

平成11年度東海・北陸地区国立学校等教室系技術職員合同研修
(情報処理コース)に参加して

和籾 浩 新美 治利 伊藤 篤 中村 昇二 工学部技術部

平成11年度東海・北陸地区国立学校等教室系技術職員合同研修(情報処理コース)が平成11年8月10日(火)～12日(木)の3日間の日程で核融合科学研究所(岐阜県土岐市)で開催されました。今回の合同研修は、同研究所が初めて担当、開催するもので東海・北陸地区の14の大学・研究機構から32名の参加者があり、同研究所の17名の講師と実習を担当された多数の技術部スタッフの支援を受けて行われました。

参加者4名にとって「情報処理」分野は専門外ですが、いずれも技術部ネットワークグループで学部共通業務として学部Webサーバー、同メール・ネームサーバーの構築、工学部ホームページ「三重大学における工学研究」のHTML変換作業などを行っている最中でもあり、今回幸いにも参加する機会を得ましたので研修の概要と感想を報告します。

核融合科学研究所は核融合プラズマに関する学理とその応用研究を推進することを目的に、平成元年に設立された大学共同利用機関です。

現キャンパスの岐阜県土岐市には平成9年に移転し、平成10年4月から大型ヘリカル装置(以後LHD)で実験を開始しており、すべての施設、装置が完成間もない新しいものでした。研究所施設は、主な研修会場となった管理・福利棟、LHDを格納している大型ヘリカル実験棟、それぞれの名前が示す目的を持つ制御棟、計算機実験棟、計測実験棟、低温実験棟、加熱実験棟、開発実験棟、研究棟、図書館などがあります。

研修は開講式、専門分野の講義(60分:2、80分:3、90分:1)、実習とガイダンス(50分、180分、240分:各1)、サービスの講義(30分:1)、施設見学が(160分)、意見交換会、閉講式が行われました。研修日程を表1に示します。

開講、閉講式、講義は管理・福利棟会議室で、実習は制御棟中央制御室と計算機実験棟で行われ、ちょうど研修期間がLHD装置の実験スケジュールから外れ装置内をプラズマ洗浄中ということもあり、実習では実際にデータ処理している端末計算機を使用して行われました。

表1 平成11年度東海・北陸地区国立学校等教室系技術職員合同研修(情報処理コース)日程表

時間	9:00-30	10:00-30	11:30	12:00-13:00	13:20	14:00	14:40-50	16:10	17:00	18:30	
第1日 8月 10日 (火)	受 付	開 講 式	講義(60分) 「核融合研のデータ処理概要」 大型ヘリカル研究部プラズマ計測研究系 教授 須藤 滋	講義(30分) 「サービス」 管理部 庶務課長 西岡裕介	休 憩	挨拶 核融合科学研究所長 藤原正巳	講義(90分) 「大型実験装置における実験データ処理」 大型ヘリカル研究部プラズマ計測研究系 助手 中西秀哉 助手 江本雅彦	休 憩	講義(80分) 「計算機の利用法についての歴史的発展」 大型ヘリカル研究部プラズマ制御研究系 助教授 山口作太郎	実習のためのガイダンス	意見交換会
第2日 9月 11日 (水)	実習(180分) 「データ収集と可視化システム」 大型ヘリカル研究部プラズマ計測研究系 助手 中西秀哉 助手 江本雅彦 技術部制御技術課 信号伝送技術係長 小嶋 護 10:30		休 憩		実習(240分) 「Web技術を利用したデータ処理システム」 大型ヘリカル研究部プラズマ制御研究系 助教授 山口作太郎 助手 庄司 主 14:00						
第3日 9月 12日 (木)	講義(90分) 「核融合研のキャンパスネットワーク概要」 計算機センター 助教授津田健三 助手 山本孝志	講義(90分) 「インターネット利用データベース」 研究・企画情報センター 教授 加藤隆子 助手 村上泉	休 憩	講義(60分) 「バーチャルリアティによるシミュレーションデータの可視化」 理論・シミュレーション研究センター 助手 蔭山 聡 助手 田村祐一	施設見学(160分) LHD装置 バーチャルリアティラボ		閉 講 式				

