して、その研究アジェンダ、優先順位、および成果に関する情報を広範な政府コミュニティに広報します。一方、FISAC は、フィードバックを提供して、連邦政府が必要とする最先端のアプリケーションを処理するのに必要な研究を明示します。

FISAC は、次のようなことを行います。

HPCC の R&D と研究コミュニティのエンド ユーザー間の情報交換のフォーラムを開催する。

連邦政府に重要な情報化技術アプリケーションを実現するのに必要な HPCC の研究を明示する。

連邦政府内の情報と通信に関するアプリケーション研究の共同作業を促進する。

連邦政府の方針とプログラムを開発する際に考えられる情報通信科学と技術問題および要求を明確にする。

アプリケーション コンピューティング、情報、および通信に関する要求提示を確実にするために、その R&D 活動と優先順位に関して、CIC の R&D の小委員会にインプットとアドバイスを提供すること。

FISAC は、以下のことによって、これらの目的を遂行します。

HPCC の R&D の技術が連邦政府の重要な任務へ早期に適用されるよう推進すること。

連邦政府機関の任務に広く適用できる可能性をもった高度な HPCC の技術を示して、配備する複数の機関の間のリーダーシップをサポートすること。

アプリケーションに必要とされる重要な HPCC の技術を評価するパイロット プロジェクトを推進すること。

情報サービスとアプリケーションの間の障壁を排除するために広い管理目標をサポートすること。

FISAC の会員資格は、連邦政府を通してアプリケーション組織から得られます。FISAC は、その危機管理(Crises Management)、連邦政府統計(Federal Statistics(FedStats))、次世代インターネット アプリケーション(Next Generation Internet Applications)、およびユニバーサル アクセス(Universal Access)チームを通してその仕事と、NSF のデジタル政府(Digital Government)プログラムと連邦政府 Web コンソーシアム(Federal Web Consortium)への連絡を遂行しています。FISAC の活動のための資金供給は、HPCC の R&D 予算クロスカット、HPCC の R&D エージェンシーの他の基金、および非 HPCC 組織からの基金の組み合わせからなっています。

[P87]

### 危機管理(Crises Management)

FISAC の危機管理のための情報技術(Information Technology for Crises Management(ITCM))チームは、連邦政府の州、地方、および国際的な組織および民間セクターと共同して、危機管理アプリケーションへの HPCC の技術の確認、開発、テスト、および実現するための共同作業を促進しています。そのチームは、DoD 連邦政府の緊急事態管理機関(Emergency Management Agency(FEMA))、NASA NCO/CIC、NOAA、NSF、合衆国勢調査局(The United States Census Bureau) および合衆国 Geological Survey(The United States Geological Survey (USGS))からの代表で構成されています。

ITCM は、非常時の準備と対応、緩和および回復における HPCC の研究の必要性を明確にし、危機管理の要求に合った HPCC のアプリケーションとツールの開発をガイドして、新しい HPCC のアプリケーションとツールのデモンストレーションを調整し、そして、ITCM のアプリケーションとツールを普及させる仕事をしています。

### デジタル政府(Digital Government)

NSF のデジタル政府(Digital Government)プログラムは、重要な情報サービス任務をもったコンピュータ情報科学研究コミュニティと連邦政府機関の間の共同研究プロジェクトを育成します。研究は、プライバシーとセキュリティを危険にさらさないで政府が、個人、政府のものを問わず、公共のものへよりアクセスしやすくすることに焦点を合わせ力を注ぎます。参加エージェンシーは、研究で実験台になるものを提供します。

1998 年のデジタル政府プログラムの発表に呼応して 50 のプロジェクト提案がありました。また、主として計画とワークショップの助成に関連して、15 個の研究提案が含まれていました。20 以上の連邦政府機関が、連邦政府の統計、危機管理、および環境データ統合などの分野で与えられた助成を受けています。2000 年度分の提案は、1999 年夏に予定されています。

デジタル政府プログラムは、危機管理(Crises Management)、連邦政府統計(Federal Statistics(FedStats))、地球情報システム(Geospatial Information Systems)、および 1999 年度の National Academy of Sciences のコンピュータ科学/電話通信ボードで行われた州/地方のワークショップに資金を提供しました。これらのワークショップとその他のワークショップの詳細は、93 ページ以降に記述されています。

### 連邦政府統計(FedStats)

FedStats の R&D チームは、以下のことに焦点を合わせ力を注ぎます。

FedStats と個々の統計機関の Web サイトが、バーチャリに統合された国家の統計情報インフラストラクチャを作り出すことを可能にするために必要な IT 研究問題を確認すること。

NSF のデジタル政府、および類似したプログラムを通して研究団体とのパートナーシップを促進すること。

FedStats の Web サイト([www.fedstats.gov](http://www.fedstats.gov))は、統計をコンパイルするのにかなり投資を行う連邦政府の 70 以上の機関にゲートウェイを提供します。そのサイトは、行政管理予算局(The Office of Management and Budget)によってまとめられた Interagency Council on Statistical Policy(ICSP)の 14 のメンバー エージェンシーによって資金が供給されています。ICSP は、FISAC と FedStats の R&D チームを共に後援します。

## 次世代インターネット・アプリケーション

(Next Generation Internet Applications)

次世代インターネット アプリケーション(Next Generation Internet Applications)チームは、非 HPCC エージェンシーと共に NGI アプリケーションを調整します。例えば、FEMA のサポートで、NOAA は、船、ブイ、および飛行機を含む多くのソースからのリアルタイム データを統合するプロトタイプの複雑なリアルタイムの風の分析システムを開発しています。それは、品質保証のための専門家の人間の介入を可能にします。また、製品開発の自動化と製品を作り上げるための機能を提供します。そして、この仕事は、やがて米国ハリケーン・センタ(National Hurricane Center)と FEMA の Natural Hazard Loss Estimation Methodology(HAZUS)のシステムで利用可能になります。研究者は、予測と災害復旧のための高速の風分析をユーザーに提供するために高度な分散化ソフトウェア技術を調査して、複数のデータソース、自動化された品質管理、および動的な HTML を統合しています。

[P88]

## ユニバーサル・アクセス

(Universal Access : すべての人々によるアクセス)

