

スーパーサイネットによるデータグリッド

DATA GRID VIA SUPER-SINET

核融合における マルチスケールシミュレーションの研究

矢木雅敏

九州大学応用力学研究所



発表内容

(1) 背景

ITER BA

BPSI

(2) 九大応力研の取り組み

先端計算科学

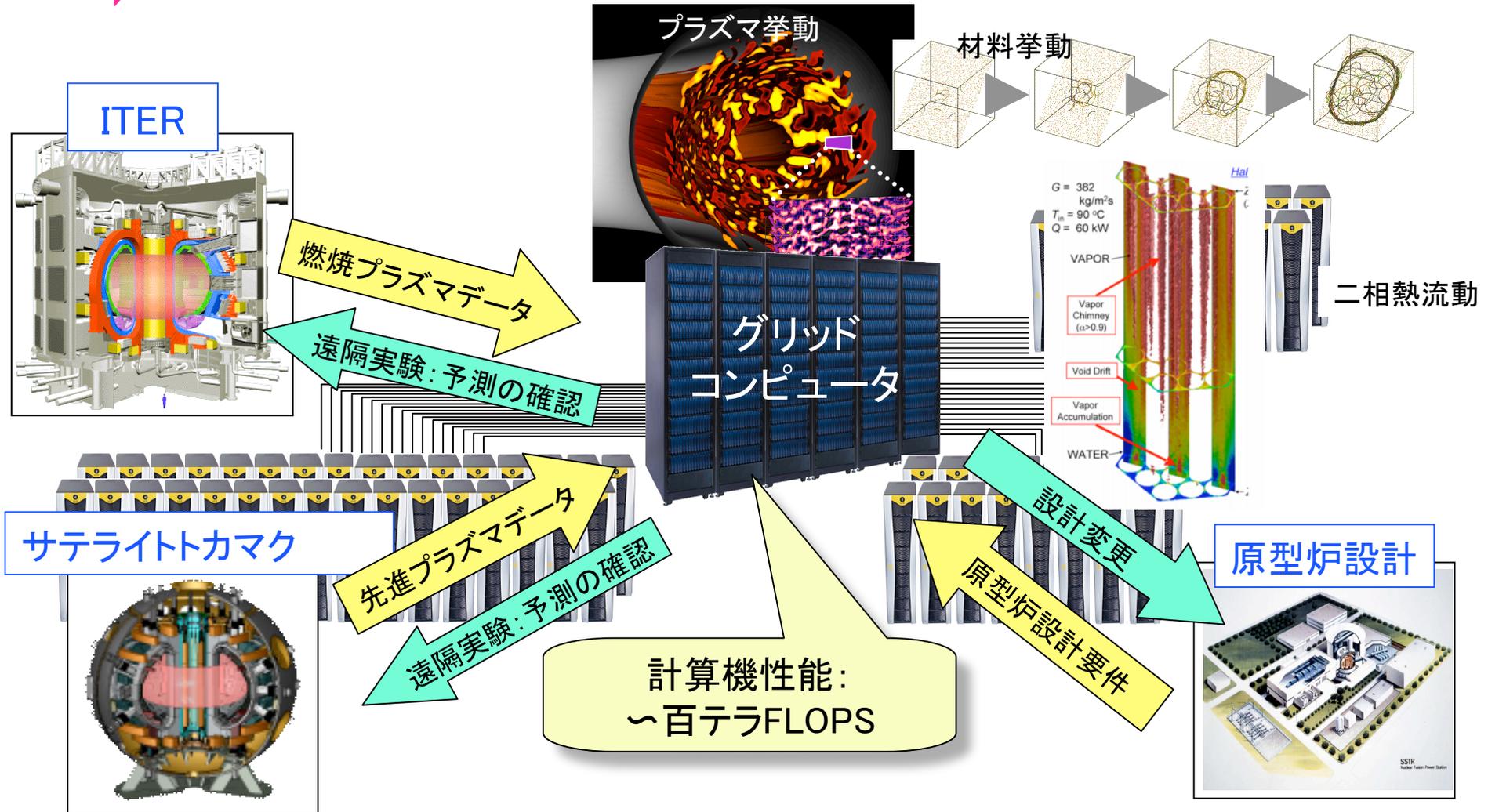
核融合研究グリッド

(3) スーパーSINETの使用例

核融合計算機シミュレーションセンター

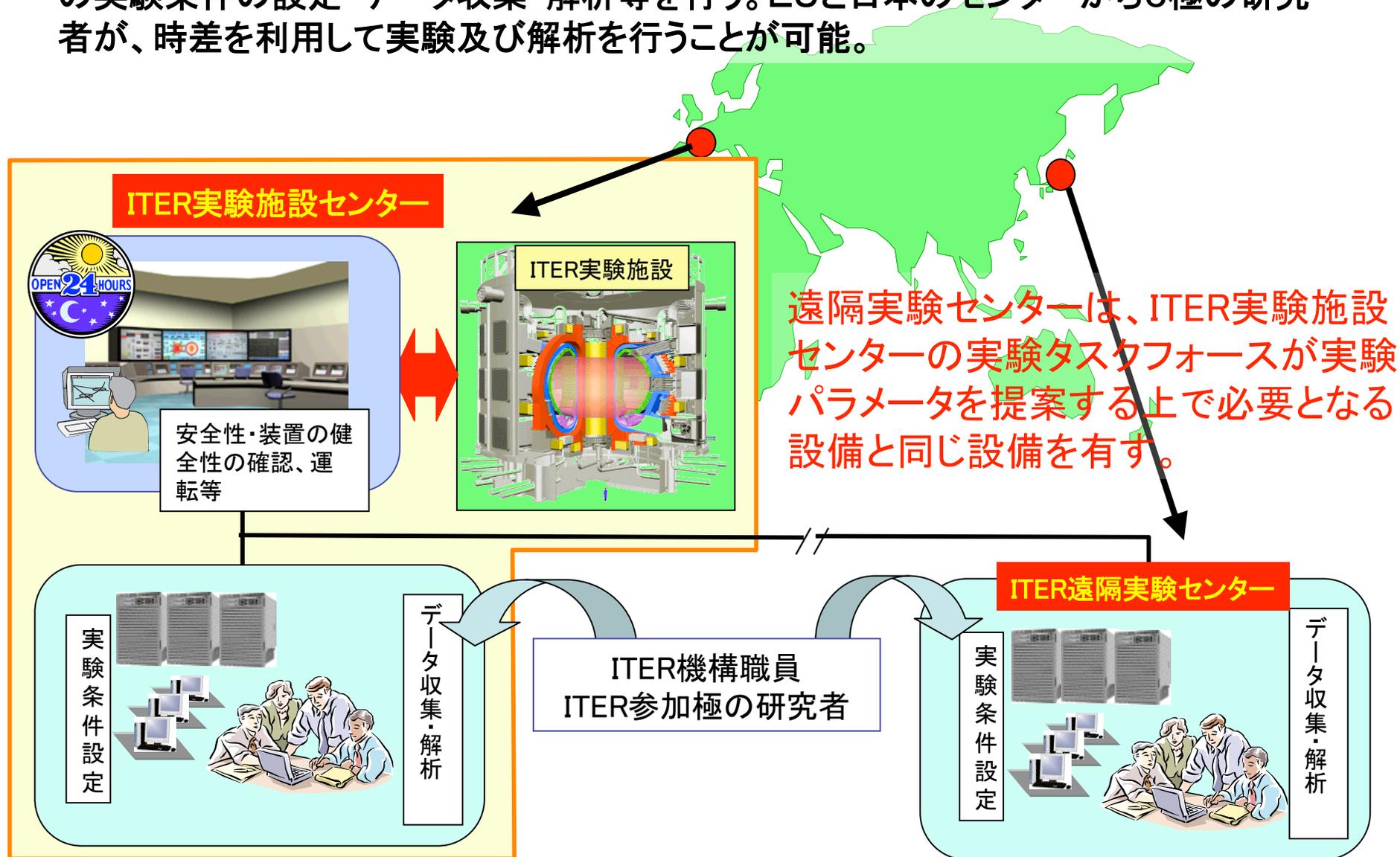
次世代グリッドコンピュータを用いて、ITERの燃焼プラズマ挙動、サテライトトカマクの先進定常プラズマ挙動、次世代核融合炉設計、先進材料開発等に関するシミュレーションを実施。

