

Grid Computingの技術動向と NAREGIプロジェクト

2003年2月21日
九州大学情報基盤センター客員教授
株式会社富士通研究所
フェロー 三浦 謙一

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Outline

- 背景
- Grid Computingとは
- Grid Forum
- 日本でのActivity
- 課題
- Gridの応用例
- 将来の方向

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Background

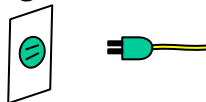
米国の研究者を中心として発展

- (1) 計算機要素技術の飛躍的な発展
CPU, メモリ, ストレージ ネットワーク
- (2) 広域的な計算資源の分散
例 NASAの研究所, NSF スパコンセンタ
- (3) 90年代のHPC分野での政府予算の縮小傾向
(NASA, NSF等) → 計算資源の統合化/共有化
- (4) ネットワーク分野への政府投資の増大
(NGI, Gigabit Testbed等)
- (5) 粒子加速器、天体望遠鏡、電子顕微鏡などの巨大実験装置/観測装置、或いは巨大データベースとData処理を行うセンター / 研究者との間の高速 柔軟な接続要求

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Grid Computing or Computational Grids : - The Concept -

- “*The Grid*” – Distributed, high performance computing and data handling infrastructure that incorporates geographically and organizationally dispersed, heterogeneous resources which are persistent and supported.
- *The Analogy* - Just as we “plug” into the electrical power network when we want electricity, we should be able to “plug” into the “Internet/Intranet” and “compute” from grid. (電力供給ネットとの類推)

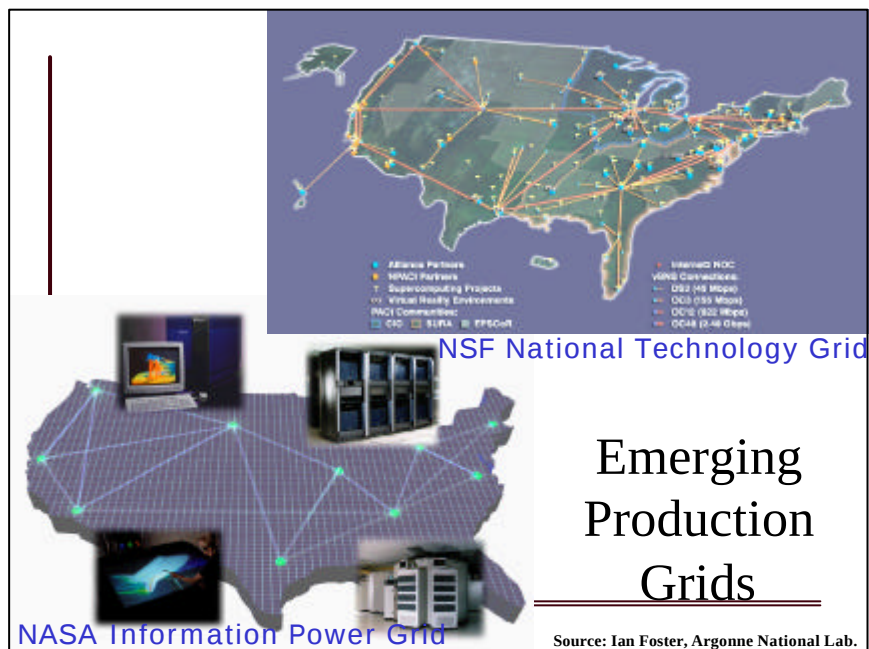


All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Origin

- ARPANET (1970s)
- Meta -Computers
- National Machine Room Concept
- Supercomputing Conference ~~で~~ Demo
(GUST ,I-way etc., 1995-)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003



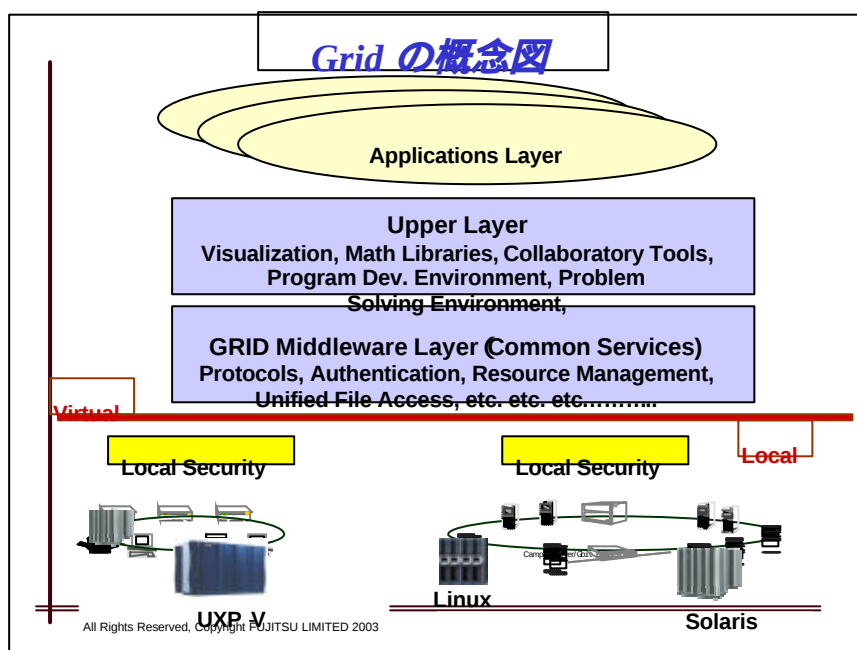
Gridの階層構造

- Applications
- Programming Tools/Problem Solving Environment
- Common Services
- Grid Fabric/Infrastructure

