

スーパーサイネットを用いた大規模レーザープラズマのシミュレーション解析

大阪大学レーザーエネルギー学研究センター
長友英夫、三間罔興、西原功修、城崎知至

核融合科学研究所
坂上仁志、堀内利得

摂南大学
田口俊弘

日本原子力研究開発機構関西研究所
中村龍史

平成20年2月15日

SNET利用に至った背景

- 核融合研のプラズマシミュレーターを利用する場合、実際には出力された大容量データの転送がネックとなってその能力を十分に活用できない。このため、遠隔地にある超大型計算機より、近くに大型計算機がメインマシンとなっている。

⇒SNETを用いることによってデータ転送の時間が大幅に短縮化される。

⇒セキュリティの高いネットワークに直接接続できることによって遠隔地で可視化アプリケーションを起動し、必要な画像だけを直接閲覧、転送すればよいので、研究の利便性が格段に向上する。

- グリッドを利用したレーザープラズマシミュレーションコードの開発を行いネットワークを介した大規模シミュレーションの協調実行を実施してきた。
 - 異機種計算機による多階層シミュレーション
 - 計算機の負荷状況に応じて計算機の分散処理を制御するシミュレーションコード(計算機、ネットワーク環境上実施可能か検討する)

関連する研究

核融合研との共同研究

- 大型シミュレーション共同研究 ;
「超高強度レーザーとプラズマ相互作用による高エネルギー粒子生成と輸送」(代表:西原功修)
- 「高速点火核融合の計算機シミュレーションによる研究」(代表:三間囃興)

- 一般共同研究 ;
- 「高エネルギー密度レーザープラズマの理論研究」(代表:三間囃興)

- 科研費;学術創成研究「ペタワットレーザーを用いた高エネルギー密度研究」(H.15-19年度)

e-サイエンス研究分野の振興を支援するCSI委託事業

「高出力レーザーによる高エネルギー密度状態の科学」

①レーザー核融合研究：核融合科学研究所との双方向型共同研究として、コンパクトなレーザー核融合炉の実現に向けた新方式レーザー核融合「高速点火」の原理実証実験計画(FIREX)第1期に着手し、加熱用レーザーLFEXの建設、クライオターゲットの開発と加熱実験などを行っている。(H15-20)

次世代半導体リソグラフィ用極端紫外(EUV)光源の開発研究：本研究は、文科省リーディングプロジェクト「極端紫外(EUV)光源開発等の先進半導体製造技術の実用化」として、12大学、3研究機関、ならびに経産省のプロジェクトEUVAとの連携共同研究により、EUV光源物理の解明と最適条件などの実用化の指針を与える研究を行っている。(H15-19)

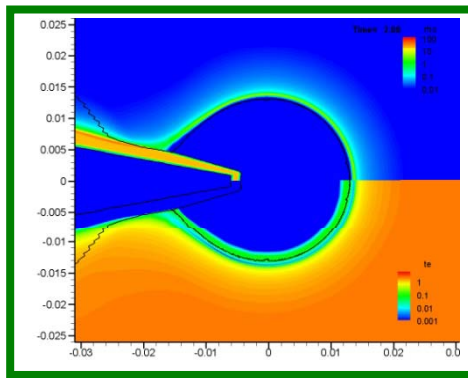
③ ペタワットレーザー(PW)駆動単色量子ビームの科学：本研究は、原子力機構関西研との連携融合研究として、PWレーザーを集光照射することにより発生する広波長領域の電磁波、及び種々の高エネルギー粒子ビームの高輝度単色化と発生物理の研究を行っている。(H18-22)

④ レーザー宇宙物理研究：本研究は、国立天文台などとの連携により、宇宙物理の検証実験などを計画している。今年度は、複数の予備的な共同実験を行う。(H19-23)

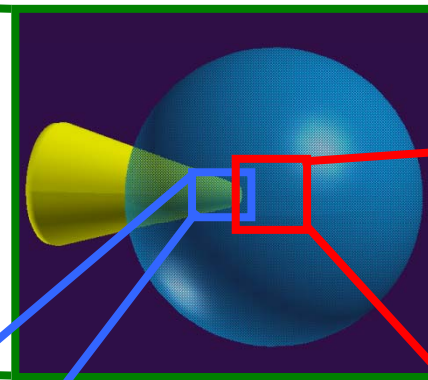
⑤ GRIDを用いた大規模シミュレーション手法の開発：本研究では、上記研究課題①、②に関連して行っている高速ネットワークで接続された異なる研究機関(東北大など)の複数のスーパーコンピュータを用いた大規模シミュレーション手法の開発とそれを用いた「高速点火」、「EUV光源」、「Worm Dense Matter(WDM)」に関する物理研究を行っている。