➡ ITER計画の効率的・効果的推進や核融合エネルギーの早期実現



ITER遠隔実験センター

ITER実験施設とITER遠隔実験センターを高速ネットワークで結び、遠隔地からITERの実験条件の設定・データ収集・解析等を行う。EUと日本のセンターから6極の研究者が、時差を利用して実験及び解析を行うことが可能。



核燃焼プラズマ統合コード BPSI: Burning Plasma Simulation Initiative

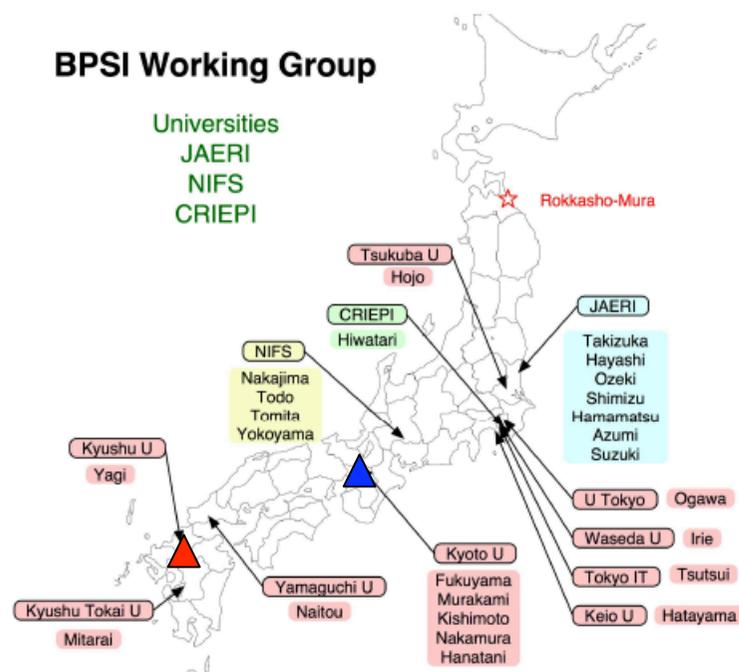
ITERに向けて自立性の高い核燃焼プラズマの定量的記述が必要

複数のコードを統合したシミュレーション研究

「核燃焼プラズマ統合コード構想とその進展」

福山淳、矢木雅敏

J. Plasma Fusion Res. Vol.81 (2005) 747.



特色

統合コード: コアコード(TASK)、既存のコードとのインタフェイス

新しい物理モデル: 時空間スケールの異なる現象を結合・階層連結型物理モデル

新しい計算手法: ネットワーク並列分散処理

先端計算科学

「最先端情報基盤(Cyber Science Infrastructure:CSI)構築」プロジェクト(NII)の推進

スーパーSINETによるネットワーク化された研究スキーム開発

今年度内にインフラ整備は完了予定。

次年度以降 スーパーSINETを用いた核融合研のスパコン利用

スーパーSINETを用いたSTトカマク遠隔実験

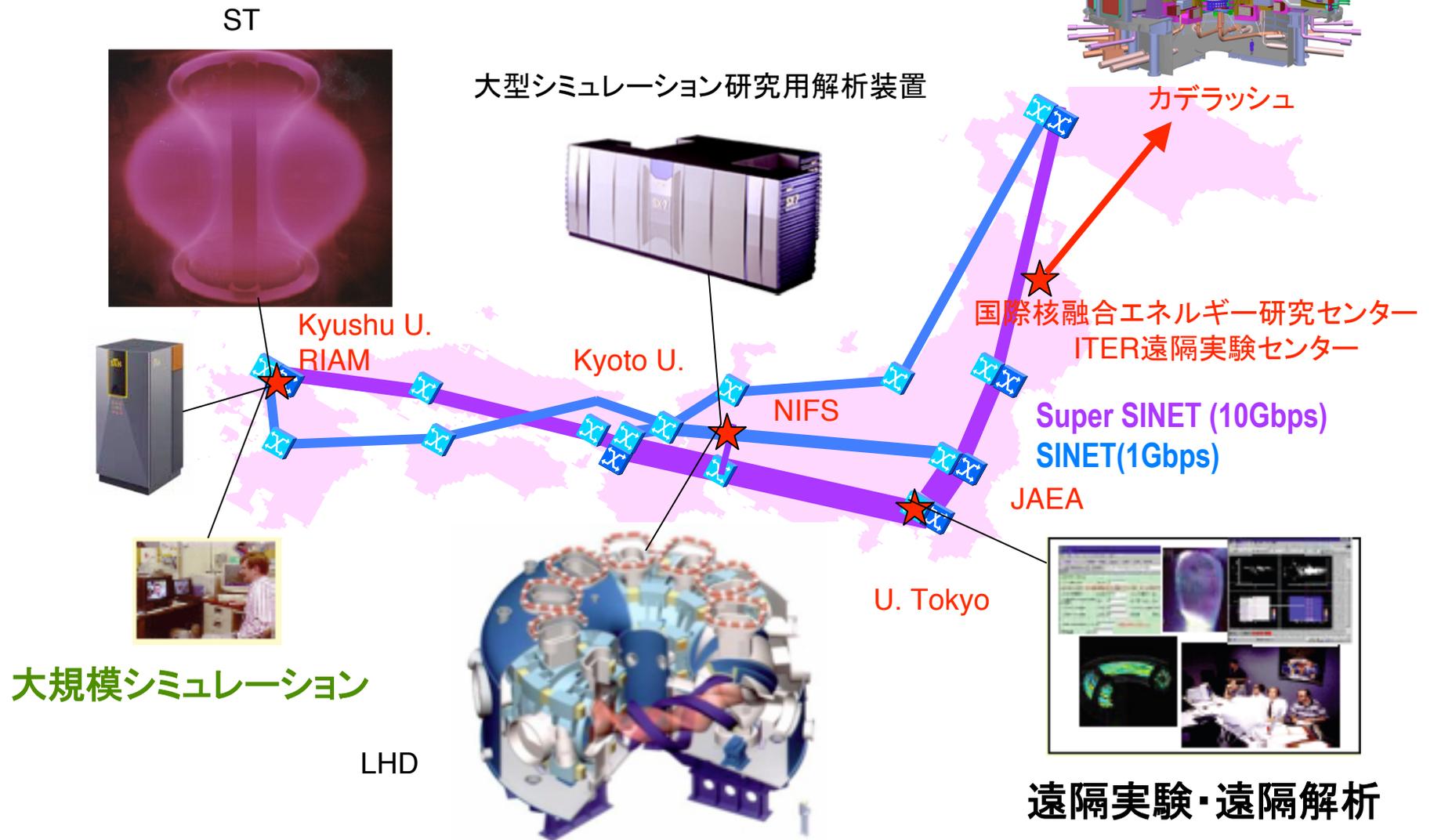
に関して実績を上げていく。

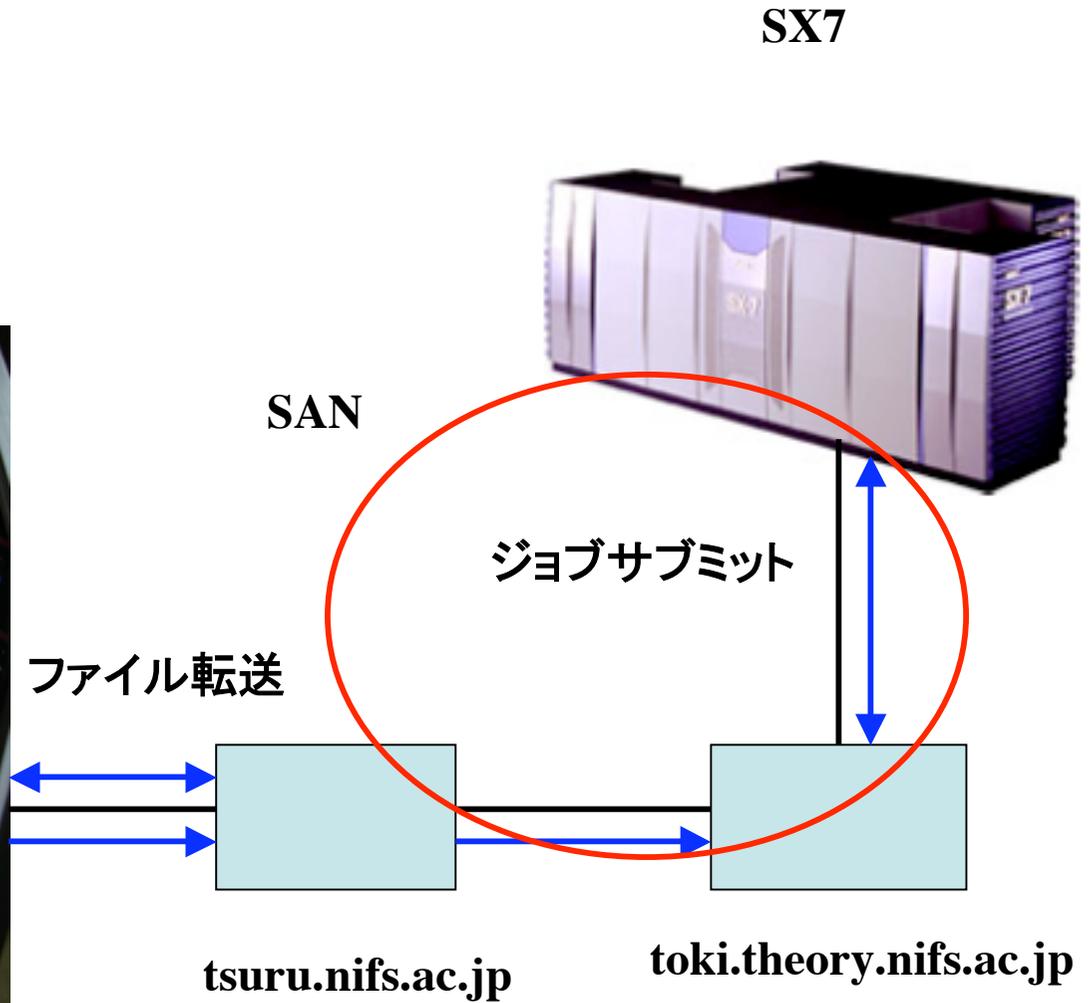
グリッドコンピューティング技術(BPSI,ITBL) → 遠隔実験基盤ソフト

遠隔実験のノウハウ → ITER遠隔実験センターへフィードバック

核融合研究グリッドの構築

ITERのプロトタイプ





Opteron Dual Core 2.4GHz 2way (8 node 32 core)
(九州大学応用力学研究所)

1.tsuru.nifs.ac.jpにlogin

```
yagi@sarry01:~> ssh a0602@tsuru.nifs.ac.jp
```

```
a0602@tsuru.nifs.ac.jp's password: xxxxxxxx
```