ミドルウェアの開発・整備・標準化がGRIDの活動の中心になっている。

Globus Toolkit (Argonne National Lab., ISI/USC)
Legion (Univ. Virginia)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003



Gridの階層構造

- Applications
- Programming Tools/Problem Solving Environment
- Common Services
- Grid Fabric/Infrastructure

ミドルウェアの開発・整備・標準化がGRIDの活動の中心になっている。

Globus Toolkit (Argonne National Lab., ISI/USC)
Legion (Univ. Virginia)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Globus Toolkit

- GridのService Layer を提供するツールキット
- Gridコンピューティング用ミドルウェアのde fact standard
- 多くのプラットフォームでの実績あり

Version 1.1.3: Solaris 7, AIX(4.2.1 & 4.3.3), IRIX 6.5
Red Hat Linux 6.1, UNICOS/mk2.0.4 (T3E) etc.

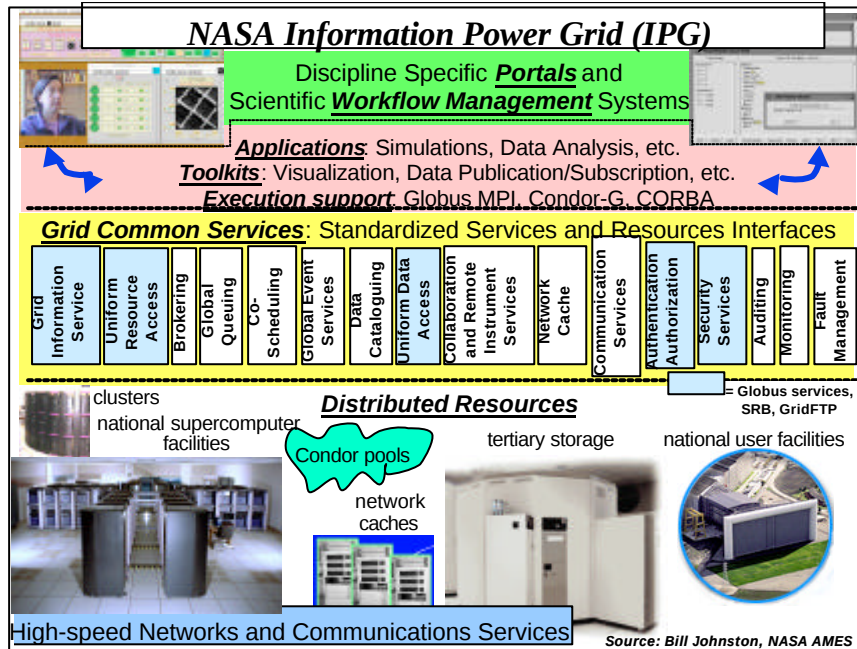
Version 1.1.4: AIX4.2.1, Red Hat Linux 6.1, IRIX 6.5

Version 2.0: 2002年4月 リリース予定。
ベータ版にて基本機能の動作確認済みプラットフォーム
Linux Kernel 2.4, IRIX 6.5, Solaris

Version 3.0: IBMと共同。ドラフト版スペックを作成 (OGSA)
今後WGにて検討。(ターゲット:2003年1月アルファ版)

- あくまでもミドルウェアであって利用環境、利用アプリの構築は各サイト、各利用者による。

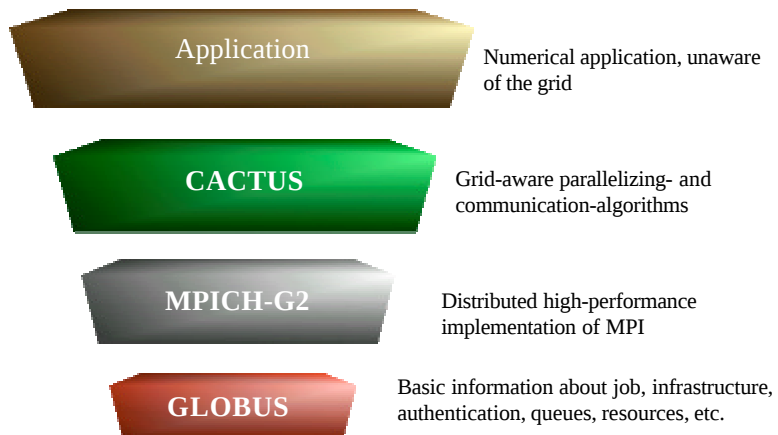
All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003