Universal Accessチームは、公共の広範な参加を可能にする情報化技術の国家的研究、開発、および展開を促進します。チームによって展開され、連邦政府のワールド ワイド Web コンソーシアム(World Wide Web Consortium Universal)によってサポートされた Universal Access ワークショップは 1999-2000 年度の拡大イニシアティブのパートナーシップの形成を進展させました。それには The Bureau of The Census、General Services Administration (GSA)、Social Security Administration、およびスタンフォード大学(Stanford University)との共同研究が含まれていて、だれでもアクセスできる人間/コンピュータ対話システムの設計を探求しています。また、G セブン(G7)の経済先進国の R&D プロジェクトには、アクセス可能な共同作業の Web 協議環境の共同開発者として障害をもつ人々も加わっています。参加者には、3 カ国からの代表が入っていました。

その他の 1999 年度の研究は、The Department of Labor Office of Worker Compensation、およびジョージタウン大学の医学センター(Georgetown University Medical Center)によって行われていて、米国 IT 人間工学規格を確立し、Occupational Safety and Health Administration (OSHA)の試算によると労働者のけがに伴う IT 関連ビジネス コストを年間 1000 億ドル削減しています。Underwriter's Lab の性能評価提案(Underwriter's Lab performance validation proposal)は、2000 年度の Universal Access に関する大統領イニシアティブ(Presidential Initiative)の一部です。NSF も Universal Access の研究プログラムを発表しました。チームは、そこで提案の具申を推進します。

GSA Center for IT Accommodation は、1999 年度に Accessible Technology ワーキング・グループと一緒に Universal Access チームを設立しました。この連合したグループも Interoperability Committee of the CIO Council と一緒に作業を行い、Rehabilitation Act のセクション 508 によって指示された新しい電子/情報化技術接近性に関する要求を統合して、この委員会の政府全体に及ぶアーキテクチャ活動の目標に合わせます。

## 連邦政府ワールドワイド Web コンソーシアム

(World Wide Web(WWW) Consortium)

1994 年に資金が提供されて、最初のグラフィカル Web ブラウザであった NCSA のモザイクのリリースが行われましたが、連邦政府 WWW コンソーシアムは、メンバー エージェンシーと NSF が資金提供をしている学術、その他の研究所間のパートナーシップです。その目標は、Webベースのデジタル政府の開発と展開です。FISAC の一部ではないが、そのコンソーシアムは、共通の関心事の情報化技術の問題に関して FISAC にアドバイスをを行います。連邦政府の従業員のための共同作業ツール、ファイアウォール研究、すべての人々によるアクセス(universal access)、トレーニング ワークショップとセミナーが、これまで注目するところとなりましたが、現在は、コンソーシアム メンバー エージェンシーは、かれらのリソースを利用して、PACI のパートナーとの IT 研究を促進しています。

# DOE の ASCI プログラム

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/asci.html>

DOE の加速された戦略的コンピューティング イニシアティブ(Accelerated Strategic Computing Initiative(ASCI))は、1996 年度に始まりましたが、この年が、大統領府の HPCC の予算ではっきりと記述された最初の年でした。これは、一部、PITAC の提案への回答で、また、それは科学とエンジニアリングのコンピューティングにおいて ASCI の世界のリーダーシップとしての位置を確かなものにしました。ASCI の任務は、国家のセキュリティと密接に関係しています。1995 年 8 月 11 日、クリントン大統領は、無条件の包括的核実験禁止条約を実行し、核の危険を削減するという合衆国の意志を表明しました。この決断は、米国が核保有の安全、性能、および信頼性において信用を確かなものとする上で、新しい時代を切り開きました。

## 米国の核保有管理プログラムにおける ASCI の役割

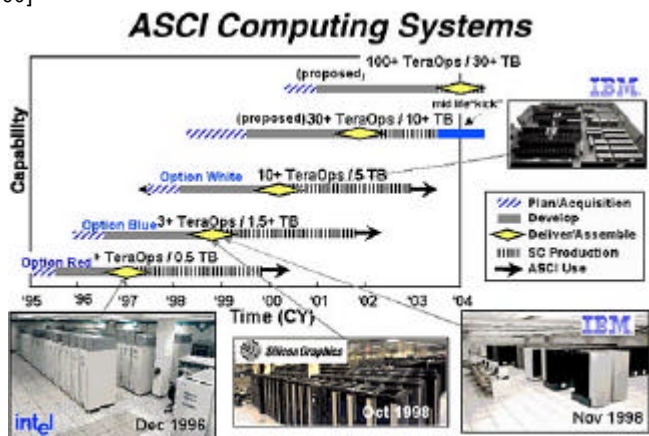
(ASCI's role in the Nation's Stockpile Stewardship Program)

ASCI は、既存の能力に基づき設立されたエネルギー省の保有管理プログラム(Department of Energy's Stockpile Stewardship Program)の不可欠な要素で、核兵器システムの性能を評価し、それらの安全と信頼性を予測して、機能性を保証する新しい方法を開発しています。SSP は、その責任を核実験なしで実現させなければならないだけでなく、非核実験の規制、製造機能のダウンサイジング、および既存の兵器に代わる新しい兵器の設計の停止にも対処しなければなりません。さらに事を複雑にする、兵器の部品が、その設計寿命を超え、製造問題と環境への関心が、兵器の部品の製作過程と材料における変化に影響を及ぼすことです。DOE は、その責任を実現させる方法としてコンピュータ シミュレーションとモデル化を選択して、科学者が核抑止力の真実性を維持するために必要な判断をするのを可能にする兵器システムの高い忠実度のコンピュータ シミュレーションを提供するために ASCI を設立しました。

新しい能力は素早く到達しつつある期限以内に開発されなければならない。核兵器の設計と実験の経験基礎を形成する科学者、および兵器自体はいずれも年を経ています。これは、テストベースの証明と評価からのスムーズな移行がなされるようにコンピューティング システムとコードを利用できるように働かせる目標の時期として 2004 年の期限まで続きます。

## ASCI によるコンピューティングとシミュレーション

ASCI は、制約された期間内にまとまった最新の機能を生み出すための任務遂行の大規模なコンピューティングとシミュレーションのための作業です。このため、ASCI の作業は創造と開発に焦点を合わせ力を注ぎます。



図：2004 年は、ASCI コンピューティング システムとコードを動かす最終期限です。

最新のアプリケーション ソフトウェア。ASCI は、兵器システムのためのシミュレーション機能を実行するために必要な高性能のアプリケーション ソフトウェアを開発しています。