```
Last login: Tue Dec 12 18:36:45 2006 from snetcmp-riamgw.nifs.ac.jp
```

2.toki.theory.nifs.ac.jpにlogin

```
[a0602@tsuru ~]$ ssh toki.theory.nifs.ac.jp
```

```
a0602@toki.theory.nifs.ac.jp's password: xxxxxxxx
```

```
Last login: Tue Dec 12 17:51:15 2006 from tsurusx
```

3.SX7にjob投入

```
[a0602@toki2 ~]$ cd yagi
```

```
[a0602@toki2 ~/yagi]$ cd ITG_NON24R2SX/
```

```
[a0602@toki2 ITG_NON24R2SX]$ newsx3 gompi.cif
```

最初はgompi.cif、2度目以降はstaamain.f90を変更し再コンパイルした後、gompi2.cifを使用してjobを投入する。

4.job statusを見る。

```
[a0602@toki2 ITG_NON24R2SX]$ qstatr
```

```
=====
```

```
NQSII (R2.00) BATCH REQUEST HOST:osidori
```

```
=====
```

```
REQUEST ID NAME OWNER QUEUE MEMORY ELAPSE STT ORDER
```

```
66155.osidori1 ip3d.05* b0604 1n1h256 0 0 QUE 1
```

```
66146.osidori1 gompi.c* a0602 1n1h32 12G 440 RUN -
```

```
66180.osidori1 t5.cif a0601 1n1h32 446M 307 RUN -
```

```
65830.osidori1 fv8.1 ishizawa 1n5h256 9G 13993 RUN -
```

```
65981.osidori1 hpf2x32* lbin 2n5h512 115G 1243 RUN -
```

```
66159.osidori1 run-pre* ryu 2n5h512 0 0 QUE 1
```