これらの多機関にまたがるプロジェクト研究(VO)を支えるグリッド基盤を構築するため、1. 高速ネットワークで接続されたスーパーコンピュータを用いた大規模シミュレーション(分子動力学(阪大―東北大)、および多階層複数プログラム(阪大―核融合科研))をNAREGIミドルウェアにより試行し、問題点を明らかにする。2. 既存のRDBをベースにした実験データベース(DB)を将来XML-DBと連携させることを考慮し、既存DBとXML-DBの連携に関してNAREGI-DATA GRIDとの親和性、およびLAN内に構築されている研究支援システムとNAREGI-PSEとのシームレスな連携の可能性の調査・検証を行う。

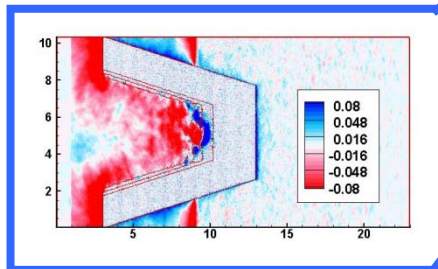
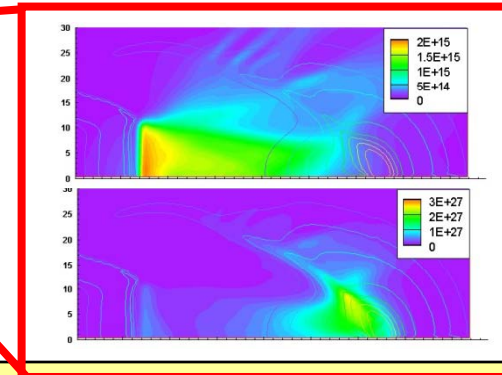
レーザープラズマにおける大規模シミュレーション例



