

# アジア太平洋グリッド計算の実用化試験

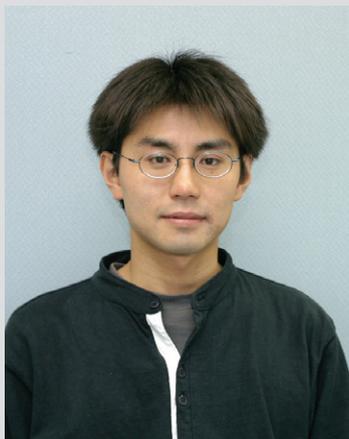
## 計算環境の安定性調査と障害への対策

ApGrid テストベッドはアジア太平洋地域に構築された広域のグリッド環境である。グリッドの実用化にはプログラムが長時間安定して動作する必要があるため、2004年6月から3ヶ月間、科学計算プログラムの長時間の実行試験を ApGrid テストベッドで行った。その際、障害内容や発生頻度を明らかにし、障害に対応できるプログラム開発やグリッド環境の運営方法について検討を進めた。

A stable and dependable grid computing testbed has been highly demanded and strived to build with development and deployment of advanced middleware for several years. Since 2000, ApGrid (Asia Pacific Grid Partnership) has been coordinated by Grid Technology Research Center (GTRC), AIST, partnering with 49 universities and institutions among 15 economies in the Asia Pacific region, however, it is still below the production level computing environment for supporting neither large scale scientific applications nor real business applications. After performing a relatively long-term run of a large scale application for three months, we have analyzed error causes and have introduced new functions to fix them. This article describes our experience and a process of improving the stability of an international grid.

谷村 勇輔 Yusuke Tanimura  
yusuke.tanimura@aist.go.jp  
グリッド研究センター  
基盤ソフトチーム 研究員

2004年よりグリッドのミドルウェア開発、および応用研究に携わる。特に、グリッド上で科学計算アプリケーションの実証試験を行いながら、ミドルウェアの安定性の検証や、障害に強いアプリケーションを容易に開発するための枠組の検討を行っている。また、実証試験に利用するグリッドの構築や運営にも参加し、アプリケーション・ユーザの意見を聞きながら、計算機を共有するためのポリシーやソフトウェアの検討を行っている。これらの活動をさらに発展させて成果を上げ、グリッドの実用化に貢献していきたい。



### アジア太平洋のグリッド試験環境

地理的に離れた複数の機関の高性能な計算システムを使って、大規模な科学技術計算を長時間にわたって実行できる、「グリッド」と呼ばれる次世代の計算基盤について研究が進められている。アジア太平洋地域では、各国の研究機関によって「Asia Pacific Partnership for Grid Computing (ApGrid)」と呼ばれるコミュニティが形成され、その活動の一環として国際的なグリッドの試験

環境「ApGridテストベッド」が構築されている。

2004年6月から、ApGridではこれまでの試験環境を実用レベルに引き上げる取り組みとして、グリッド上で日常的にプログラムを動かす実験を開始した。動かすプログラムを2~3にしぼり、それらをできるだけ長く、かつ何度も実行する実験である。従来、ApGridテストベッドでは数日間に及ぶような計算が実行されることはなく、計算環境