最高レベルのコンピューティング。シミュレーション アプリケーションに必要なもっとも強力なコンピュータ。国の研究所と米国コンピュータ産業界の間のパートナーシップを通して、ASCI は、現在の開発推移から予期されるよりもはるかに大きい速度と記憶容量をもつ高性能コンピュータのより急速な開発を促しています。産業界と、学術分野とその他の政府機関の共同作業によって、兵器科学者とシミュレーションの間の情報豊かな関係を作る高性能アクセス、通信、および表現「スーパー回廊(Supercorridors)」の開発に拍車をかけます。

問題解決の環境。ASCI は、アプリケーションが開発されて、ASCI コンピューティング システムで効率的に実行可能で、また、高性能の情報豊かな「スーパー回廊(Supercorridors)」を通した接続性をもつコンピュータに関するインフラストラクチャを開発しています。

## 学術的なストラテジ提携プログラム

ASCI の Academic Strategic Alliance Centers は、5 つの大学の Centers of Excellence の形態をとって、高性能、シミュレーションベースの科学コンピュータ分野と ASCI と Science Based Stockpile Stewardship の目的を協力にサポートしているコンピュータ科学分野に焦点を合わせ力を注ぎます。そのセンターは、少なくとも 5 年の契約継続の意図で設立され、3 年度目に契約更改レビューを受けます。5 年目の終わりには、プログラムはあと 5 年間、更新されるかまたは再入札されます。

各 Center は、1 つまたはそれ以上の国家レベルの複数分野のアプリケーションに焦点を合わせ力を注ぎます。複数分野からのコンピュータベースのシミュレーションの結合と統合が、ASCI、DOE SSP、およびアプリケーション分野にとって重要な、基本および応用科学分野での主な進展と発見に先例のない機会を提供します。これらのアプリケーションは、分類できないもので、全国的に重要な科学、経済と社会の優先順位に関係しています。センターの主な目標は、数学的モデル



化、数学、コンピュータ・システム、およびコンピュータ科学と情報科学における進歩を促し、ASCI の高性能コンピューティング システムおよび問題解決環境の要求に合うようにすることにあります。センターは以下の通りです。

[P91]

Center for Integrated Turbulence Simulations (CITS)、スタンフォード大学(Stanford University)  
Computational Facility for Simulating the Dynamic Response of Materials、カリフォルニア工科大学(California Institute of Technology)  
Center for Astrophysical Thermonuclear Flashes、シカゴ大学(University of Chicago)  
Center for Simulation of Accidental Fires and Explosions、ユタ大学(University of Utah)/Salt Lake City  
Center for Simulation of Advanced Rockets、イリノイ大学(University of Illinois) at Urbana/Champaign

達成度、進捗度、および職員などの Academic Strategic Alliance Centers の主な記述は、ASCI 同盟の 1999 年度の実施計画で見ることができます。それは、Web 上の(<http://www.llnl.gov/asci-alliances/>)で入手することができます。

## ASCI のコンピューティング プラットフォーム

インテル社(Intel Corporation)と Sandia National Laboratories によって組み立てられた「SCI レッド(SCI Red)」マシンは 9,000 台以上の Pentium Pro のデスクトップのマイクロプロセッサとリンクしています。1996 年 12 月に、このマシンは、毎秒 1 兆回の命令-テラ命令-処理で世界の記録破りの速度をで国際的にも頂点を極めました。これは、テラスケールのコンピューティングへの最初の突破口でもあります。

IBM によって作られて、1998 年秋に Livermore National Laboratory に納入された「ブルー パシフィック(Blue Pacific)」システムは、5,856 個のプロセッサが組み込まれていて、2.6 テラバイトのメモリーで毎秒 3.9 テラ命令の最高値を達成しました。

Los Alamos National Laboratory は、1998 年 10 月に「ブルー マウンテン(Blue Mountain)」システムを導入しました。この SGI/Cray コンピュータは、6,144 個のプロセッサと 1.5 テラバイト以上のメモリーをもっています。

## PathForward

PathForward プログラムは、米国のコンピュータ会社が、ASCI 用の次世代のウルトラスケールのコンピューティング システムを作るために必要な技術開発を可能にしています。PathForward は、現在、最先端を行くコンピュータ会社が作る機能、可用性、専門技術、および製品に期待しています。大規模システムのための内部接続技術、データ格納技術、システム ソフトウェア、およびツールに焦点を合わせ力を注ぎます。これらの技術は、ASCI のプラットフォームの要求にとって重要なものであって、民間企業の開発は、少なくとも SSP が必要としている期限までには行われぬ分野でしょう。同時に、それらは産業界が今後の製品と市場に対する価値を見いだす投資であって、ウルトラスケールのコンピューティング システムは、生活必需品のコンピューティング構築ブロックからは離れて設計され、開発されるスケーリングと統合の技術です。



図： "Los Alamos National Laboratory" は、1998 年秋、 "Blue Mountain" システムを導入しました。

[P93]

HPCC R & D ハイライト

## HPCC ワークショップ

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpcc\\_workshops.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpcc_workshops.html)

連邦政府機関のワークショップによって、大学、商業、および政府の研究コミュニティの研究者や技術専門家が共に、技術やアプリケーション分野において最新の開発情報を共有することができます。また、それはリアルタイムで科学分野や学際的な共同研究を育成します。このワークショップは、技術に関するユーザーがかれらの要求を技術の開発者へ説明する場所を提供して、技術開発を研究要件に合わせる手助けをします。また、ワークショップは、開発技術をプロトタイプ化する共同作業のテストベッドを作り、運用環境の基準を細かくまとめ、そして、技術を商業分野へ展開する上できわめて重要な存在です。

NSF と NASA によるサポートで、1999 年度の連邦政府のワークショップ ダイナミックスの例として、Computer Science and Telecommunications Board of the National Academy of Sciences は、連邦政府の統計および非常時の管理と対応の 2 つの注目分野を集中化して、連邦政府での情報サービスの研究を始めました。後者のワークショップは 1998 年 12 月に始まりました。前者の話題のワークショップは、1999 年 2 月に始まり、その研究は、1999 年度末にそのレポートが完成する予定です。

多くの連邦政府のワークショップは、過去において開始されましたが、まだたくさん計画されています。以下は、最近の、または計画されているワークショップの代表的な例です。