コマンドに関しては <http://www.tcsc.nifs.ac.jp/workgr/man/index.shtml> を参照。

```
ファイル転送 tsuru.nifs.ac.jp->snetcmp-raimgw.nifs.ac.jp (sarry01.localdomain)
yagi@sarry01:~/fort> cd ITG_NON24R2SX
yagi@sarry01:~/fort/ITG_NON24R2SX> sftp a0602@tsuru.nifs.ac.jp
Connecting to tsuru.nifs.ac.jp...
a0602@tsuru.nifs.ac.jp's password: xxxxxxxx
sftp> cd /mdps20/a0602
sftp> get HISTORY.DAT
Fetching /mdps20/a0602/HISTORY.DAT to HISTORY.DAT
/mdps20/a0602/HISTORY.DAT 100% 4259KB 1.4MB/s 00:03
sftp> get PROFILE.DAT Fetching /mdps20/a0602/PROFILE.DAT to PROFILE.DAT
/mdps20/a0602/PROFILE.DAT 100% 239MB 1.6MB/s 02:34
sftp> quit
yagi@sarry01:~/fort/ITG_NON24R2SX> cd PLOT2
yagi@sarry01:~/fort/ITG_NON24R2SX/PLOT2> make
pgf90 -fast -byteswapio -c nrtype.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c graph.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c main.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c arrayallocg.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c profile.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c history.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c cont.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c spctl2.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c Argbfunc.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c swap.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c contl.f90
pgf90 -fast -byteswapio -c chi.f90
pgf90 nrtype.o graph.o main.o arrayallocg.o profile.o history.o cont.o spctl2.o
Argbfunc.o swap.o contl.o chi.o -fast -byteswapio -L/usr/local/lib -lgsp-pgf64 -lgdum-
pgf64 -L/usr/X11R6/lib64 -lX11 -lm -o plot
yagi@sarry01:~/fort/ITG_NON24R2SX/PLOT2> ./plot
```