— 1日目 —

講義「核融合研のデータ処理概要」

この講義では、核融合研のデータ処理について①LHDプロジェクトの概要 ②LHD計測 ③LHD計測データ処理系 ④課題と今後の展望 ⑤まとめ、の5項目について講義が行われた。

最初にLHDプロジェクトの概要では、ヘリカルシステムの特徴として、①プラズマ閉じこめに際して外部駆動電流を必要としない ②電流駆動の必要がないので定常運転が容易 ③電流に起因するディスラプションがないなどを有し、LHDは、①超伝導のヘリカル・ポロイダルコイルを設置 ②本格的なダイバータ構造を有する などの説明を受けた。

世界の主なヘリカル型装置として、ドイツのWendelstein7-X、同7-AS、スペインのTJ-II、ウクライナのUragan2-M、オーストラリアのH-1 hellac、アメリカのHSXと国内では核融合科研（名古屋）のCHSと京都大学のHeliotronがある。

LHD実験の重点研究課題としては、①高温・高密度・長時間プラズマを発生し、炉心プラズマに外挿し得る輸送の研究を広範に行う ②炉心プラズマに必要な平均ベータ値5%以上の高ベータプラズマを実現し、関連する物理を調べる ③ダイバータを設置して、無電流プラズマの長時間実験を実施し、定常運転に必要な基礎データを得る ④高エネルギー粒子のヘリカル磁場中での振る舞いを研究し、炉心プラズマでの α 粒子を対象としたシュミュレーション実験を行う ⑤トカマクとの相補的研究を行い、トロイダルプラズマの総合的理解を深める かななる。

LHDプラズマ装置規模は、プラズマの大半径：3.9m、プラズマの小半径：50~60cm、プラズマ中心における磁場強度：3万ガウス（超伝導コイル使用）コイル温度を下げて4万ガウスへ増強予定、加熱パワー：~2万キロワット（~20MW）電子サイクロトロン共鳴加熱、

高速中性粒子入射加熱、イオンサイクロトロン共鳴加熱 かななる。

LHDプラズマ諸量は、①高温・高密度プラズマ：平均プラズマ温度 3000-4000 万度、平均プラズマ密度 10^{14} 個/cm³、エネルギー閉じ込め時間 0.1-0.3 秒 ②高イオン温度プラズマ：中心イオン温度 1億度、平均プラズマ密度 2×10^{13} 個/cm³ ③高ベータプラズマ：平均プラズマベータ値（プラズマの圧力/磁場の圧力）5%以上 ④長時間プラズマ放電：プラズマ温度 1000 万度レベルで1時間以上保持 かななる。

次にLHD計測は、①プラズマ特性の物理解析のために十分且つ精度の高い計測機器が必要 ②LHDが超伝導装置であるにも関わらず大きな観測ポートを用意できた ③通常の計測器については空間・時間分解能に配慮した設計となっている ④LHD特有の計測器として電場計測のための6MeVの高エネルギー重イオンビームプローブなどを開発している。

計測目的別には、電流・エネルギー、プラズマ位置・形状計測、プラズマ密度・密度分布、密度振動、電子温度・密度、赤道面電子温度分布、電子温度、不純物、イオン温度、イオン温度分布、中性子束、放射損失分布、不純物・イオン温度・2次元空間分布、中性粒子分布、周辺プラズマ温度・密度、プラズマ位置、リミッター・壁温度、MHD振動、マイクロ不安定性、電場・振動、粒子輸送、高エネルギー粒子損失、水素リサイクリング、プラズマ周辺部密度・振動、不純物挙動、放射損失トモグラフィー観測、磁場計測、ダイバーター部粒子挙動、中性ガス圧力の各計測をしている。