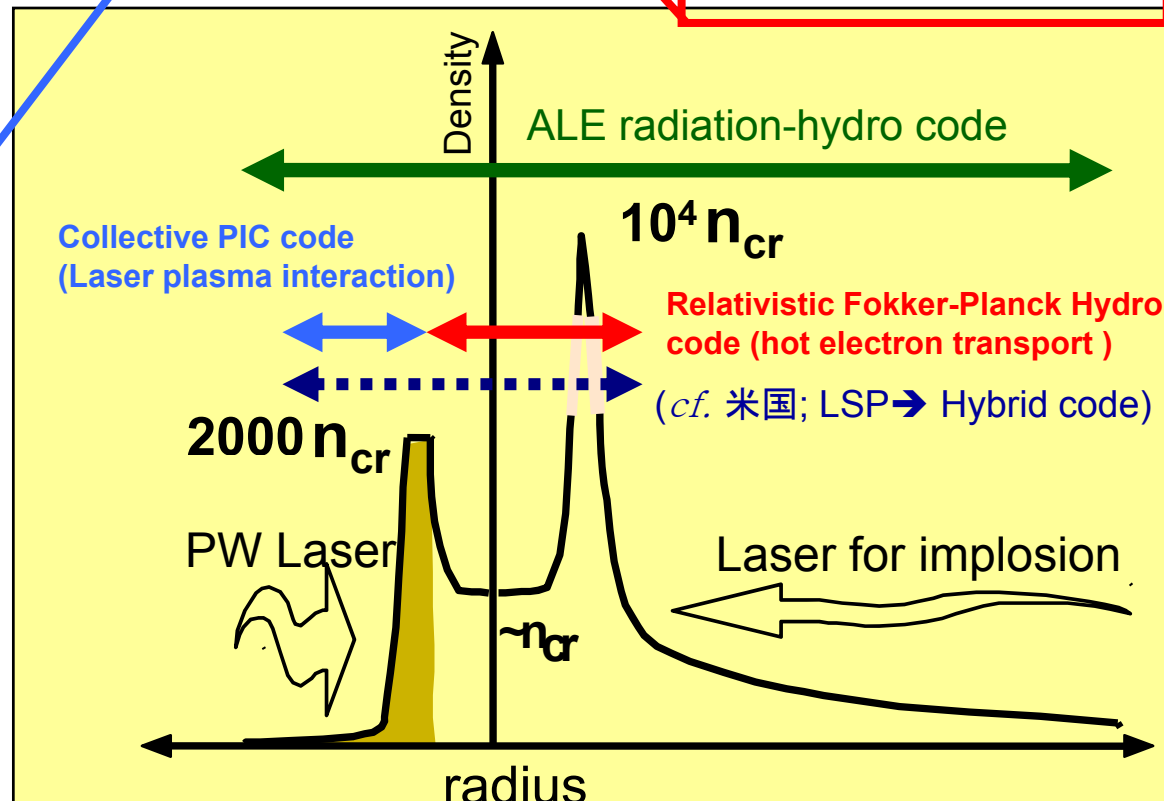
輻射流体シミュレーション



Fokker-Planckシミュレーション

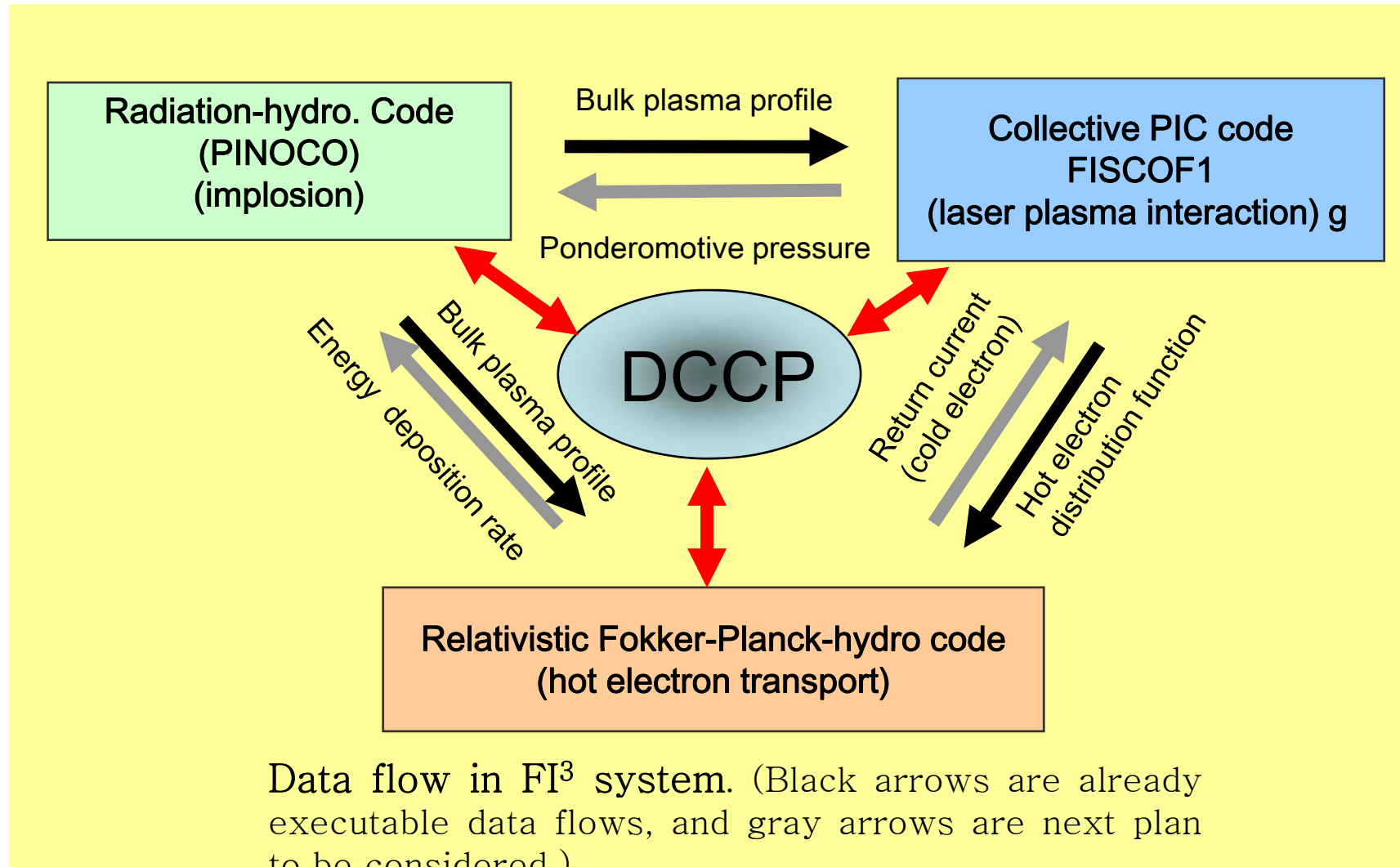


粒子シミュレーション



遠隔地のマシン間で協調シミュレーションを行う例

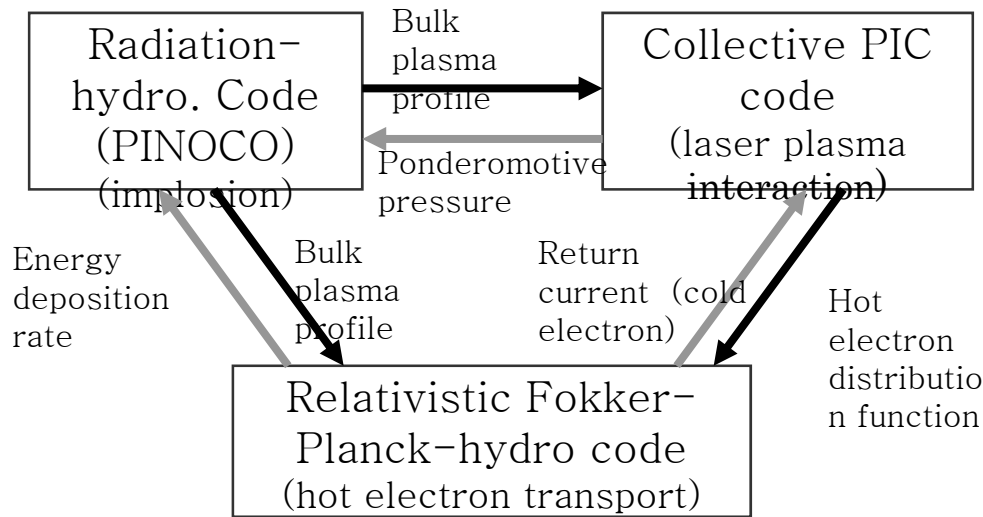
高速点火統合コード(3つの異なるコードを連携して稼動する)



FI³ and DCCCP



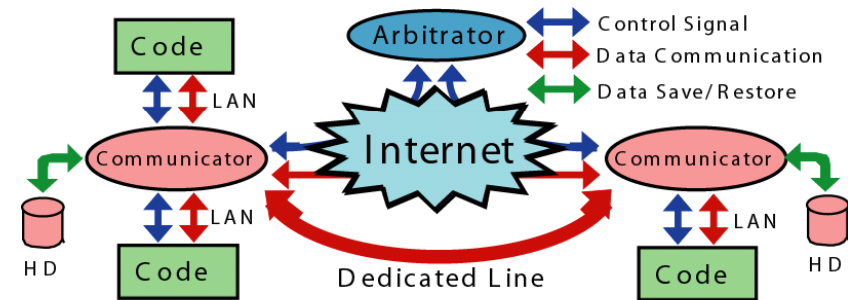
(Distributed Computing Collaboration Protocol)



Data flow in FI³ system. Black arrows are already executable data flows, and gray arrows are next plan to be considered.

SNET ; NIFS ↔ Osaka Univ.