### 共同ならびにマルチエージェンシーのサポートによるワークショップ

DARPA DOE, NASA, NSA, NSF, および NIH の後援による第 2 回の Enabling Technologies for Peta(f)lops Computing 会議は、1999 年 2 月 15-19 日にカリフォルニアのサンタバーバラで開催されました。カリフォルニア工科大学と NASA のジェット推進研究所が、この会議を協同して運営しました。この後、一連の細部に及ぶワークショップが続き、ペタフロップス(petaflops)の機能を実現する究極的な道を決する要素とそれを効果的に使用する方法を探求する助成研究が行われました。この第 2 回の会議の目的は、ペタフロップス(petaflops)スケールのコンピューティングの研究の状況と理解におけるコミュニティ全体のコンセンサスを確立して、実用的なペタフロップス(petaflops)性能のシステムに通じる今後の調査のための指示を決定することでした。4 日間の会議は、詳細で広範囲の問題の提供と従来の研究分野の枠を越えた詳細な議論を促すために広い分野の学術コミュニティの専門家がかわりました。政府、学術団体、およびコンピュータ産業から 100 人以上の科学者やエンジニアが、この盛会の会議に参加しました。

"National Workshop on Advanced Scientific Computation" は、DOE と NSF の協同後援で、1998 年 7 月 30-31 日に、ワシントン D.C. の National Academy of Sciences Academy で開催されました。ワークショップの目標は、前途有望な最高レベルの科学計算、シミュレーション、およびをとくに大規模できわめて複雑なシステムとその処理のモデル化について調査することでした。さらに、ワークショップは、学術、政府、および産業界の組織に科学およびエンジニアリングにおける次世代の機能の重要性に注目して、概説するように計画されていました。

[P94]

### NSF

NSF によるサポートで、Committee on National Statistics of the National Research Council との共同で Computer Science and Telecommunications Board は、Information Technology Research for Federal Statistics に関するワークショップを 1999 年 2 月 9-10 日に、ワシントン D.C. で開催しました。パネルの話題には、"Information Technology Trends and Opportunities"、"Study Design, Data Collection, and Data Processing"、および "Creating Statistical Information Products" が含まれていました。別のパネルでは、連邦政府の統計機関で利用されるプロセスについてワークショップ関係者に知らせ、研究を行うよう知らせる目的で、事例を調査しました。

NSF の "Workshop on Middleware" は、イリノイの Northwestern University's Evanston のキャンパスの Allen Conference Center で、1998 年 12 月 3-4 日に開催されました。それはノースウェスタン(Northwestern)大学のエバンストン(Evanston)とシスコ(Cisco)によって共催されました。このワークショップでは、ネットワークミドルウェアの許容できる定義の開発、ネットワーク ミドルウェア インフラストラクチャ層のためのコア コンポーネントの明確化、およびネットワークの実験台でのコンポーネントに必要な研究とその組み込みの明確化に注目しました。

"Planning the Next Stage of NSF Advanced Networking Research and Development" は、1998 年 8 月に Educause との共催による NSF のワークショップでした。このワークショップの目標は、近い将来に NSF の最新のネットワーク プログラムが直面する問題や機会に関してある段階のコンセンサスを達成することでした。それは、今後追求するプログラムへの最善で一般的な方針でコミュニティ提案を開発して、vBNS 後のプログラム構造の構築法に関して NSF の ANIR へ提案をしました。さらに詳細は、次のサイトの Educause レポートに記載されています。

<http://www.educause.edu/netatedu/contents/reports/postvbnsrec981116.html>

"Guidelines for NSF Networking Initiatives in the 21st Century" は、American Association for the Advancement of Science との共催の NSF のワークショップで、1999 年 2 月 22-23 日に開催されました。このワークショップは、コミュニティ提案を取り込んで、現在の vBNS 世代に続く NSF の ANIR プログラムの今後の展望をまとめた一般に利用可能なレポートを作成しました。同様な「PACI のための vBNS 後のプログラム(post-vBNS Program for PACI)」に関する NSF サポートのワークショップが 1999 年 2 月 17-19 日にカリフォルニアのサンジエゴで開催されました。いずれのワークショップも一般の科学/大学研究コミュニティからの提案がありました。引き続き同様なワークショップが 1999 年春に開かれます。

昨年は、NSF のワークショップには、1998 年 9 月 10-12 日にテキサスのオースチンで "Research Priorities in Electronic Commerce"、1998 年 5 月 15-16 日にバージニアのヘルムドン(Herndon)で、"Workshop on Distributed Information, Computation, and Process Management (DICPM) for Scientific and Engineering Environments"、1998 年 3 月 29-30 日にワシントン D.C. で "1998 Information and Data Management Program Workshop"、1998 年 3 月 24-27 日にカリフォルニアのパサデナ(Pasadena)で "NSF Workshop on Interfaces to Scientific Data Archives (ISDA'98)"、1998 年 3 月 20-21 日にペンシルバニアのピッツバーグで "NSF Workshop on Information Retrieval Tools"、1998 年 2 月 5-6 日にカリフォルニアの LaJolla で "NSF Workshop on Managing and Mining Massive Data (M3D-98)"、そして、1998 年 1 月 5-6 日にカリフォルニアのパークレーで "Digital Libraries Initiative All Project Meeting" が開催されました。

### NASA

1998年2月21-25日にメリーランドのアナポリスで開催されたNASAが後援した"IEEE Frontiers '99 Conference"は、有効な高性能コンピューティングを取り巻く限界を払拭する技術的な課題を探求するフォーラムでした。この会議は、ワシントンD.C地区の連邦政府の情報化技術コミュニティ向けフォーラムがあり、最高レベルのコンピューティング、情報、および通信の分野の最新の調査結果を共有することができました。Frontiers会議で注目された領域には、アプリケーションとアルゴリズム、システムソフトウェアと言語、コンポーネント技術、およびシステムアーキテクチャがありました。

[P95]

ISE概念への序論として、NASAは、1998年12月9-11日に、NASAの本部でISEビジョンの一面を示すために一連のデモンストレーションを主催しました。その注目すべき点は、地理的に分散された状況での共同作業、高度な人間とコンピュータの高度なインターフェイスと対話にありました。(すなわち、集中できて、対話的なインターフェイスと相互作用)なお、それらは、オペレーションを通じた任務の概念化を示す最新のエンジニアリングプロセスの可視化、ならびに、これからの任務で生じる科学データの可視化のためのものです。大きなISEビジョンのサブセットだけでしたが、これらのデモンストレーションは、進展するISE技術のいくつかを強調していました。