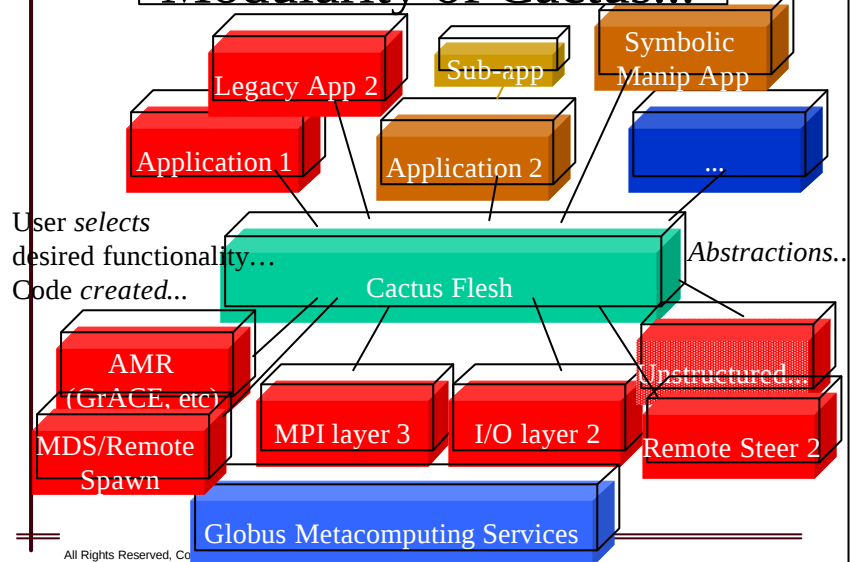
Programming Technology/ Problem Solving Environment の例

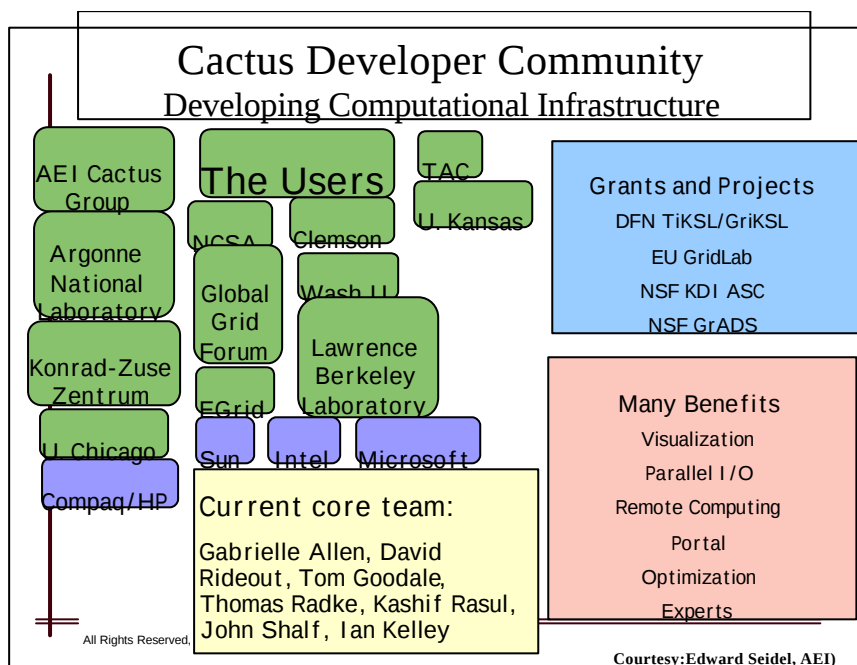
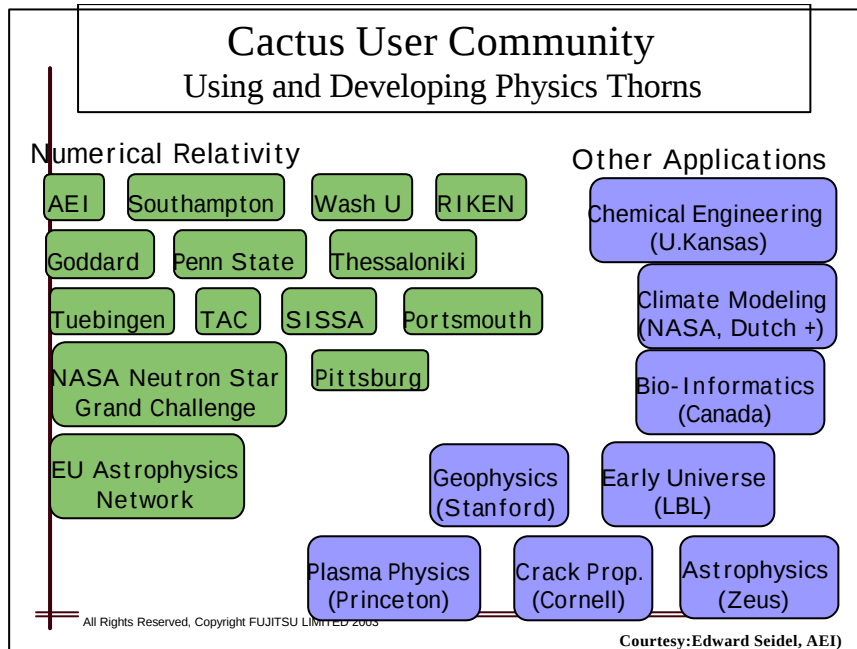
CACTUS

Layered structure of the framework



Modularity of Cactus...