磁場配位

反転磁気シア配位

$$q(r) = q_{min} + C_2(r^2 - r_{min}^2)^2 + C_3(r^2 - r_{min}^2)^3$$

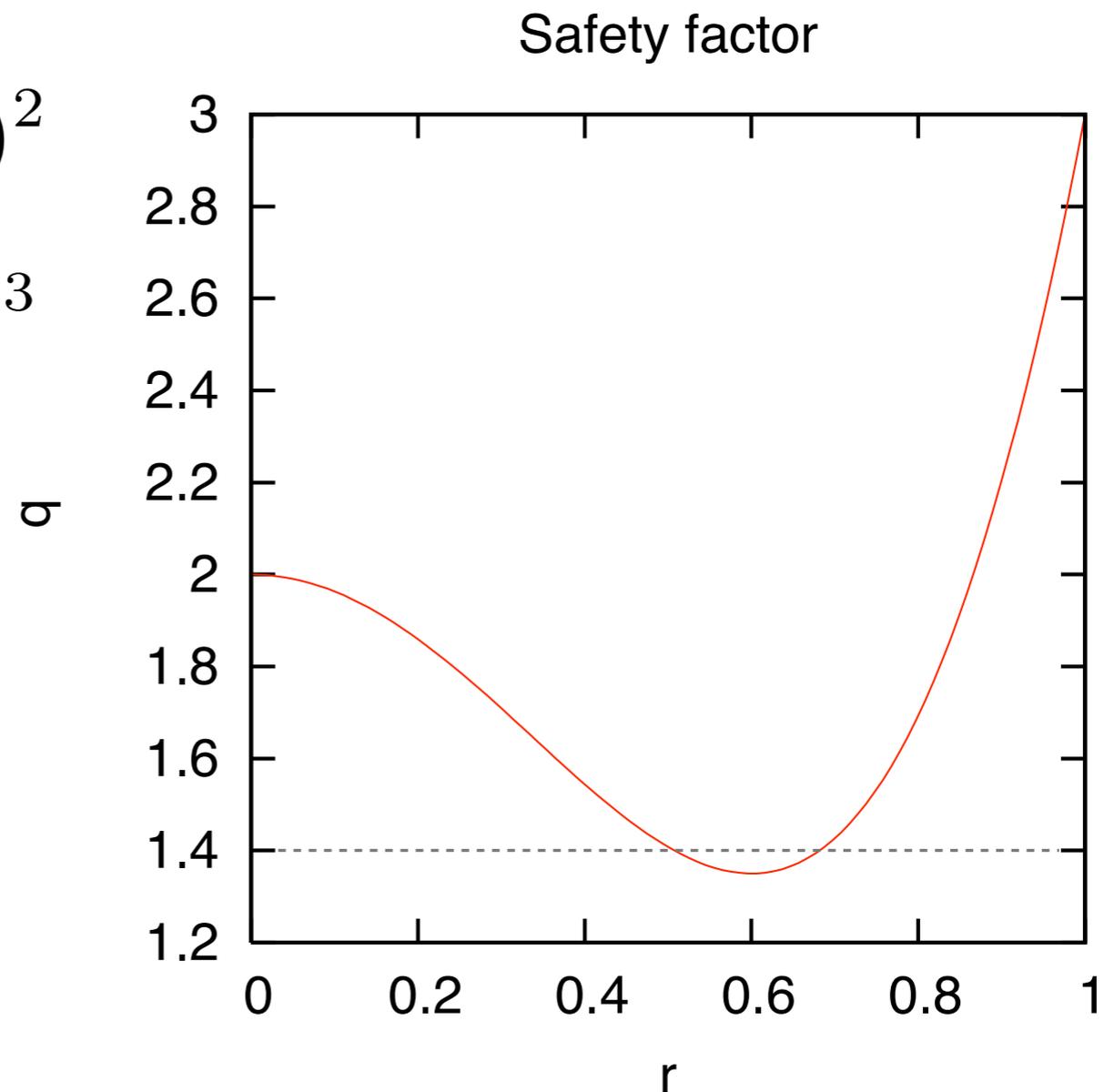
ただし、

$$r_{min} = 0.6$$

$$q_{min} = 1.35$$

$$C_2 = 4.66$$

$$C_3 = -0.987$$



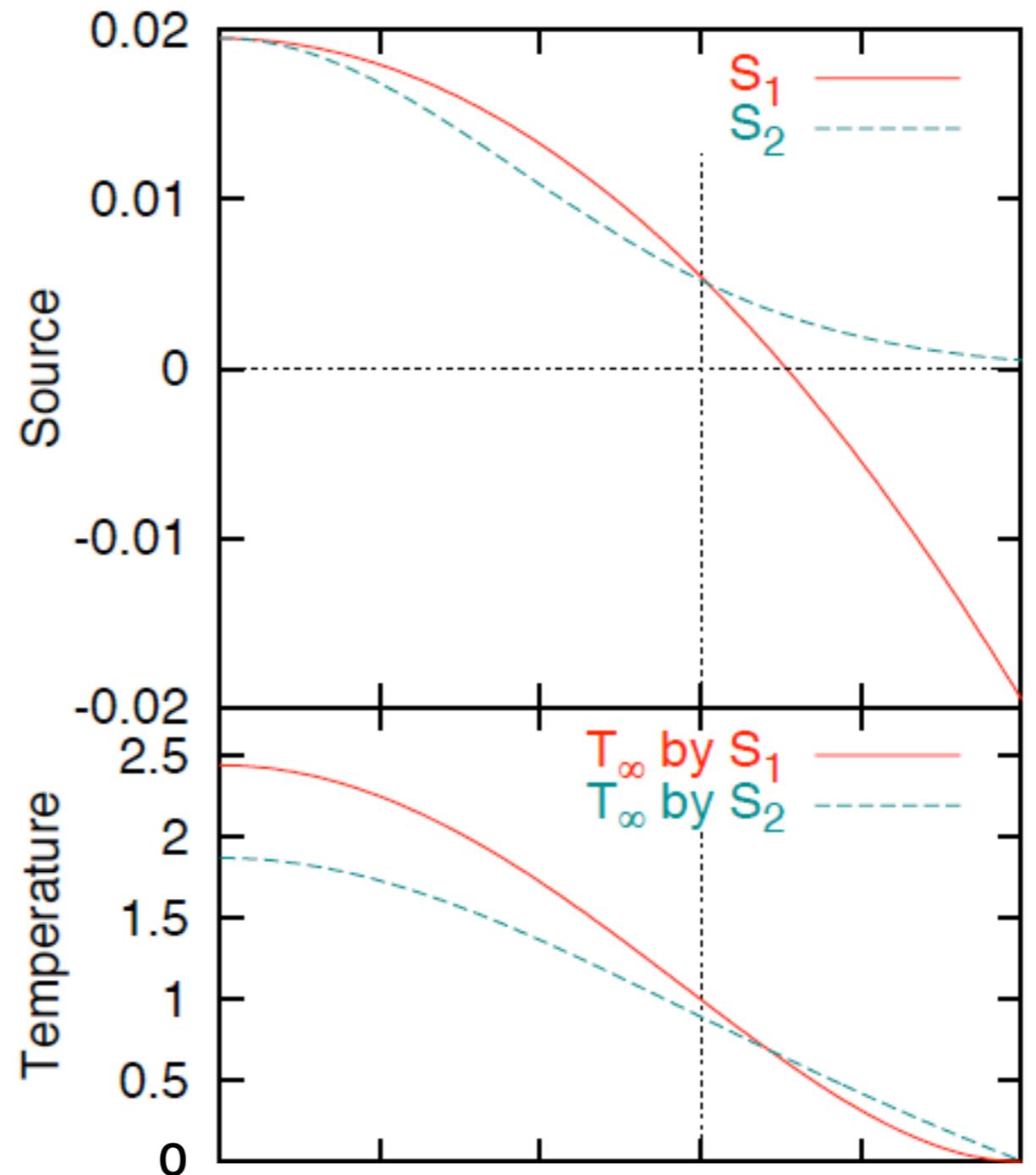
熱源項

2種の熱源項について
シミュレーションを行った。

$$S_1(r) = 8.0 \times 10^{-3} \frac{(1 - 2r^2)}{(1 - r_s^2)^2}$$

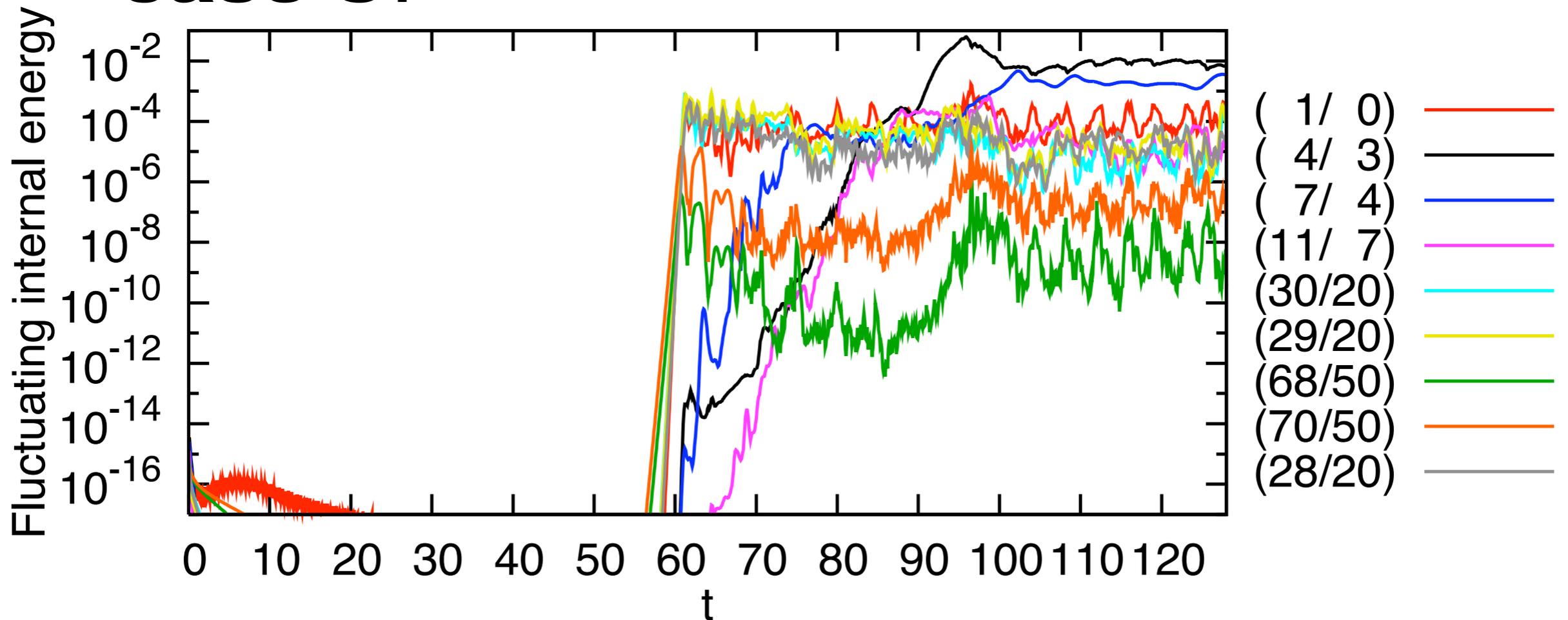
$$S_2(r) = \frac{8.0 \times 10^{-3}}{(1 - r_s^2)^2} \exp\left[-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right]$$