デモンストレーションのいくつかの例として、4人が対話可能なバーチャルな特殊輸送活動(Extra Vehicular Activity(EVA))の乗組員たちによる宇宙ステーションの組立飛行の共同集中作業のデモンストレーションが行われました。本部の参加者のひとり(ディスプレイを頭部に装着して)そして、バージニアのLangley Research Center、アラバマのMarshall Space Flight Center、カリフォルニアのAmes研究センターの人が乗組員の代わりにしていました。スペースステーションのイントラ輸送活動(Intra Vehicular Activity(IVA))訓練シナリオの共同作業のデモンストレーションもあり、本部、テキサスのジョンソン宇宙センター、およびMarshall Space Flight Centerの面々がIVAの乗組員の代わりにしていました。風洞シミュレーションの共同作業で対話型の3次元可視化、ハリケーン、デジタル地球、およびタービンエンジンの会話型3次元可視化もありました。

1998年8月17-19日のNASAのAmes研究センターの"NASA Quality of Service Workshop"では、18の技術論文が、QoS技術と実験台の状況についてレビューして、QoS機能の近い将来の拡張に対する提案を行いました。QoSワークショップの主な成果は、ネットワークの最先端の信号法のコアネットワークとRSVPにおけるDIFサーブをデモンストレーションのための複数プロバイダーの実験台の実現でした。

## DARPA

1998年10月25-29日、バージニアのレストンで"Kickoff Workshop for the Principal Investigators of DARPA's Next Generation Internet Program (SuperNet) Awardees"が開催されました。このワークショップの中心は、新しい研究アイデアの共有、NGIのSuperNetの実験台の開発計画、および異なるプロジェクト間の共同作用と共同作業の機会にありました。このワークショップではまた、Broadband Information Technology Programの中の進捗中のDARPAプロジェクトの経過報告書も示されました。ミーティングのアジェンダ、参加者、およびプレゼンテーションの内容は下記のサイトで見るすることができます。

<http://www.dynacorp-is.com/darpa/meetings/ngi98oct/agenda.html>

## 今後のワークショップ

1999年8月10-11日、カリフォルニアのAmes研究センターでのNGIエージェンシーによる共催の"Bridging the Gap from Networking Technologies to Applications Networking Technologies"ワークショップの目的は、次世代ネットワーク技術を最先端の革新的なアプリケーションへ適用することを推進することです。興味ある技術としては、QoS、拡張性のある信頼できるマルチキャスト、オーディオ/ビデオ/共同作業フレームワーク、およびミドルウェアがあります。ワークショップの目標は、ネットワーク研究とネットワークアプリケーションのコミュニティ間の効果的な共同関係を確立して、アプリケーションは、高性能ネットワークの実験台(NREN、NISN、ESnet、DREN、vBNS、Abilene、SuperNet、CAIRN)を越えて実現される今後の高度なネットワーク技術を利用するために準備されることにあります。このワークショップは、産業界、学術分野、および政府の研究者が一緒になって科学研究のサポートにおける共同作業と問題解決の技術の将来方向を定義して、議論します。共同環境におけるR&Dと統合のフレームワークは、基本的なレベルのサポートと機能を提供する理論と技術を生み出してきました。ワークショップは、科学的な仕事の必要性を満たすことができるアーキテクチャに向かって現在の研究と技術がどのように発達する必要があるかを明確にするでしょう。

[P96]

1999年春には、DOEとカリフォルニア大学バークレー校は、"Integrated Collaborative Problem Solving for Scientific"の会議を共催します。

## HPCC R&D のプログラムの調整

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpccrd\\_programs.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpccrd_programs.html)

クリントン大統領は、1993年11月23日に行政命令によって"National Science and Technology Council (NSTC)"を設立しました。この大統領によって組閣された内閣レベルの議会は、科学、宇宙、および技術の努力、さらに、連邦政府の研究開発事業のさまざまな部分を調整する政府内の主要機関です。メンバーは、重要な科学、技術の責任をもつ副大統領、科学および技術に関する大統領の補佐官、閣僚、および長官、ならびにホワイトハウスの官吏から構成されています。

NSTC は、情報化技術や健康に関する研究から輸送システムの改善や基礎研究の強化に及び分野における連邦政府の科学技術投資のための国家目標を確立することに焦点を合わせ力を注ぎます。NSTC のもっとも重要な仕事の1つは、準備することになっている1つは、調整されたR&D戦略と予算提案を準備し、科学技術のそれぞれの目標達成を援助することです。この達成のために、NSTC は、以下の5つの委員会を設立しました。

- 環境/天然資源委員会
- 国際科学/工学/技術委員会
- 国家セキュリティ委員会
- 科学委員会
- 技術委員会

連邦政府機関または部局の上級官吏(または、一般官吏)が各委員会の就任します。同時に、White House Office of Science and Technology Policy (OSTP)の Senate-confirmed Associate Director も同じくともに就任します。5つの常設委員会に加えて、NSTC は、複数の常設委員会の関心事にまたがる特定の方針やプログラムを見直して、調整するのに必要な特別のワーキング・グループを設立します。

### 技術委員会 (Committee on Technology(CT))

NSTC の技術委員会 (Committee on Technology(CT))は、総合的な技術方針、プログラム、および OSTP および行政管理予算局(Office of Management and Budget (OMB))の Directors に対する予算ガイダンスおよび指示を行います。連邦政府の政府技術R&D部門と機関の上級代表から構成されるCTは、連邦政府の技術 R&D の総合的な生産性と有効性を増大させるにあたり、NSTC に忠告をし、補助します。その委員会は、機関の境界をまたがる重要な国策案件に注目して、機関内方針の調整とバランスのとれた包括的な技術R&Dプログラムの開発のための公式機関として機能します。委員会は、連邦政府のR&D予算をより効率的に投資するために技術パートナーシップを促進します。

CT は、7つの技術 R&D 小委員会の活動を監督します。

[P98]

- 米国革新パートナーシップのための機関内ワーキング・グループ
- 重要インフラストラクチャ保護 R&D に関する機関内ワーキング・グループ(国家セキュリティ委員会と共に共同管理される)
- 次世代輸送機パートナーシップ
- 建設小委員会
- コンピューティング/情報/通信小委員会
- 材料小委員会
- 輸送 R&D 小委員会

### コンピューティング/情報/通信小委員会

(Subcommittee on Computing, Information, and Communications (CIC))R&D

7つの小委員会の1つであるCIC R&Dの小委員会は、連邦政府のHPCC R&Dプログラムに参加している12のエージェンシーのそれぞれの代表者とOMBとOSTPからの代表で構成されています。その小委員会とエグゼクティブ委員会は、それらのエージェンシーと作業を行い、マルチエージェンシーのHPCCプログラムを計画し、予算を取り、実施し、そしてレビューします。このことによって、われわれの21世紀の情報インフラストラクチャが形成されます。