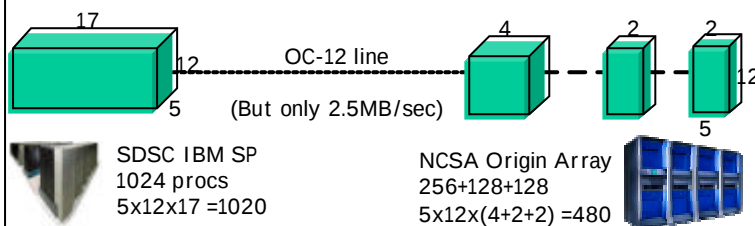




Examples of what can be done now

- Three Current Examples, work Now: Building blocks for the future

- Dynamic, Adaptive Distributed Computing
 - Increase scaling from 15 - 70%
- Migration: Cactus Worm
- Spawning



Dynamic Adaptation: Number of ghostzones, compression, ...

Won
"Gordon Bell Prize" 2001

Gridの課題 (Applications)

- アプリケーションとの適合性
 - Multi - Discipline (連成アプリ)
 - PC クラスタMPPの延長線としての応用?
 - Embarrassingly Parallelなもの
(Monte Carlo, Parameter Survey etc.)
- Application に即した上位レベルのLayerの開発はこれから。
(例: Condor, Nimrod, CACTUS)
- 装置やデータベースと計算資源とのヘテロなリンクが現実的な
第一歩か? → **PetaByte Class Storageへの要求**
(例 天文台、加速器、電子顕微鏡、遺伝子/蛋白データバンク等)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

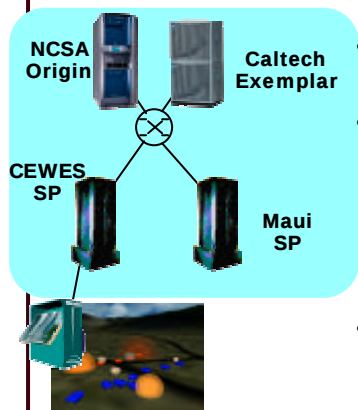
Grid のアプリケーション例

人 計算資源 データ 装置等の融合した使い方

- Distributed computing
- On-demand computing
- Data intensive applications
- Collaborative computing

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

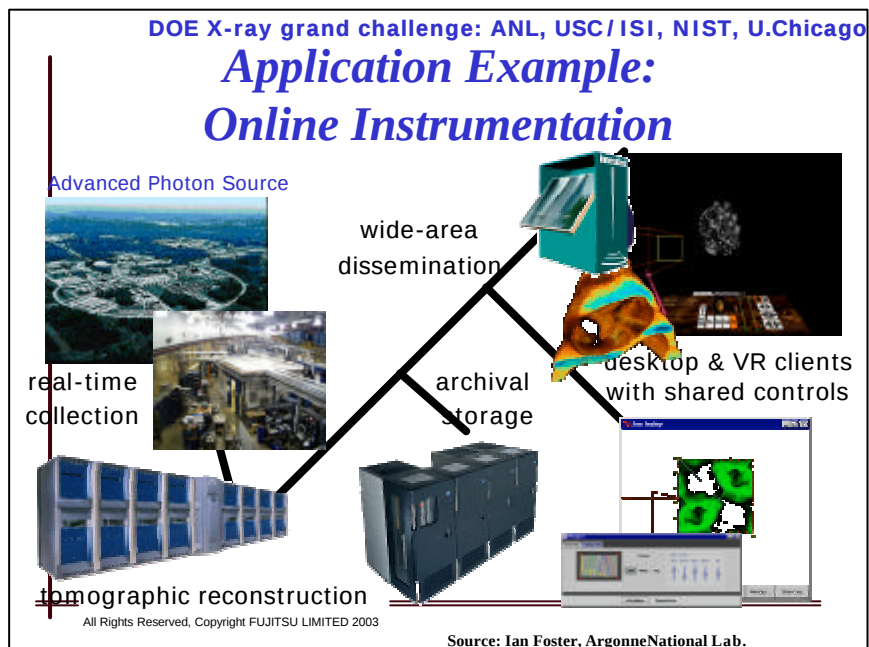
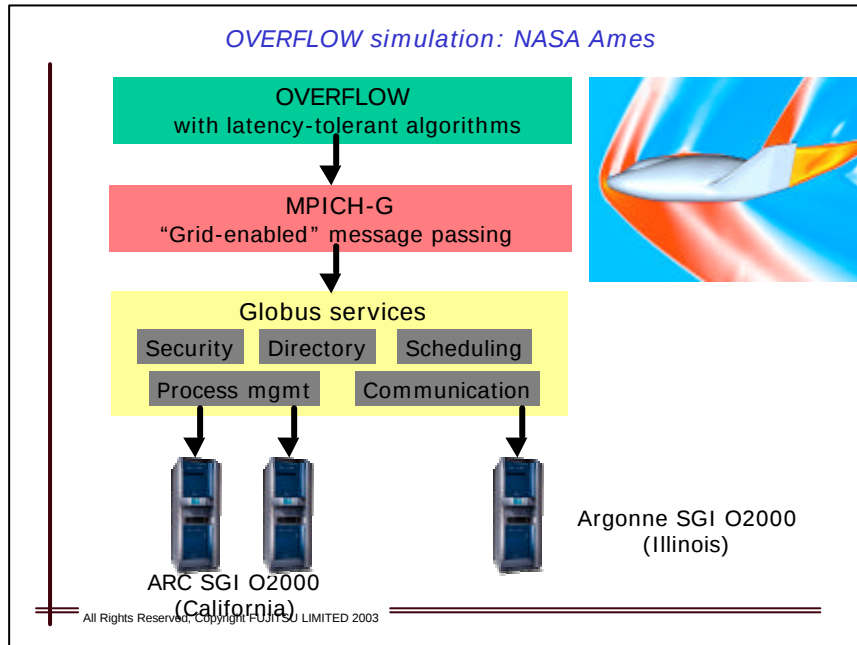
Distributed Supercomputing