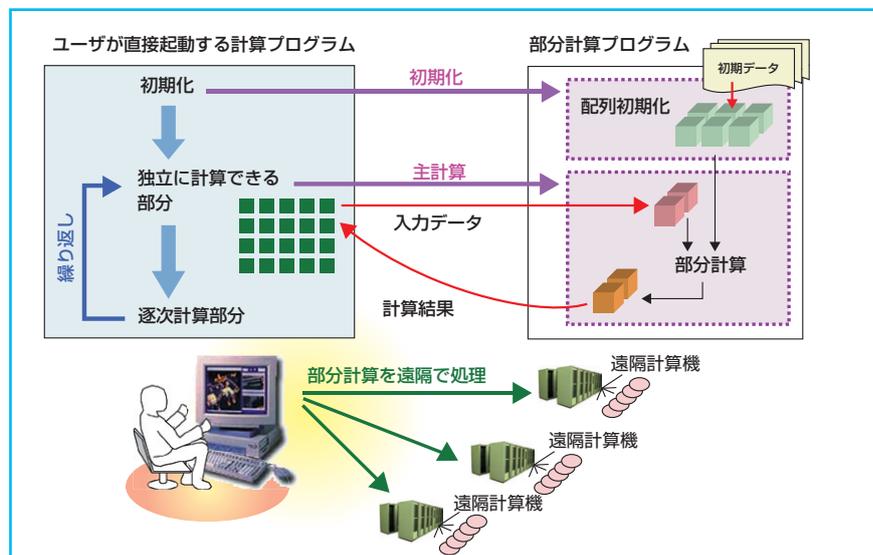


図1 グリッドで実行できるように修正されたプログラム

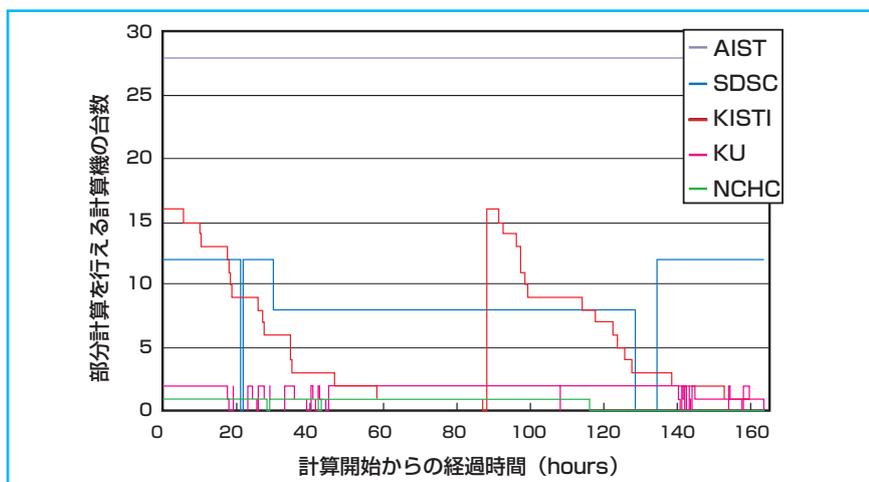


図2 長時間実行時の利用可能な計算機の変遷の例

に障害が発生しても、計算をやり直すコストは大きな問題にはならなかった。しかし、グリッドの実用化に際しては、応用計算プログラムが計算をやり直すことはなく、数日あるいは数週間安定して動くことが要求される。そこで、長時間の実行試験を通じて、グリッド環境の運営方法や応用プログラムの基盤になっているシステムソフトウェアの安定性、応用プログラムの開発方法を多角的に取り上げて議論を進めることになった。

### 長時間実行の試験

長時間実行の最初の試験では、量子化学の大規模な計算プログラムを用いた。そのプログラムの主要部は、対象とする分子が含む電子数に比例して計算量が増加するため、大きな分子を対象とするにはグリッドで実行可能になることが期待されている。

まず、グリッドのシステムソフトウェアである「Ninf-G」を用いて、元の計算プログラムをグリッドで実行できるように修正した。図1に示すように、独立に計算できる箇所を抽出し、その部分計算を遠隔地にある複数の計算機で実行できるようにした。

次に、遠隔地の計算機が突然使えなく

なる場合の対策を施した。これはグリッドで実行される計算プログラムにとっては重要なことである。なぜなら、グリッドは複数の機関が互いに提供する共用の計算環境であり、遠隔地の計算機へのアクセスにはインターネットを利用するために、計算機やネットワークの予期せぬ障害に遭遇する確率が高いからである。今回は、障害対策として「迅速かつ確実な障害検知」、「利用する計算資源の動的な追加・削除」を実現した。

作成した計算プログラムを用いて、2004年6月1日から8月31日までの3ヶ月にわたり、表の計算機において長時間の実行試験を行った。その結果、2ユーザから起動された計算プログラムを合計で1210時間実行することができた。その間に遠隔地の計算機が処理した部分計算は約250万回であった。計算機やネットワークの障害により、部分計算が途中で失敗した回数は約1600回であり、その割合は0.064%であった。このような割合で障害が発生する環境の下で、

障害によって計算全体が止まることなく、正常な計算機を用いて計算が継続できることを確認した。

図2は5つの機関から提供された59台の計算機を利用した際の計算機利用の一例である。産総研やSDSCの計算機は比較的安定して利用できたが、タイや韓国の計算機は度々利用できなくなったことが見て取れる。調査の結果、利用できなくなった主な原因はネットワークに関する障害であった。

### 実用化に向けた今後の課題

今回の実験を通して、グリッドで起こりうる障害の原因や頻度を知ることができ、導入した障害対策によって、長時間の実行が可能なるアプリケーションが作成できることを示した。今後は、これらの障害対策をNinf-Gの上位のレイヤでサポートすることを考えている。ApGridでは、ネットワークの監視を強化しながら第2、第3の計算プログラムを用いて実用化試験を進めていく予定である。

機関略称	国名	CPU数
AIST	日本	66
TITECH	日本	9
SDSC	米国	52
NCSA	米国	8
KISTI	韓国	17
KU	タイ	15
NCHC	台湾	18
BII	シンガポール	16
USM	マレーシア	34
UNAM	メキシコ	6

表 長時間の実行試験に用いた計算機の提供機関と提供されたCPU数

#### 関連情報：

- 谷村勇輔, 池上努, 中田秀基, 田中良夫, 関口智嗣: 情報処理学会論文誌: コンピューティングシステム, Vol.46, No.SIG7 (ACS10), p.18-27 (2005).
- <http://www.apgrid.org/>
- <http://ninf.apgrid.org/>