この小委員会は、活動を調整して、新しいイニシアティブについて議論して、特定のプログラム目的をもち、定期的に行われる5つのワーキング・グループといくつかのサブグループからなっています。

- 最高レベルのコンピュータ(HECC)ワーキング・グループ
- 大規模ネットワーク(LSN)ワーキング・グループ
  - 高性能ネットワーク アプリケーション チーム(HPNAT)
  - 情報セキュリティ チーム(IST)
  - ジョイント エンジニアリング チーム(JET)
  - ネットワーク研究チーム(NRT)
- 高信頼性システム(HCS)ワーキング・グループ
- 人間中心システム(HuCS)ワーキング・グループ
- 教育/トレーニング/人的資源(Education, Training, and Human Resources (ETHR))ワーキング・グループ

連邦政府の情報サービスとアプリケーション評議会(FISAC)も、この小委員会に報告を行います。

ワーキング・グループのための1999年度の成果と2000年度の計画は本書で取り上げられています。

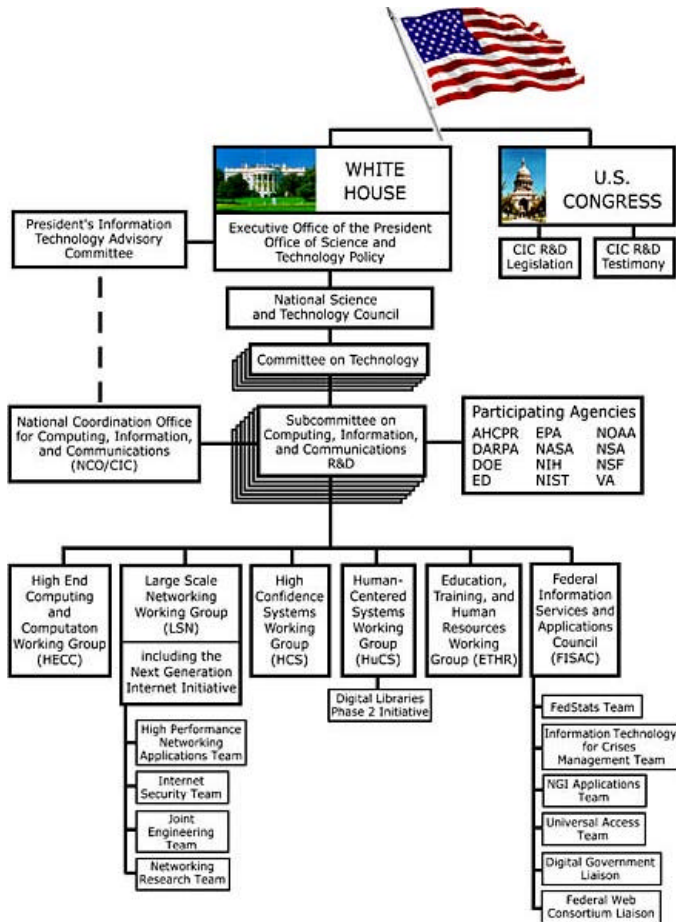
### コンピューティング、情報、および通信に関する国のコーディネーション オフィス (NCO/CIC)

NCO は、連邦政府のHPCCのR&Dのための中心的な接点として機能します。また、CICのR&Dの小委員会へガイダンスを提示して、サポートします。小委員会は、NCOのディレクターが委員長を務め、かれは、OSTPのディレクターへ報告を行います。NCOは、小委員会がマルチエージェンシーの計画、予算、および査定文書を準備するのに補助します。HPCCのR&Dプログラムに参加しているNCOとエージェンシーは、バランスのとれた包括的なHPCCのR&Dアジェンダを作り、実現するために一緒に作業します。

[P99]

## HPCC R&D のプログラムの調整

NCO は、大統領直属情報技術諮問委員会(PITAC)については101ページ以降を参照)をサポートします。それは、26の産業界と学術組織のリーダーから構成されています。PITACは、情報化技術のR&Dにおける連邦政府の役割の独立した査定を託されています。



## 進捗

NCOとCICのR&Dの小委員会は、議会からの代表者、連邦政府、州、および地方の組織、学術組織、産業界、専門の共同体、外国の組織などと頻りに会合をもって、HPCCの要求、問題および進捗に関する技術的でプログラムに従った情報を交換しています。

例えば、1999年度には、NCOおよび小委員会のLSNワーキング・グループ(LSNWG)は、SC98のいくつかの活動に参加しました。全体会議は、スーパーコンピューティング、大規模コンピューティング、ネットワークング、分散コンピューティング、データ集約のアプリケーション、その他の進んだ技術に集中しました。それらは、いずれもコンピューティング、通信、そして、コンピュータ科学の開拓を進展させるものです。NCOとLSNWGは、次世代インターネット(NGI)のアプリケーションの調整を行いました。これは、NGIおよびその他の連邦政府のHPCCのR&D投資に関して研究者や一般の人々の教育を促すものです。LSNWGの代表もまた、NGIパネルを開き、パネル討論とチュートリアルに参加しました。NCOは、PITAC Town Hall会議をとりまとめました。そこで、メンバーは、大統領あてのレポート(101ページ以降を参照)のために草案作成していた調査報告や提案について討論しました。

[P100]

毎年、NCOは、会議オフィス、学術分野、産業界、および一般からの何千もの情報の要求に応じています。これらの要求を満たすために、NCOは、印刷やビデオを提供し、かつ1994年からはすべてのNCO刊行物を含むWebサイト、CICのR&Dの小委員会とそれへ報告する組織に関する情報、NGIイニシアティブの情報、会議の証言内容、PITACの活動とレポート、参加エージェンシーのサーバーへのリンク、その他の関連情報を維持管理しています。HPCCのR&Dプログラムに関する最新の情報は<http://www.ccic.gov/>と<http://www.ngi.gov/>で参照できます。