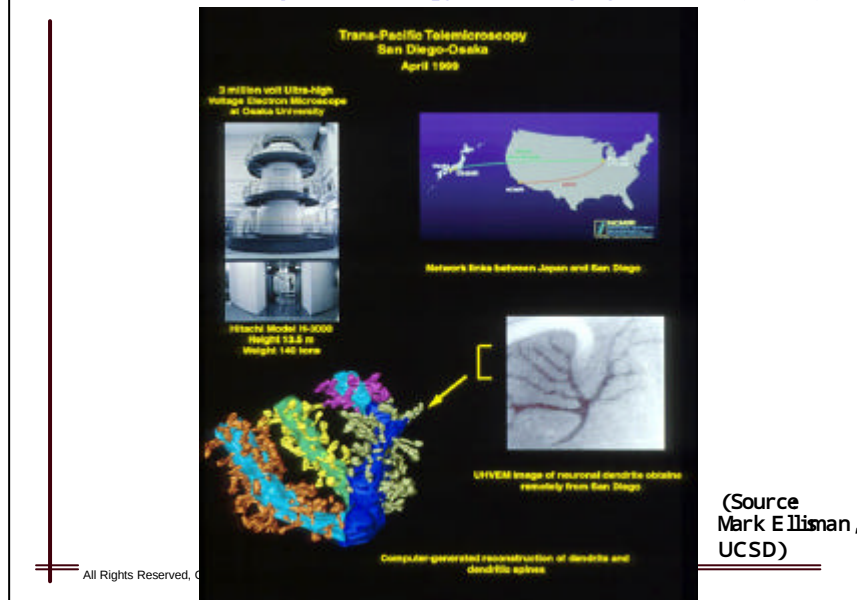
- Starting point: SF-Express parallel simulation code (Battle Simulation)
- Globus mechanisms for
 - Resource allocation
 - Distributed startup
 - I/O and configuration
 - Fault detection
- 100K vehicles (2002 goal) using 13 computers, 1386 nodes, 9 sites

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

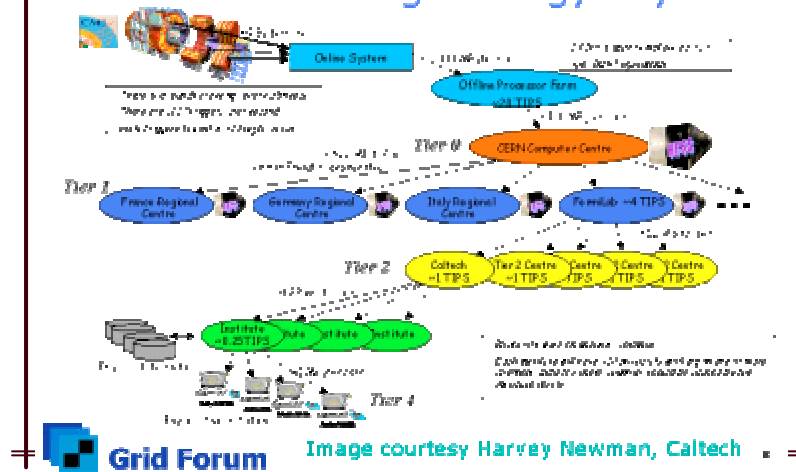
SF-Express Distributed Interactive Simulation: Caltech, USC/ISI