ただし、 $r_s = 0.6$
 $\sigma^2 = 0.136658$



内部エネルギー揺動の 時間発展

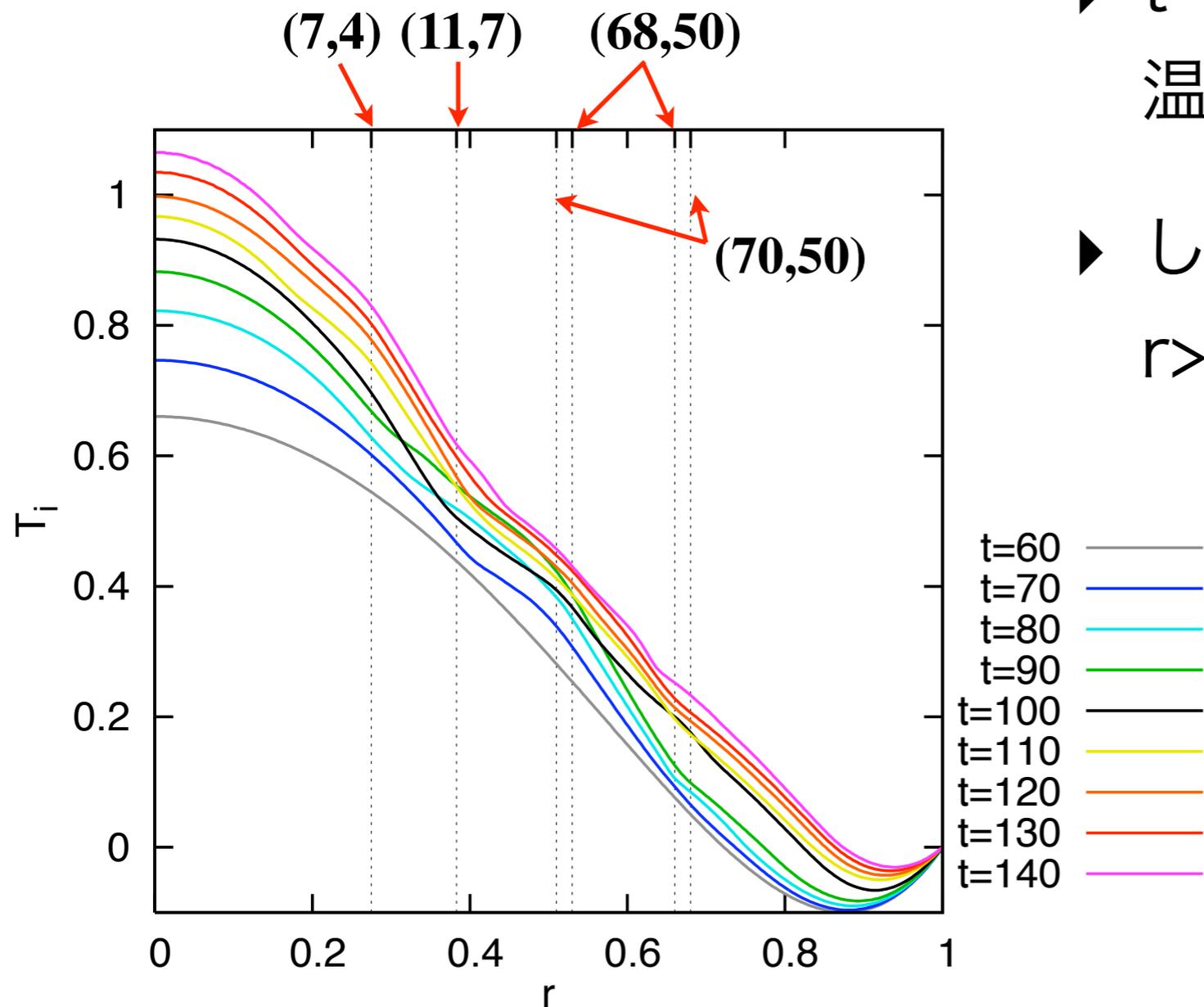
case S₁



- $t \sim 50$ に(30,20),(68,50)等の揺動が $r \sim 0.4, r \sim 0.6$ 付近でそれぞれ不安定化し、線形成長を始める。
- 非線形相互作用により(7,4)(4,3)(11,7)等のlow(m,n)モードが強く励起され、グローバルな構造の変化をもたらす。