LHD制御データ処理システムの構成図を図1に示す。構成は制御室と本体制御通信機器室を光ファイバーで、制御室と制御計算機室、ヘリウム操作室はFDDI Switchで、さらにFire Wallを介して実験解析、データ処理、

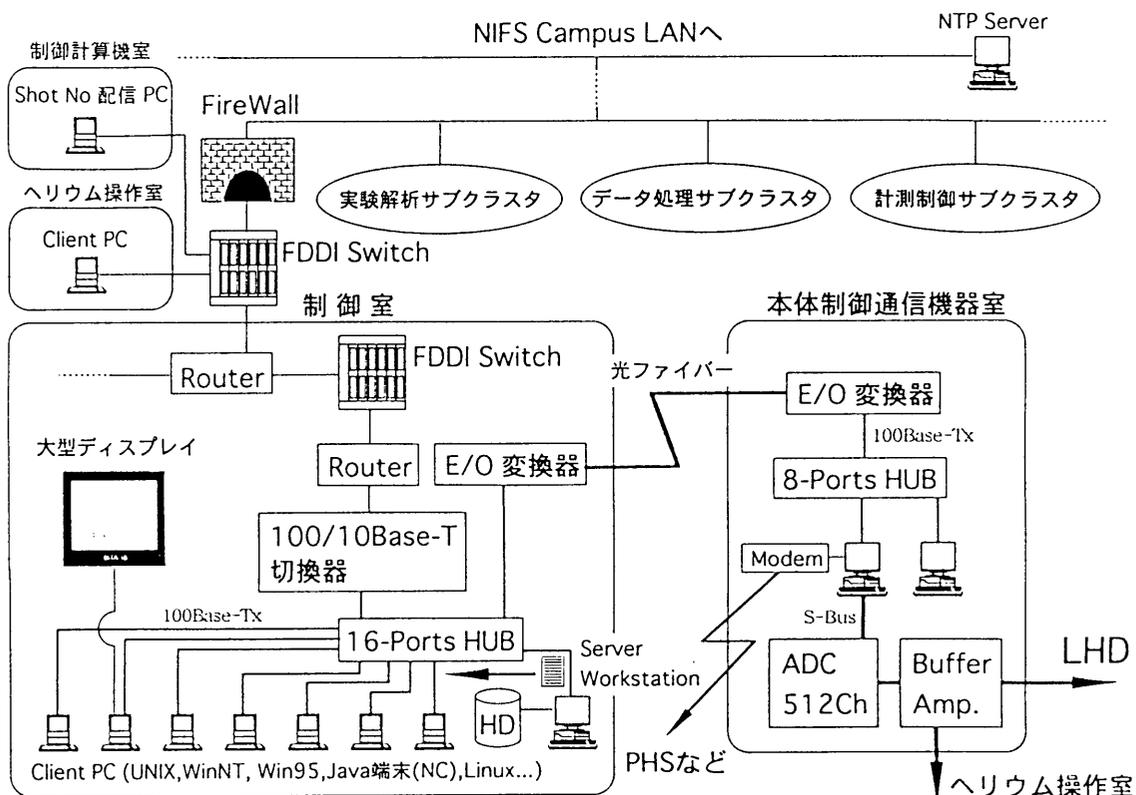
計測制御の各サブクラスタ、NIFS Campus LANへとネットワーク接続されている。

次に課題と今後の展望として、①長時間放電対応のリアルタイムデータ処理 ②大容量データ保存システム ③データ参照・表示機能の強化 ④異種機器間データ互換 がある。

最後にまとめとして、①LHD計測のコンセプトに基づき開発を行い、基本計測器はデータ

処理を含め概ね整備された ②計測データ処理系も順調に整備されデータ収集・蓄積・参照を早期に行うことができLHD初期実験成功に貢献した ③今後の課題としては、長時間放電対応のリアルタイムデータ処理、大容量データ保存システム、データ参照・表示機能強化、異種機器間データ互換などがあげられる 以上の講義を受けた。