National Center for Microscopy and Imaging Research(SDSC)



Grid Communities & Applications: Data Grids for High Energy Physics



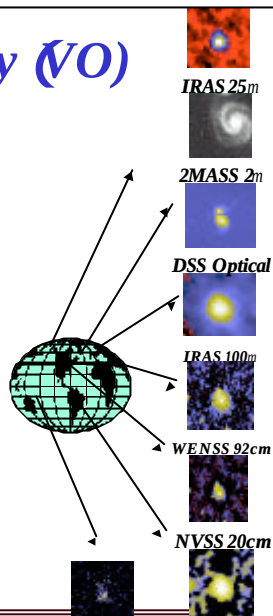
Virtual Observatory (VO)

- 地理的に分散した天体観測の巨大画像データベースをインターネットでオンライン接続
- インタラクティブなサーチ・マッチング・可視化
- サイズ: multi-Petabyte
 - 40,000 square degrees is 2 Trillion pixels
 - One band (at 1 sq arcsec) 4 Terabytes
 - Multi-wavelength 10-100 Terabytes
 - Time dimension >> 10 Petabytes
- Data Mining技術の応用可

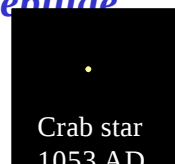
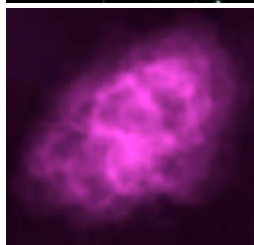
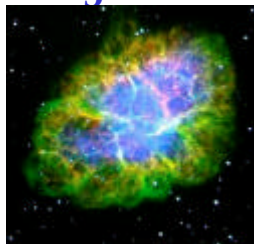
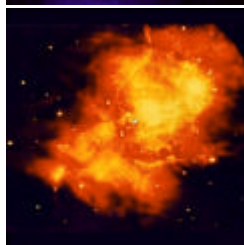
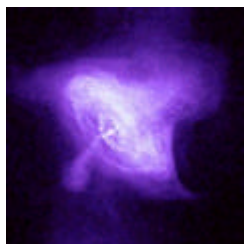


All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Courtesy: Dr. Jim Gray, Microsoft) ROSAT ~keV GB 6cm



Time and Spectral Dimensions The Multiwavelength Crab Nebulae



Crab star
1053 AD

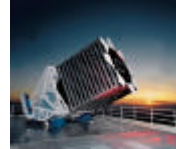
X-ray,
optical,
infrared, and
radio
views of the nearby
Crab Nebula, which is
now in a state of chaotic
expansion after a
supernova explosion
first sighted in 1054
A.D. by Chinese
Astronomers.

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Slide courtesy of Robert Brunner @ CalTech.

Sloan Digital Sky Survey (SDSS)

- For the last 12 years a group of astronomers has been **building** a telescope (with funding from Sloan Foundation, NSF, and a dozen universities). **90M\$**.
- Y2000: engineer, calibrate, commission: now public data.
 - 5% of the survey, 600 sq degrees, 15 M objects 60GB, ½ TB raw.
 - This data includes most of the known high z quasars.
 - It has a lot of science left in it but....
- New the data is arriving:
 - 250GB/night (20 nights per year) = 5TB/year.
 - 100 M stars, 100 M galaxies, 1 M spectra.



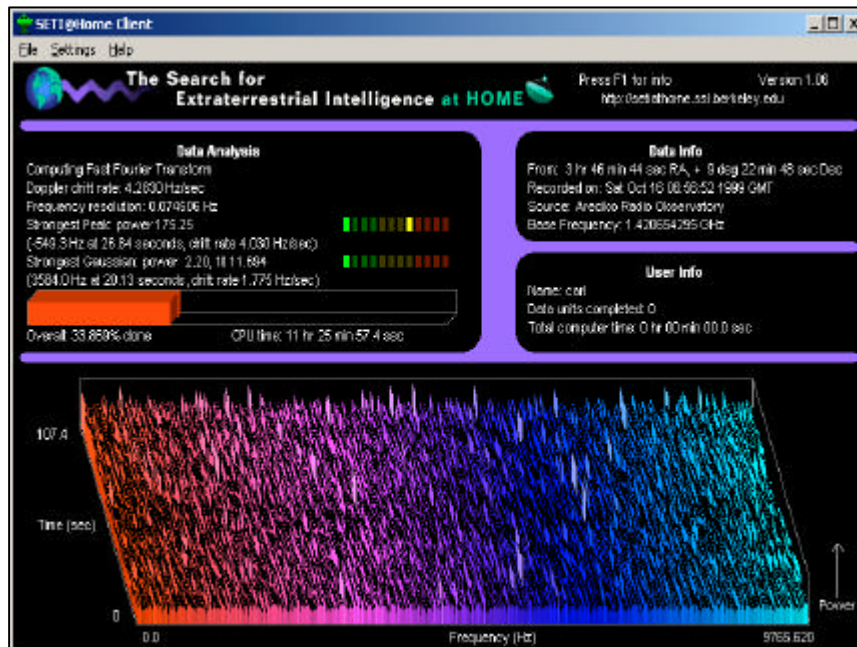
(Courtesy: Dr. Jim Gray, Microsoft)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Mega Computing (L. Smarr)