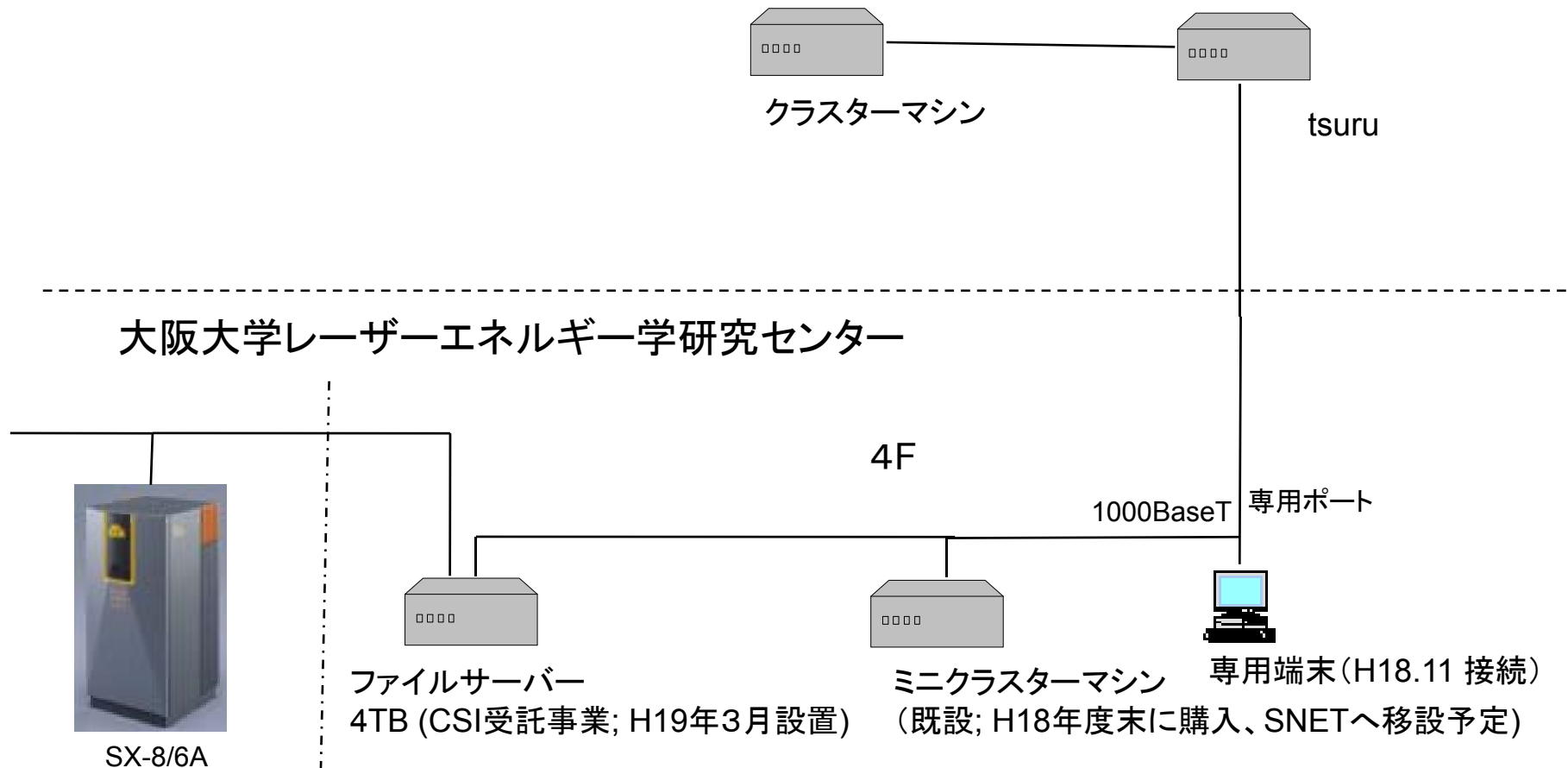
- ☀ dynamic negotiation for communication pair
 - Code can be invoked at an arbitrary computer.
- ☀ asynchronous communication
 - Data will be automatically saved/restored.