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

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

## 最高レベルのコンピューティング システムの報告

NCOとHECCWGは、最高レベルのコンピューティングシステムの報告会を組織しました。それは1998年8月17-18日に開催されました。連邦政府機関の125人以上の科学者と技術者と選ばれた契約者が出席しました。このイベントは、メリーランドのBethesdaにあるLister Hill Center Auditorium of the National Library of Medicineの主催で、9つの米国の主な高性能コンピューティングシステムのベンダー、コンパックコンピュータ社、ヒューレットパッカード社、IBM社、インテル社、シーケントコンピュータ社、シリコングラフィックス社、サン・マイクロシステム社、SRCコンピュータ社、およびテラコンピュータ社が参画しました。同様な報告会が、1993年2月と1995年10月にも行われていました。開催年には、広範な技術的開発、産業界においては景気の大きな停滞、連邦政府のR&Dの関心事と要求、産業界の製品ラインと市場の双方の進展があり、必要とする政府と産業界と市場の両方の進展がありました。これらの報告会を通して、政府機関は、高性能コンピューティングにおける主な動きと問題点に関する情報を更新しました。それは、高性能コンピューティングシステムのR&Dと調達活動を計画する上で有効でした。

## 米国製品購入レポート

議会は、米国以外の高性能コンピューティングと通信に関する資金活動についての情報を必要としています。1999 年度において、DARPA は、HPCC の R&D に対しての交付金、契約、協定すなわち共同研究開発協定に参入した唯一の HPCC の R&D の機関でした。その協定は、1)米国に所属または位置する会社以外の会社で、米国の市民である個人が最大の所有権を有しているか、または2)米国以外に位置する教育団体または非営利団体、のいずれかです。DARPA は、HPCC の R&D 関連で、College London 大学(英国)へ 20 万ドルを授与しました。また、Warwick 大学(英国)へは 10 万 5 千ドルを授与しました。1999 年度は、米国以外で採掘されたかまたは生産された非製造の物資、材料、または供給品、または、米国内で製造された物以外の製造物資、材料、供給品、さらに米国で採掘、生産、または製造された物資、材料、または供給品のすべての HPCC R&D の調達は、100 万ドル以下です。

## 大統領直属情報技術諮問委員会 (PITAC)

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/pitac.html>

クリントン大統領は、高性能コンピューティング、通信、情報技術、および次世代インターネット(NGI)に関して、行政府にガイダンスとアドバイスを提供するために1997年2月にPITACを設立しました。これは、今後のITのR&Dの強化に力点を置いたものです。PITACは、大統領の科学諮問を通して大統領へ報告されます。

### PITAC の 1998 - 1999 年度のハイライト

1998年7月24日、クリントン大統領は、大統領令13035の修正を行いました。それによって、高性能コンピューティング、通信、情報技術、および次世代インターネットに関する諮問委員会を設立しました。大統領の情報技術諮問委員会(PITAC)と名前を変え、その会員資格も拡大しました。

1998年8月には、PITACは、コンピュータ、ネットワーク、ソフトウェアなどの技術の長期間のR&Dにおいて連邦政府の出資を広げることによって情報化時代における米国のリーダーシップを確かなものとする大胆なアジェンダを示した大統領への中間報告を発行しました。委員会は、1998年11月4日の公式の会合を開催しました。また、フロリダのオーランドでのSC98会議におけるTown Hall会合で中間報告を見直して、一般からのフィードバックを要請しました。

### PITAC 報告

1999年2月24日には、PITACは、レポート「情報技術研究我々の未来への投資」をクリントン大統領宛に発行しました。委員会は、我々の社会に対する情報技術の経済的、戦略的重要性が、情報技術のR&Dに対する連邦政府のサポートの増大を期待するところであると述べました。委員会は、今日の競合環境において産業界は目前に焦点を合わせるゆえに、連邦政府の役割が重要であると強調しました。したがって、政府は、全体として社会にとって長期的に重要な問題を解決する上で投資する必要があります。

PITACは、情報技術における研究に対する連邦政府のサポートが、現時点においてきわめて不適切であると結論づけて、連邦政府が、戦略的なイニシアティブを作成して、長期間の総投資ベースを増加させ、情報技術の基礎的なR&Dに対して2004年度までに年間およそ14億ドルによる基本的な情報技術への投資を提案しました。報告書は、研究アジェンダの全体の中で、次のような分野が、注目すべき点で、そのような長期間のR&Dイニシアティブで主要な分野となると述べています。

### ソフトウェア

PITACは、ソフトウェアの需要は、その生産能力よりもはるかに速く増大してきたと報告しています。さらに、われわれも今日生産されているものよりももっとはるかに使いやすく、高信頼性の強力なソフトウェアを必要としています。PITACは、米国が、危険なまでに大規模なソフトウェアシステムに依存していて、その働きもよく理解されていないし、また、しばしば予測しなかった事態を引き起こしているとも述べています。したがって、ソフトウェアに関する研究の増強には高い優先順位が与えられるべきで、それには、大量の情報を管理するソフトウェア、コンピュータをもっと使いやすいものにするソフトウェア、人間がコンピュータと対話する方法を改善するためのソフトウェアなどがあります。

### 大規模な情報化のためのインフラストラクチャ

PITACは、インターネットに対するわれわれの依存もその元々の設計者の意図を超えてますます成長していると報告しました。さらに、その利用を広げるわれわれの能力も限らない挑戦が求められてきました。インターネットの規模、能力、および複雑さが成長するにつれて、米国の研究者や科学者が大きく、複雑で、高信頼性の、安全なシステムを構築して、利用する方法を学ぶためにも必要な研究を行うことは避けられないことです。

### 最高レベルのコンピューティング

PITACは、高速の計算と高速のデータ移動を扱う極めて高速のコンピューティングシステムが、正確な天気や気候の予測を提供したり、進んだ製造設計をサポートしたり、新しい薬品を開発したり、いろいろな分野での科学研究を行ったり、重要な国益に関することをサポートしたりする上で不可欠であると述べています。米国の科学者が最高の能力をもつコンピュータへのアクセスを続けるようにするために、今日のシステムの限界を超える革新的なアーキテクチャ、ハードウェア技術、およびソフトウェアストラテジにその投資が集中されるようPITACは提案しました。

### 社会経済的影響

情報技術は、すべての人々や米国の団体への情報の流れを大きく改良するでしょう。それは、情報技術における継続した進展の潜在的な社会経済的利益とリスクのよき理解によります。新しい技術への期待の実現のために、PITACは、米国がこれらの技術を明確にして、理解して、予見して、力を注ぐため研究に投資して、また、目的と方法を展開して、情報技術をすべての市民生活へ統合化することによってもたらされる変化を評価しなければならないと考えています。国は、これらの目的に対する変化の影響に関する研究を行って、この研究から得られる知識を扱う適切な方針を開発しなければなりません。