図1 LHD制御データ処理システムの構成図



講義「サービス」

この講義では、国家公務員の服務制度について職務専念義務等、国家公務員法に規定されていることの説明を受け、今回の講義では30分の都合上、以下の3例、①「一杯のコーヒーから」人事院作成ビデオ、業者との付き合い方、このくらいなら良いだろうという個人の感覚に基づく判断の危険性 ②飲酒運転、コップ一杯くらいなら良いだろう ③セクハラの事例紹介、相手に精神的なダメージを与える、人権に関わる問題で職務を続けることが困難になるなどの事例紹

介を元にその考え方について講義を受けた。

講義「大型実験装置における実験データ処理」

ビック・サイエンスとは

- 素粒子・加速器物理 → 筑波・理化学研究所
 - プラズマ・核融合 → 核融合科学研究所
 - 天文・天体物理 → 国立天文台
 - ロケット・宇宙工学 → 宇宙科学研究所
- ビックサイエンスからのコンピュータ新技術

WWW はヨーロッパ粒子物理学研究所(CERN)によって開発された。

- CERN → VME 規格、CAMAC 規格
- 天文 → 画像処理
- 原子力分野 → 大規模数値シミュレーション

各研究分野によって、新しい技術が開発された。

大型実験装置におけるコンピュータの利用傾向は

1. 検出技術の多様化
2. 計測データの大容量化

核融合科学研究所での計測システムの基本構成は、

1. (計測対象) ... プラズマなど
3. 検出... センサー
4. 変換... ADC、カウンター
5. 分析・処理・判断... コンピュータ
6. 伝送... ケーブル・バス・LAN
7. 収録... HDD, MO, MT
8. (機器) 制御... フィードバック・コントロール

データ処理システムとは、

- データの解析は含意しない。
- 計測システムの 3. 変換～6. 収録、7. (機器) 制御の一部までを受け持つ
- 各要素 (機能) のハードウェアとユーザとのインタフェイスの提供

核融合科学研究所での LHD 計測データ処理システム

- PC/WindowsNT による大規模な並行分散処理 (MPP) システムで、30 計測、1 実験あたり 1 GB のデータ収集能力
- 計測データの取扱いを用意するためオブジェクト指向方法論 (OOM) を全面的に採用 (C++, JAVA など)
- 全計測データは ODBMS 中に格納
- データ収集系 (PC) と計測器制御 (VME) との分離

- データの可視化に IDL/PV-WAVE, C/S 機能分散
- C/S 間、S-S 相互間の通信 bb に Gigabit Ethernet

計測制御システムの構成は 3 つの分類の仕方がある。

規模での分類

- 小規模システム
- 中～大規模システム

構成での分類

- 中央集中型
- ネットワーク並行分散型

理論方式での分類

- ワイヤーロジック
- I/O モジュール・ネットワーク
- ソフトウェア処理

計測制御システムの小規模システム特徴

- 計測システムと制御システムが未分離
- フィードバック・コントロール (閉ループ系) などが組みやすい

データ量が少ない専用ストレージを持たない

- 各種市販品があり開発負担が小さい
- 拡張性に乏しい
- 規模の拡張性としては
 1. 中央集中型... サーバコンピュータ
管理運用が容易
 2. ネットワーク並行分散型... PC, EWS を複数台
- 拡張性、スケーラビリティに富む
- 管理運用の負担大、システムの複雑化
- 機器コストが安価なのはネットワーク並行分散型ではあるが、管理運用コストの算定が難しく、近年は中央集中型も再評価されている。

理論方式での信頼・柔軟性について

計測制御システムでは、インタロック機構による信頼性の確保 (フェイルセーフ・フェイルループ) が必要な場合が多い。安全 (信頼)