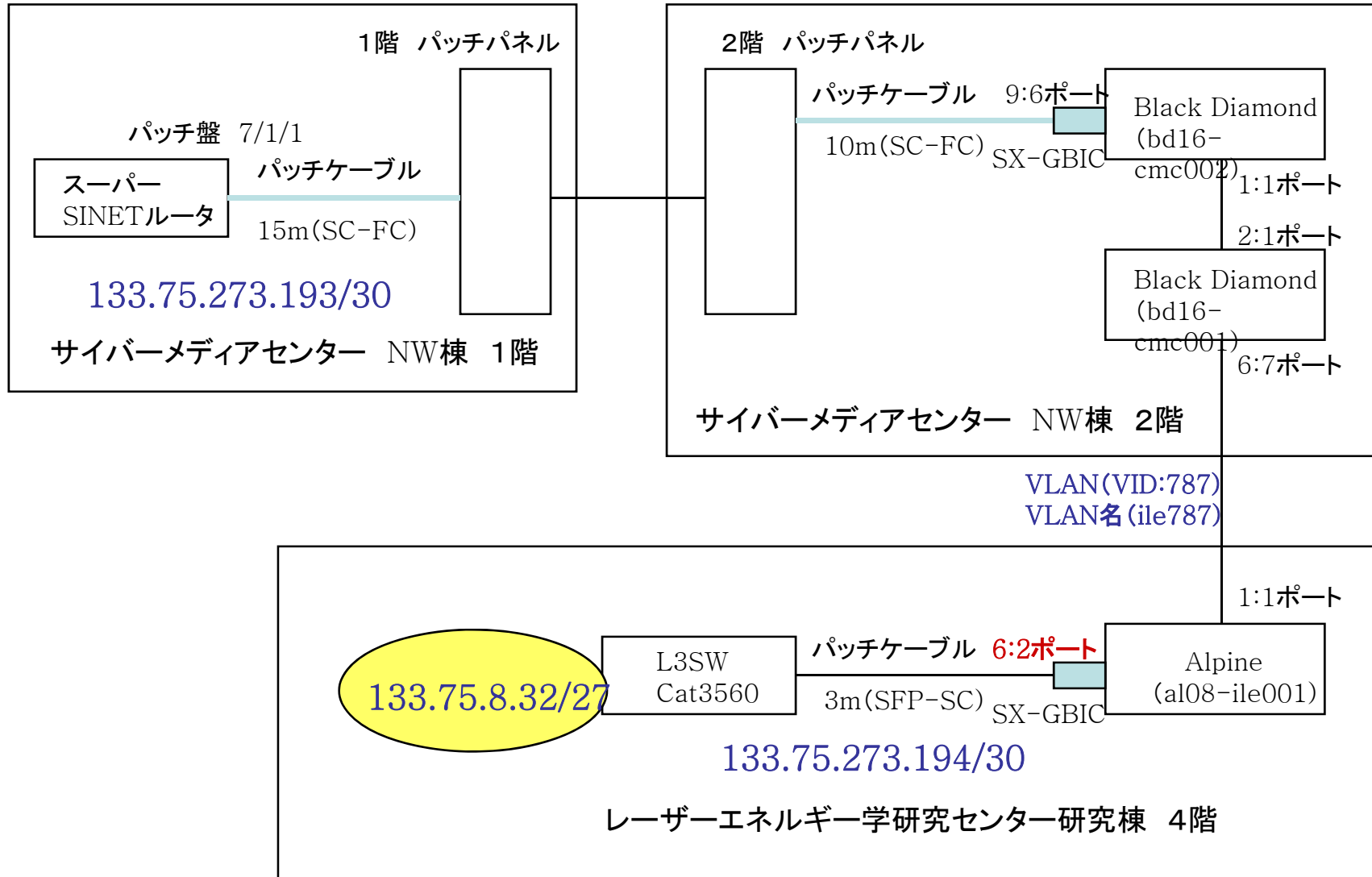
- ☺ Code (user' s simulation program)
 - does not transfer data directly to another code
- ☺ Communicator
 - receive data from sender code
 - forward data between different sites
 - send data to receiver code
- ☺ Arbitrator
 - manage information of codes
 - control data communication