### 連邦政府の情報技術研究の管理と実現

PITACによれば、21世紀の米国のニーズに合う連邦政府のITプログラムの構築が、管理ストラテジ、研究サポートの新しい方法、および新しいインプリメンテーションストラテジ(実行方針)を必要とするでしょう。連邦政府の予算要求とも合わさって、より長期の共同チームによる研究、および小さく、効率的で、連携した研究管理のプロセスを維持する必要があります。新しいITプログラムを管理、実行するために責任ある連邦政府の組織の位置づけによって、基本的な研究と応用研究の間のバランスを保ち、長期のハイリスクを伴う共同研究プロジェクトを促進し、参加する連邦政府機関と民間による系統的なレビューを行うために連邦政府の情報技術研究へのすべての投資のレビューが必要になります。

### 報告書の入手

大統領へのPITACの報告書は、以下のサイトから入手できます。

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

Committee Membership 省略





[P105]

# HPCC エージェンシーR&D のプログラムコンポーネント分野別の予算

<http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/budget.html>

1999 年度予算(単位:百万ドル)

Agency	HECC	LSN <sup>a</sup>	Other PCAs <sup>b</sup>	TOTAL
NSF	224.7	72.0	4.3	301
NASA	71.4	20.6	0.6	93
DARPA	48.0	82.2	10.4	141
DOE Office of Science	91.9	33.9		126
NIH	27.1	67.9	8.0	103
NSA	24.0	3.0		27
NIST	3.5	5.2	4.3	13
NOAA	8.8	2.7		12
AHCPR		3.1	4.9	8
EPA	4.2			4
SUBTOTAL	503.6	290.6	32.5	828
DOE ASCI				484
TOTAL				1,312

エージェンシー

HECC

LSN<sup>a</sup>

その他の PCA<sup>b</sup>

合計

2000 年度予算(単位:百万ドル)

Agency	HECC	LSN <sup>a</sup>	HCS	Other PCAs <sup>c</sup>	TOTAL
NSF	216.8	76.4	21.1		314
NASA	108.2	20.4	7.8		136
DARPA	38.4	75.5	16.0		130
DOE Office of Science	82.6	33.8			116
NIH	27.7	69.0	5.3	2.0	104
NSA	27.5	1.7	47.8		77
NIST	3.5	5.2	5.5		14
NOAA	10.3	2.7			13
AHCPR		5.2		5.5	11
EPA	4.2				4
SUBTOTAL	519.2	289.9	103.5	7.5	919
DOE ASCI					543
TOTAL					1,462

エージェンシー

HECC

LSN<sup>a</sup>

その他の PCA<sup>c</sup>

合計

a NGI の予算は、LSN の予算の一部である。

b HCS、HuCS、ETHR などいくつかのエージェンシーの予算は、大統領府の 1999 年度の予算に含まれる。

c HCS、ETHR などいくつかのエージェンシーの予算は、大統領府の 2000 年度の予算に含まれる。

d NIST と NOAA の 1999 年度の DOC 合計は、大統領府の予算が、25 百万ドルと発表されて更新された。

e 切り捨てのため小計は合計に加算されていない。

[P106]

# HPCC R&D Summary

[http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpccrd\\_summary.html](http://www.hpcc.gov/pubs/blue00/hpccrd_summary.html)

## HPCC R&D の目標

コンピューティング、情報化、通信の技術における継続的な米国のリーダーシップを確かなものにして、それを連邦政府の目標に合致させ、そして、米国の 21 世紀の学術、防衛、および産業界の公益をサポートする。

科学、技術、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、最新の実験的な情報技術の展開を加速し、生活向上を図り、長期の経済成長を推進し、生涯学習を増大させ、環境を保護し、情報技術を利用し、国の安全を増強する。

コンピューティング、情報化、および通信の技術における長期の科学技術研究を通して、米国の生産性と産業界の競争力を促進する。

## HPCC R&D エージェンシー

AHCPR Agency for Health Care Policy and Research、 保険社会福祉省(Department of Health and Human Services)

DARPA 米国防省高等研究計画局(Defense Advanced Research Projects Agency Department of Defense)

DOE エネルギー省(Department of Energy)

ED 教育省(Department of Education)

EPA 米国環境保護庁(Environmental Protection Agency)

NASA 米国航空宇宙局(National Aeronautics and Space Administration)

NIH 米国国立衛生研究所(National Institutes of Health, 保険社会福祉省(Department of Health and Human Services))

NIST National Institute of Standards and Technology Department of Commerce

NOAA 米国海洋大気局(National Oceanic and Atmospheric Administration, Department of Commerce)

NSA 米国国家安全保障局(National Security Agency, Department of Defense)

NSF 全米科学財団(National Science Foundation)

VA 復員軍人省(Department of Veterans Affairs)

[P107]

## HPCC R&D プログラムの評価基準

### 関連事項 / 貢献

研究は、米国高性能コンピューティング通信(Federal High Performance Computing and Communications(HPCC))プログラムの全体の目標におおいに貢献しなければならない。そのプログラムには、高度コンピューティング/コンピューテーション(High End Computing and Computation (HECC))、大規模ネットワーク(Large Scale Networking (LSN))、高信頼性システム(High Confidence Systems (HCS))、人間中心システム(Human Centered Systems (HuCS))、教育/トレーニング/人的資源(Education, Training, and Human Resources (ETHR))の 5 つのプログラムコンポーネント分野の目標が含まれていて、総合的、および、国家挑戦のレベルのアプリケーション問題解決を実現します。

### 技術的 / 科学的メリット

提案されるエージェンシー プログラムは、技術的 / 科学的に確かなもので、高品質でなければならない。かつ、文書化された技術的 / 科学的計画とレビュー手順の集大成されたものでなければならない。

### 準備

エージェンシーの明瞭な計画工程が、明示されなければならない。その組織は、プログラム実行のための能力を証明しておかなければならない。

### タイミング

提案される作業は、1 つ以上の HPCC R&D プログラム コンポーネント分野で技術的 / 科学的にタイムリーでなければならない。

### 結合性

責任を有する組織は、方針、プログラム および連邦政府、産業界および学術分野間の効果的な技術的、科学的な接触を推進する活動を確立しておかなければならない。

### 費用

対象のリソースは適切なものであり、利用可能な HPC R&D のリソース全体で適当に共有するものであって(例えば、プログラムコンポーネント分野間のバランス)、共有資金の可能性を促進し、そして長期にわたるリソースの利用を目指さなければならない。

#### **エージェンシーの承認**

提案されるプログラムまたは活動は、付託するエージェンシーによって方針レベルの承認が得られなければならない。