- インターネット接続されたアイドル中のパソコンにスクリーン・セイバー仕立てのプログラムとデータを分配し、結果を吸い上げる。
SETI@home
fightAIDS@home (Entropia, Scripps)
Folding@home (Stanford Univ.)
Genome@home (Stanford Univ.)
- Gridを商売とするベンチャーの出現
Entropia, Parabon, United Devices 等

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003



Grid Forum (Key players)

- NASA: Information Power Grid (W. Johnston)
- DOE: ASCI DISCOM² Program
 - Science GRID
 - ANL Globus Project (J. Foster)
 - NERSC (H. Simon)
 - NGI Integrated Grid Architecture
- NSF: National Technology Grid (NCSA, UIUC),
Metasystems Thrust (SDSC NPACI, UC San Diego)
- DOD: HPC Modernization Program
- その他のApplication-Orientedなグループ
 - GriPhyN (NSF)
 - NEESgrid (ANL, Michigan, NCSA, UIUC, USC)
 - Earth System grid (DOE)

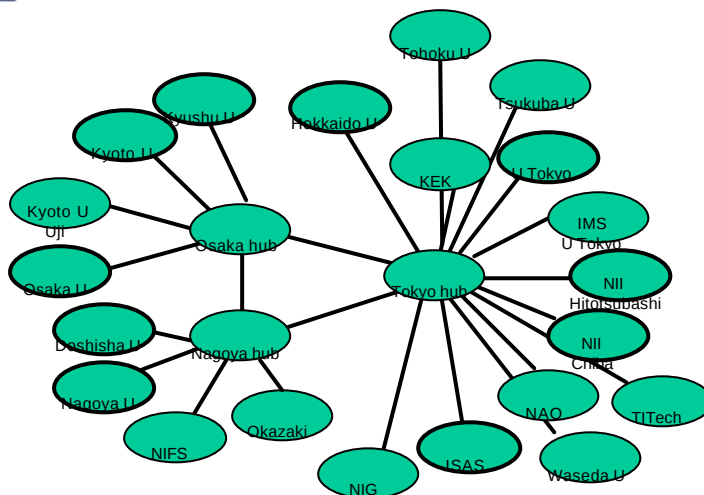
日本の主なグリッド関連プロジェクト

- ITBL(原子力研究所、理化学研究所他)
- スーパーSINET(情報学研、7センター他)
- VizGrid(北陸先端大他)
- バイオグリッド(阪大)
- キャンパスグリッド(東工大)
- **ナショナル・リサーチグリッド・イニシアティブ (NAREGI)**
(情報学研、分子研他 FY2003 - 2007)
- 産総研グリッド研究センター
- Japanese Virtual Observatory(国立天文台)
- グリッド協議会

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003



SuperSINET :Network Topology



All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Source: National Institute of Informatics

As of October, 2002

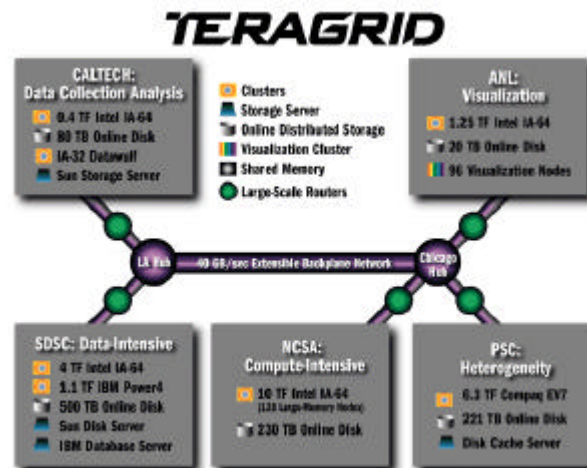
米政府の最近のホットな動き

●NSF

- Distributed Terascale Facility 計画 (53M\$)
2001年にスタート
13.6 Tflop/s + >450 Tbytes + >40Gbps
NCSA, UCSD, ANL, Caltech + SUN, IBM, Intel, Qwest ,
Comm. ,Myricom, Oracle
- Enhanced Terascale Facility 計画
2003年夏を目標
- NSF Middleware Initiative (12M\$)
グリッド関連のソフトウェアのDeployment
Univ. Chicago,ISI/USC,Univ. Illinois,Univ. Wisconsin

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

NSF Enhanced Terascale Facility (ETF) Project



All Rights

欧州の最近のホットな動き

ヨーロッパ:

- UNICORE (PLUS) (Germany)
FECITも開発に参画
 - EuroGRID (EU)
 - e Science (U.K.)
- } → Global GRID (GGRID)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Eurogrid: European Testbed for GRID Applications

- Technology Development: based on **UNICORE** project
- **HPC-Research GRID** infrastructure: integrate HPC center resources
- **Domain-specific GRIDS**: application-specific interfaces and functions, evaluation of special GRID solutions
- Development and integration of new software components for productization and deployment

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Source **Karl Solchenbach, Pallas**

EUROGRID :Partners

HPC Centers

- CSCS Manno (CH)
- FZ Jülich (D)
- ICM Warsaw (PL)
- IDRIS Paris (F)
- Univ Bergen (N)
- Univ Manchester (UK)

Users

- Deutscher Wetterdienst
- EADS
- debis Systemhaus

(Assistant Partner)

Integration

- Pallas (Project Coordinator)
- FECIT (Assistant Partner)

Volume: 33 person years, 2 MEuro funding(European Commission Grant)

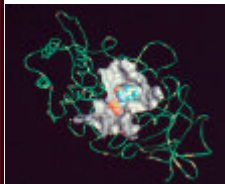
Schedule:2000/11 - 2003/10

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Source Karl Solchenbach, Pallas

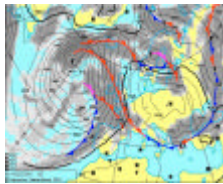
Domain-specific GRID

Bio-Grid



Computation portal
to bio-molecular
applications

Meteo-Grid



ASP solution for
on demand localized
weather prediction

CAE-Grid



Coupled simulations of
aircrafts(e.g. structure
and electromagnetism)

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Source Karl Solchenbach, Pallas

UNICOREプロジェクト概要

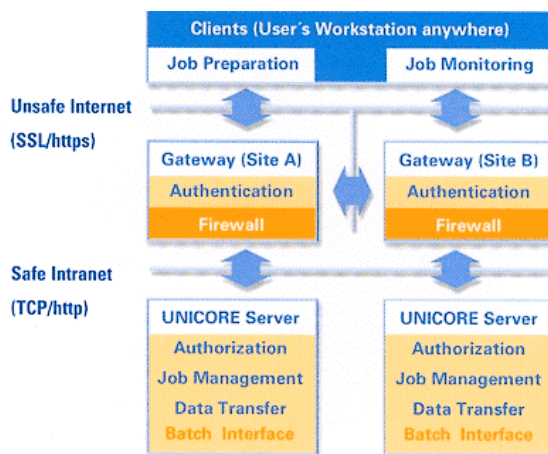
- 期間：1997年—2002年
- 参加機関：ドイツ気象庁, Pallas社, FLE (旧FECIT)
スーパーコンピュータセンター (ローリッヒ, カールスルーエ, シュトゥットガルト,
ミュンヘン, ベルリン, バダーボーン, ドレスデン)
- Funding 規模：研究者にして約400人月程度
- スポンサー：ドイツ政府
- Eurogrid プロジェクトの一環
- 目的：異なったベンダーやセンター毎の運用ポリシーと独立に
スーパーコンピュータその他の計算資源への
シームレスなアクセスを提供する技術
- UnicoreとGlobus との相互乗り入れのための新プロジェクト (GRIP)が発足
期間 2002年—2003年
スポンサー EU

FLE: Fujitsu Laboratories Europe

FECIT: Fujitsu European Center for Information Technology

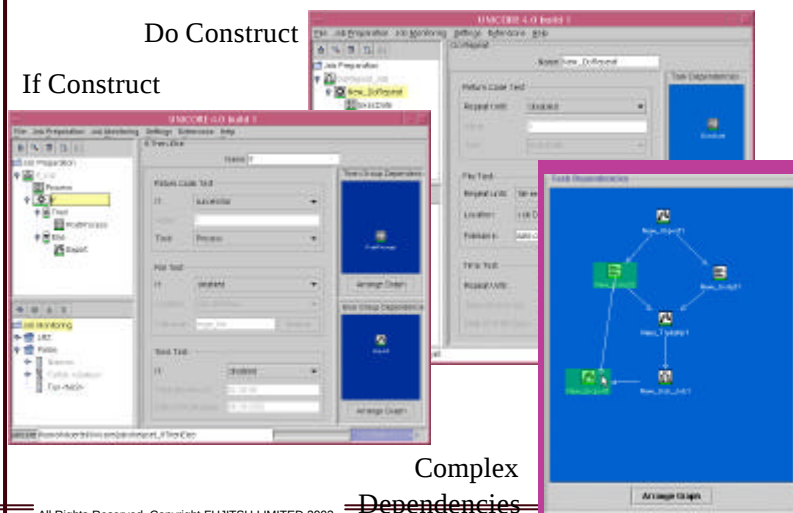
All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

Unicore Architecture



All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

If Construct



All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003

(8) 日本でもNAREGI Projectをはじめ種々のGrid Projectが進行中である。

All Rights Reserved, Copyright FUJITSU LIMITED 2003