輸送障壁の形成と崩壊

case S₁

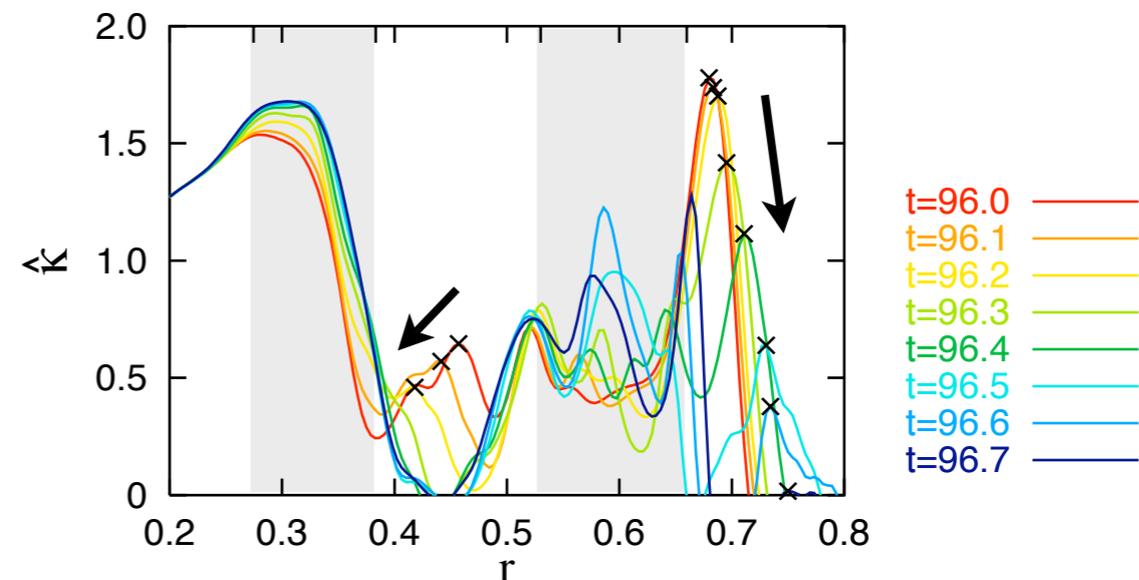
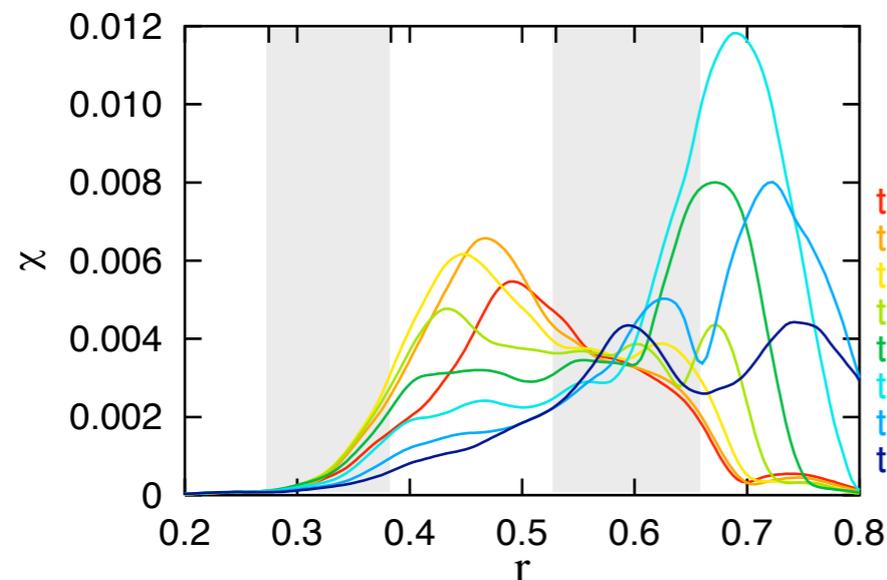
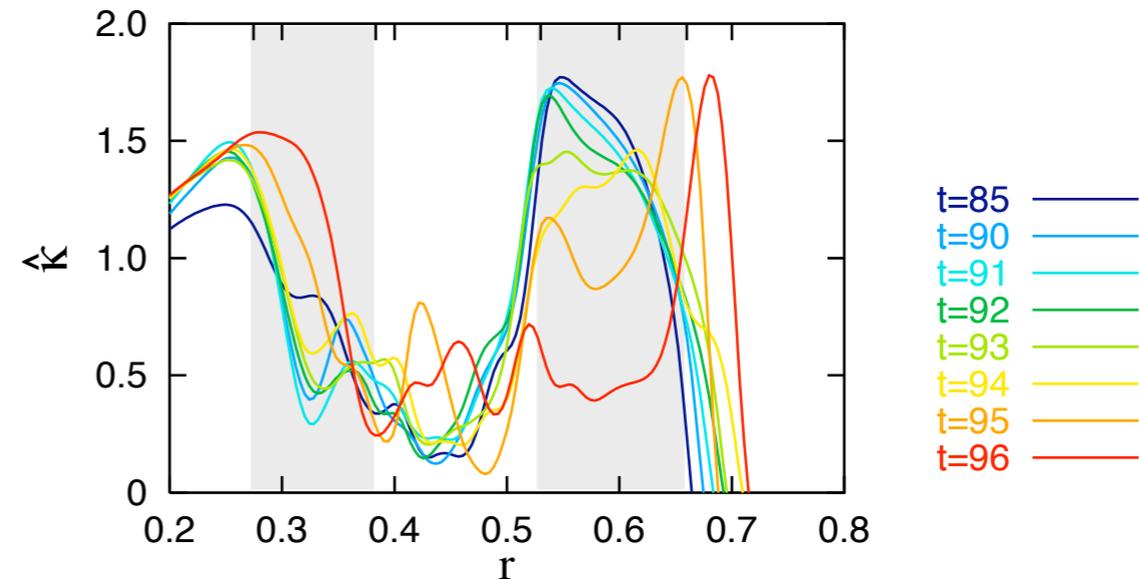
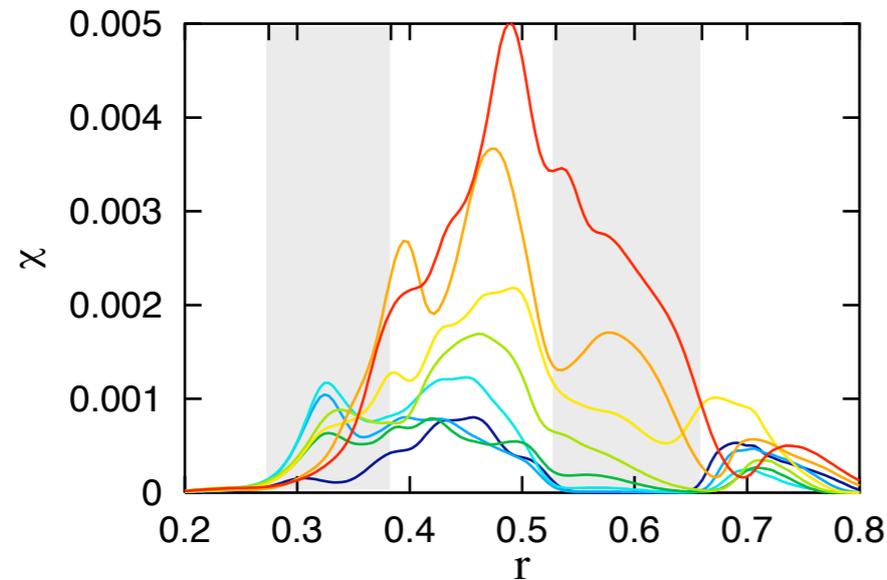


(4,3)は非共鳴モード

- ▶ $t \sim 60$ から $r \sim 0.6$ 近傍で急峻な温度勾配が形成される。
- ▶ しかし $t \sim 96$ で障壁は崩壊し、 $r > 0.6$ で温度が急激に上昇する。
- ▶ その後、 $r \sim 0.3$ で勾配が成長する。
- ▶ 障壁が形成される位置は左図に示すモードの有理面とほぼ一致している。