性と柔軟（拡張）性とは相反する

- 高信頼性 ...ワイヤーロジック（リレー盤、ゲートアレイ）
 - 高柔軟性 ...コンピュータ+ソフトウェア処理
 - 中間としてPLC+ネットワーク構成のI/Oサーバ・クラスタ
- ←PLC用ネット ...専用（ARCNET）から汎用（Ethernet）へ

まとめ

- ビック・サイエンスの大型実験装置では、計測の多様化、大容量化という共通の課題をもつ、その中でデータ処理システムは、計測制御システムの広範囲を担い、広義のインタフェイスを司る
- 計測制御システムの開発・構築には多様な方法があり、機器コスト、開発コスト、および運用コストの比較検討が重要

講義「コンピュータの利用法についての歴史的発展」

1. 大型コンピュータによる共同利用による中央集中型（1980年代前半まで）

- 計算機が高価なため多くのユーザーが1台を共同利用する。最初は、順列で処理を行っていた。その後、端末が導入されTSS（Time Sharing System）に移行
- TSSはシステム上にCPU-Timeが使われ、効率の低下した。
- 現在でも、Super Computer（大型の科学技術計算）、銀行のオンラインなどはこの形態を使っている。

ハードウェア中心の時代→IC・CPUの開発が主体でハードウェア80%・ソフトウェア20%に投資されていたが、現在は、ソフトウェア中心の時代

2. ワークステーション・パーソナルコンピュータによる分散型（1980年代後半以降）

- 1970年インテル8086を開発

- 計算機が安くなり（80年代前半でWS>=200万円、PC>=100万円）の利用が増えた。
- 種々のシステム提案・開発
 - ワードプロ・表計算・グラフ・図面のソフトの開発
 - bitmap・mouse は、XEROX、パアルトが開発
 - WSはアポロンコンピュータ（後に、HPに吸収）
 - PCは、Apple,Macintosh、IBM-PC

ハード機器の高性能化（メモリ）
Microsoftの株式公開（1986年）
UNIXの開発と思想→BSD



分散処理システム→通信ソフトの発展

ベトナム戦争後、米ソ冷戦激化（レーガン政権）によるinternetの研究が本格的にはじまる。

3. WWWの発展及びJAVAの開発クライアント・サーバー型（1990年代前半以降）

Network概念の成立後、異種システムの接続問題をhtml・JAVA等によって解消を図った。

- html（Hypertext markup language）はヨーロッパ粒子物理学研究所（CERN）によって開発された。
- Webブラウザ（Mosaic）はイリノイ大学で開発された。
- Netscape社のNetscape Navigator
- JAVAの開発（アプレット）

Ethernet.FDDI.ATM等の発展より用途が大幅に広がり、一般生活に大きく影響が出てきた。

- Handy Hone 発達
- 通信事業の自由化
- ハード機器の高性能化（MPU、ハードディスク）

- Virus (人口生命) → ウィルス

4. 今後の展開

計算機システムの文化

- 商業主義 → 中央集中化
メーカ主体の開発が、IBM などのハード中心から、マイクロソフトなどのソフト中心へと移行した。
- ボランティアリズム → 分散化 (民主化)
ボランティア (団体) による Free Ware のソフトの開発によって、UNIX→Linux (1991年以降)、GNU (1983年以降) などが、出てきた。
- 商業主義とボランティアリズムの中間として、Share Ware が出てきた。

ハッカーの文化

- ソフトウェアの共有化
ネットワークのより発展
Free ware 化 (ブラウザ・電子メールなど)
ソフトの独占
- データベースの利用高度化→コンテンツ重視
- TV (画像データ) の取り込み
TV(+PC)、それとも、PC(+TV)か
- 個人のプライバシー
家電製品の情報化
電子 Money
- Security (社会構造と安定性)

— 2日目 —

実習「データ収集と可視化システム」

この実習は、LHD制御室で行われ、実際に端末PCを操作しながら第1日目の「大型計算機における実験データ処理」で受講したリレーショナルデータベースの内容に従って10問の課題を与えられ各個人でSQL文を作成し解答を得た。