FI³システムの実行環境イメージ SuperSINET接続概要図

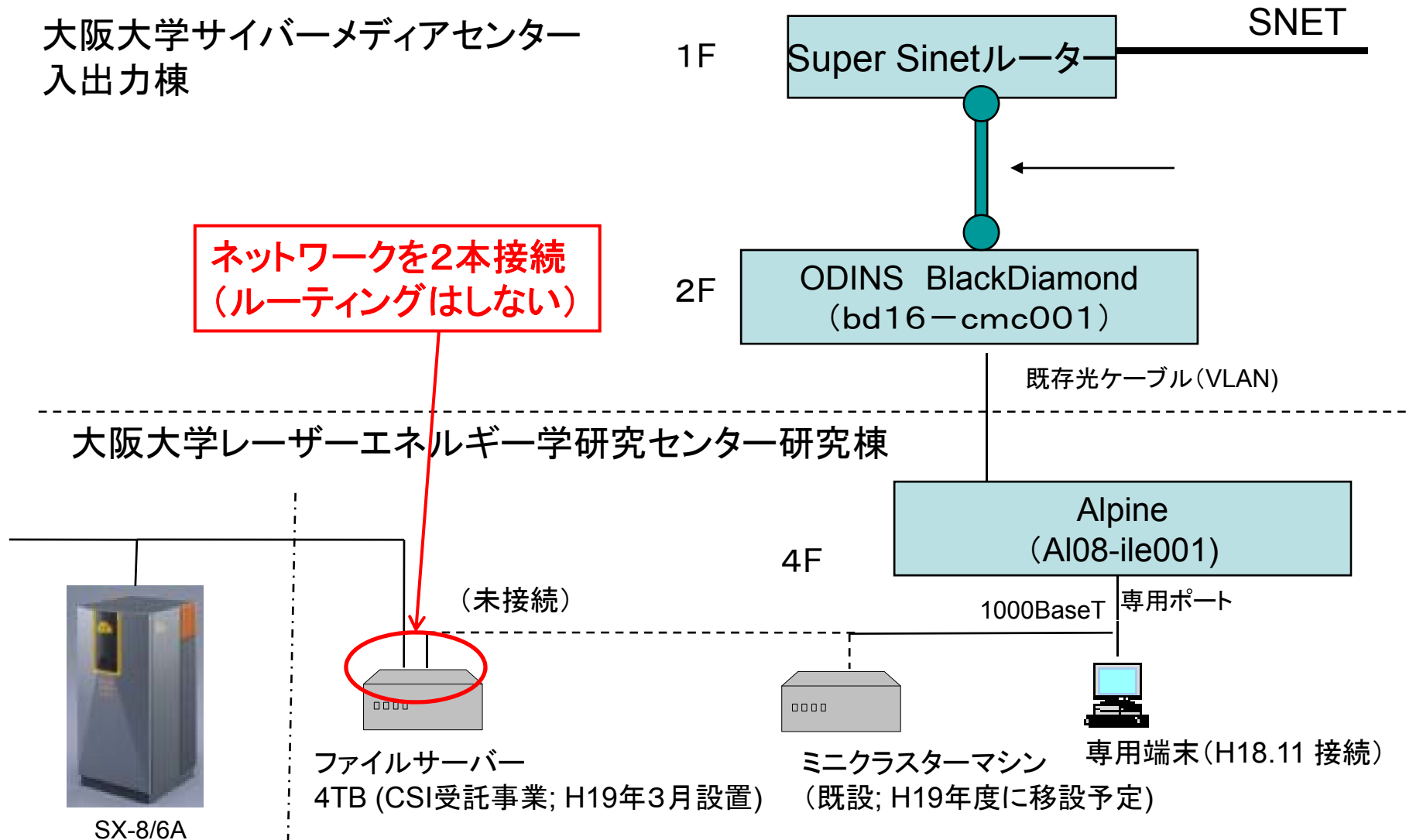
核融合科学研究所



核融合研<->レーザーエネルギー学研究センター 接続概要図



大阪大学レーザーエネルギー学研究センターにおける SuperSINET接続概要図



利用状況と今後の予定

- 大規模シミュレーションの計算結果データ転送、ポストプロセス作業などの効率化のために核融合科研と阪大レーザー研間に高速ネットワーク接続が必要となっていた。
- 平成18年度；
 - 11月に回線接続
 - CSI事業によって専用ファイルサーバー(4TB)を購入
- 平成19年度(今年度)
 - 遠隔地のマシンを利用した分散処理用コードの開発、調整。
 - クラスタマシンをSNET内に移設(保留)
 - レーザー研所有のSXをSNETに接続(保留)
 - CSI事業との連携(未実施)

まとめ

- リモートシステムを連携したシミュレーションを実行する、ハードウェア、およびソフトウェアの準備は揃った。
- ネットワークカードの2枚刺しが認められることによって、実現の可能性が見えてくる

問題点

- このプロジェクトのコアになっていた学術創成研究（代表：三間罔興）が今年度末で終了
- プロジェクトメンバーの拡散
- 阪大ネットワーク更新が続く（現在ODINSの更新を実施中）