輸送障壁の崩壊プロセス

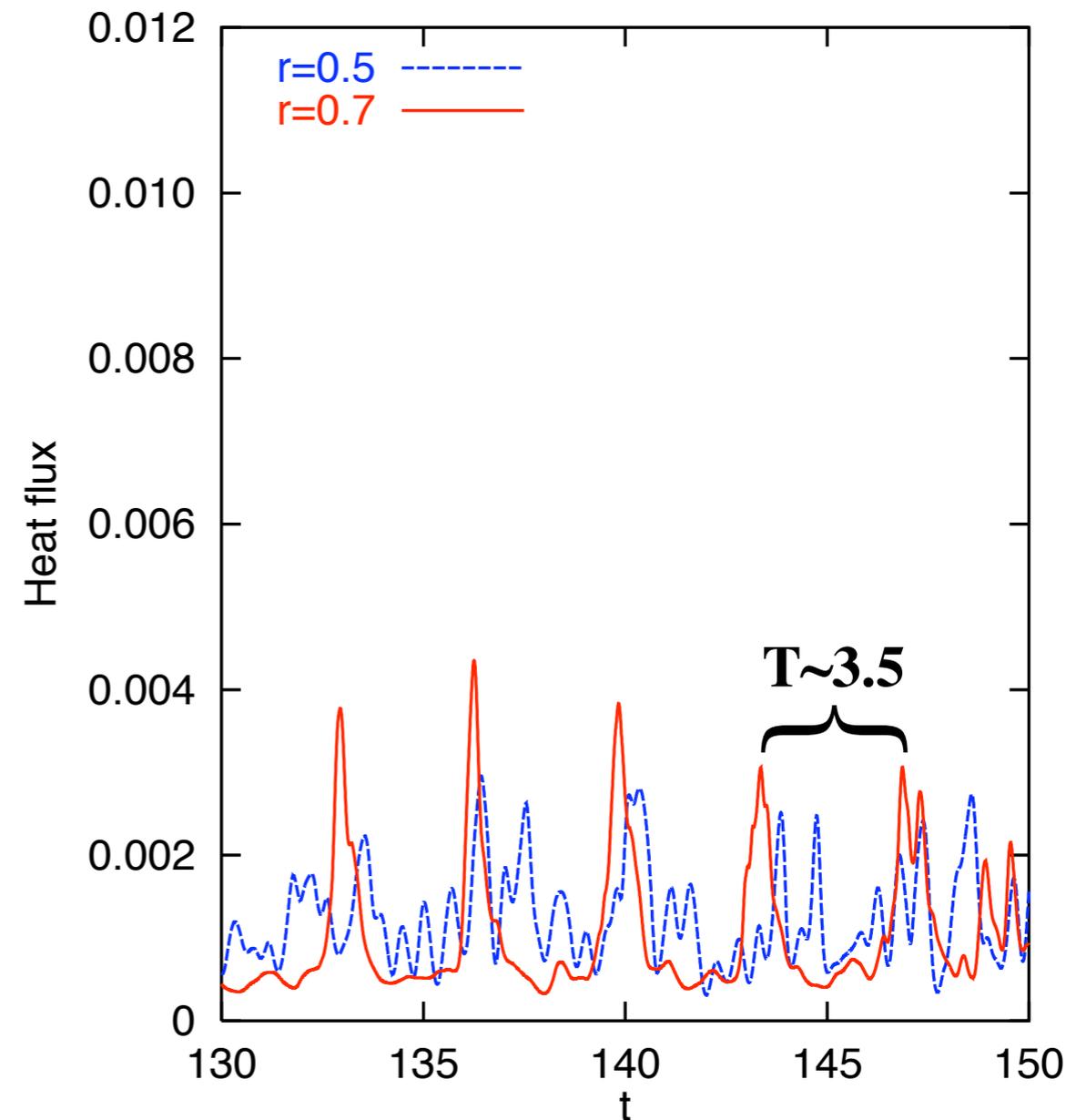
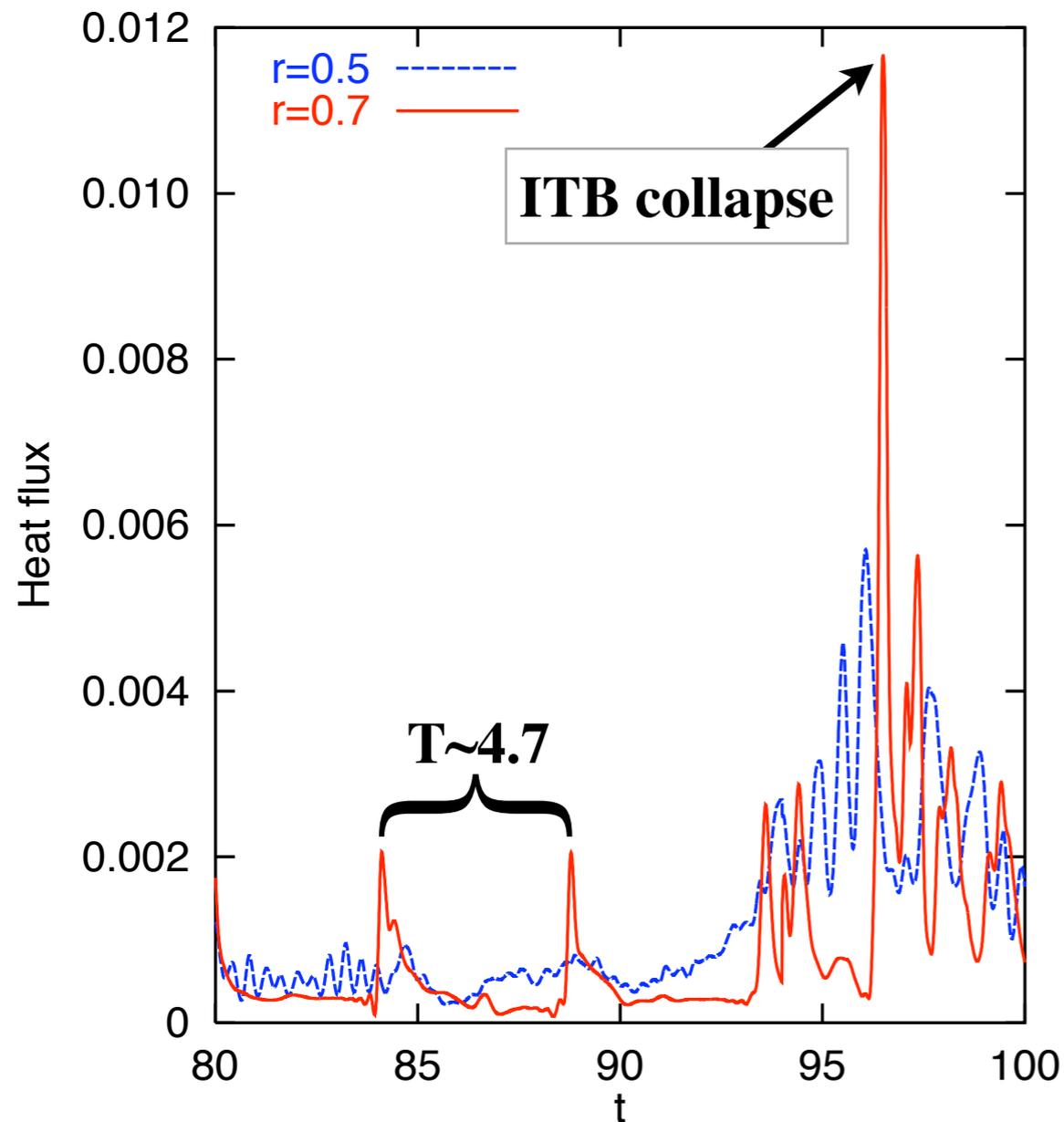
case S₁



- 飽和直後に形成される厚い障壁が $t < 92$ まで存在。
- その後弱い輸送障壁が $r \sim 0.68$ に形成されアバランチと共に緩和。

温度勾配の緩和と 準周期的熱輸送

case S₁



- 熱流束は輸送障壁崩壊前後で $r=0.6$ の両側とも大きく変化する。

まとめ

スーパーSINET経由で応用力学研究所のPCクラスターとSX7を接続。

tsuruとsnetcmp-raimgwの間でファイル転送し、可視化はPCクラスター上で実行。

今後の課題

データ転送の自動化。

Real timeでの可視化。