実習に使用したリレーショナルデータベースは、PostgreSQL6. 5でOSはLinuxRedHat6.0で動作している。実習で使用したSQL文 select、update、delete の書式を以下に示す。

- select 列名 from テーブル名 where 条件
- update テーブル名 set 条件
- delete from テーブル名 where 条件
条件は、<式><オペレータ><式>で定義される。
比較オペレータ =、!=、<、<=、>、>=
文字オペレータ like
その他 in、between

数例の課題と解答、そのSQL文を以下に示す。

課題 Johnson White 氏の電話番号表示

解答 select phone from authors where au_fname='Johson' and au_lname='White'
これは、authors テーブルから条件式 au_fname='Johson' and au_lname='White' に合う phone 列の内容を得るSQL文である。

課題 書籍の題名に 'Computers' を含む一覧

解答 select title from titles where title like 'Computers%'
titles テーブルから条件式 title like 'Computers%' に合う title 列の内容を得る。

課題 書籍タイプ 'popularcomp' の価格を 10%引きに更新

解答 update titles set price=price*0.9 where type='popularcomp'
titles テーブルから条件式 price = price * 0.9 に従い where type='popularcomp' を更新する。

課題 Lユタ州に住む著者のエントリの削除

解答 delete from authors where state='UT'
authors テーブルから条件式 state='UT' に従い該当レコードを削除する。

実習「Web技術を利用したデータ処理システム」

この実習は、第1日目の講義の一部でも話があった大型ヘリカル装置 (LHD) の制御データを Web を利用し、データの処理を行うものであった。なお、実習では Netscape を使用した。このシステ

ムは、長時間のデータをリアルタイムで収集を行うことができるので、短時間で高速データを取り込むことができた。また、膨大な実験データ及び機器類の管理も効率的に行っているらしく、容易に検索も行うことができた。実験データ取り込みのためのトリガーも外部トリガー(TTL)の他に、私たちがリアルタイム・データを画面から見ていて、画面のボタンを押すことにより取り込みが可能であった。これは、post & pre Trigger の両方に対応してプラズマ核融合分野では最初のシステムであった。上記のように機能もほとんどが画面を見ながら処理できる方式になっていたので午後だけの短い実習であったが習熟することができた。この他にもこのシステムでは超伝導コイルの監視のために、クエンチ時のデータ取り込みは、上記の外部トリガーとは別にトリガーを設けてあり、これが稼働したときは最優先でこのデータを残すことができる方式となっていた。また、データ監視機能及びセキュリティーも充実していた。

上記の機能等を実現するために、下記の構成が取られていると説明があった。

- Java を利用したコーティング。これによって、Browser 上で Applet が走り、各種機能を行う。
- 多くのユーザーが利用してもレスポンスを落とさないためにデータ転送を IP multicast とする手法を利用した。また、ファイル・データの転送は NFS を利用した。
- データの管理、機器の管理のためにデータ・ベース (Relational Date Base Management System, SyBase-11) を導入している。
- LHD 本体近くで信号を増幅している。このために、強磁場中で利用できる絶縁アンプを開発した。
- 実時間データは高速データを取り込み、平均操作を行い配布する方式とした。
- 実時間及び高速のバッチデータの取り込みを一つのアナログ・デジタル変換器 (ADC) で行うために、新たに ADC 及びそれに付随

するソフトを開発した。

— 3日目 —

講義「核融合研のキャンパスネットワーク概要」

ここでは、計算機センターの二人の教官が前後半に分かれ、「キャンパス情報ネットワーク」、「ネットセキュリティ」について講義があった。講義内容について、それぞれ以下に示す。

「キャンパス情報ネットワーク」

1. 構築経緯
 2. ネットワーク構築の指標(使用目的のネットワーク群、高速化、マルチメディアの対応、など)
 3. ネットワークの構成概要(クライスター、ドメイン、など)
 4. 実現手法(スイッチング技術、光ファイバー)
 5. ネットワーク構成概要
 6. 光ファイバー通信路
 7. 外部との接続
 8. 世界のインターネット状況
 9. ネットワークの監視(主要ネットワーク機器の監視、トラフィック量の監視、など)
- なお、今後の課題として LAN 全体の分析、マルチメディア化を挙げている。

「ネットセキュリティ」

1. ネットワークに接続するリスク(スタンドアロンとの比較など)
 2. 不正アクセス(ハッカーとクラッカー、侵入目的、侵入方法、専用ツールの普及、侵入された場合の症状・処置・対策など)
 3. ウィルス(種類、症状、対策など)
 4. 参考となる資料(国内外の資料など)
- なお、まとめとして以下の事を挙げている。
- ネットワーク上のマシンは常に第三者から狙われている。
 - 今も不正アクセスは行われている。
 - 何事も、用心が肝心、安全はタダではない。

- ソフトを買うお金、設定・教育・監視する労力が必要。

講義「インターネット利用データベース」

ここでは、実際にインターネットで利用できるデータベースをプロジェクタで映し以下の講演が行われた。

1. インターネットのできるデータベース
文部省学術情報センター、核融合研の図書館蔵書検索、共同通信社のデータベースなどを使用し説明。
2. NEFS(核融合研究所)
NEFS の数値データベース、文献データベースを説明。

この他にも、海外のデータベースも幾つか紹介された。また、管理者の立場からデータの入力、データチェック、修正の重要性を挙げていた。

講義「バーチャルリアティによるシミュレーションデータの可視化」

ここでは、LHD 装置のプラズマ現象の中での自発的な秩序構造生成メカニズムをシミュレーション化し研究(詳細は施設見学の項を参照)を行っている理論・シミュレーション研究センターの教官から講義があった。

講義内容を以下に示す。

1. シミュレーション研究とは、2. 可視化の例、3. プラズマのシミュレーションの手法、4. プログラムについて

可視化については、1991年よりスーパーコンピュータの利用により楽になり、1994年からは更に高性能のスーパーコンピュータによりプラズマを流体として扱えるようになった説明していた。この講義では、ほとんどがシミュレーションのプログラムの話だったので頭が追いつくのが大変だった。また最後に、シミュレーションは、データを立体的、没入して、対話的に解析していくことを目指しているとまとめていた。

施設見学「LHD装置、バーチャルリアティラボ」

本研修の施設見学は、他の工場及び研究所等とは違い同研究所のLHD装置とバーチャルリアティラボを見学した。それぞれについて説明を行う。

- LHD装置

この装置は、磁場閉じ込めのための全てのコイルを超伝導化した世界初のヘリカル型プラズマ実験装置である。平成2年度から8年度計画で建設を完了し、平成10年に実験を開始した。このLHDの構成は、超伝導コイルを用いた装置本体、プラズマを加熱するための各種加熱装置、プラズマの諸量・諸現象を測定するための各種計測装置等で構成されている。

- バーチャルリアティラボ

強い非平衡性、強い非線形という複雑性に起因するプラズマ現象の中での自発的な秩序構造のメカニズムを

理論・実験に加わる第三者の手法であるコンピュータシミュレーションを駆使して解明し、秩序構造の基本原則を核融合プラズマに応用し、閉じ込め性能向上に寄与する研究センターである。そこでは、バーチャルリアティシステムを体験し、実際に中でおきているプラズマの粒子の運動や磁力線の形や、プラズマがどこに閉じ込められているかを見ることができた。

核融合研究では、一定の研究成果が得られた段階で、順次、装置規模を拡大して、プラズマの性能を着実に改善する方法をとっており、LHD計画においても、一気に核融合炉の開発を目指すのではなく、臨界プラズマ条件の一步手前に近づくことを目標として研究を進めているということだった。