

レーザー生成高エネルギー密度状態の 科学におけるe-science

大阪大学レーザーエネルギー学研究中心
長友英夫

2010年6月21日

平成21年度CSI委託事業報告交流会(ネットワーク・e-Science系)

大阪大学レーザーエネルギー学研究中心では、保有する大型の高出力レーザー装置を内外の関連分野の研究者に開放し、高出力レーザーが生み出す極限的な高エネルギー密度状態の科学を開拓し、その体系化を行い学術融合型の世界的研究拠点形成を目指している。この「レーザー生成高エネルギー密度状態の科学」のコミュニティ形成のためのe-scienceを推進する基盤技術の開発および調査研究を行った。

1. 実験データベース等の共有・連携システムの構築
2. ミドルウェアを活用し、情報基盤センターの高性能資源群を用いたシミュレーションの実行

新データベース SEDNA (System of Experimental Database for National users' laser facility) をハブとして複数の研究組織が参加したバーチャルな研究環境の構築 ⇒ **2010年2月末から正式運用開始**



SEDNA以前

- データベースにアクセスできるのはレーザー研内からのみ
- USBメモリ等を使ったデータ受け渡し
- 電子メールの添付書類等での連絡多数
- 規格化されていない指示、発注
- 大量の紙配布物

SEDNAが目指したもの

- 全国の共同研究者が何時でも研究室で実験提案・データ解析出来る環境
- 実験に関わるプロセスを規格化し、ミスや誤解を予防
- オンライン化により紙媒体での情報共有を低減
- 安心してデータ及び解析結果を保管できる安全な環境
- 利用者がきめ細かく設定できるデータアクセス権
- データ、データの流れ、解析の経緯を管理（漏洩・捏造の予防）

SEDNAの夢

- 計測から数年を経たデータをアーカイブ化し、コミュニティで半永久的に共有できる環境の構築

レーザー研の全共化に伴い、複数の機関が関わる実験が行われ、機関間でのデータ共有が重要になってきた



ILE, Osaka
SEDNA-WG

FF-XX (GXIIシリーズ名/数ヶ月単位)

シリーズ世話人
(主) センター教員、(副) センター教員

H22A101
(数週間単位)

阪大レーザー研
所内受入教員
所内研究者
所内学生
.....

〇〇大学
教授A
学生A
学生B
.....

〇〇企業
主任A
社員A
社員B
.....

H22A102
(数週間単位)

阪大レーザー研
所内受入教員

〇〇大学
助手A

H22A103
(数週間単位)

阪大レーザー研
所内受入教員

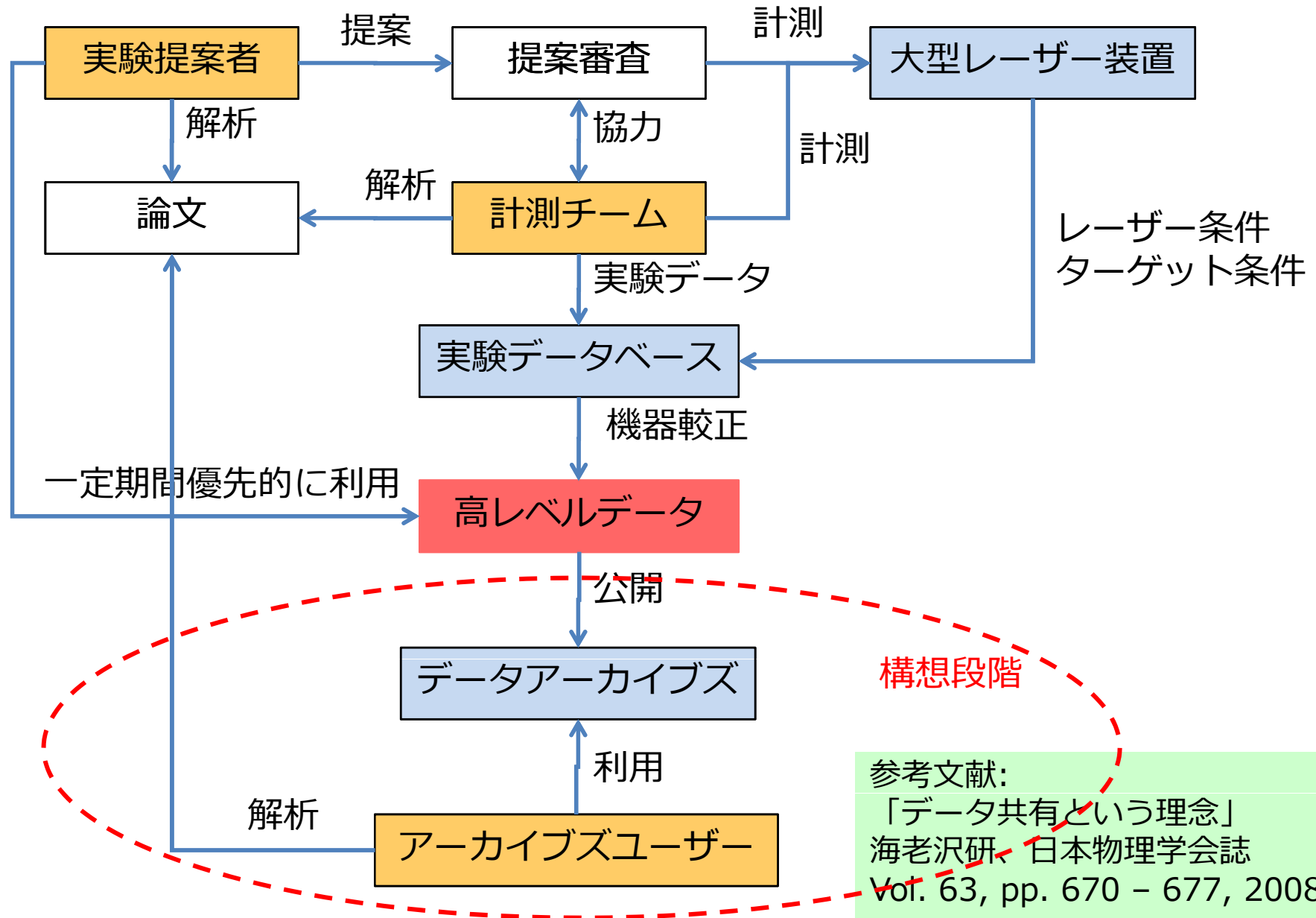
〇〇研究所
副主任A

計測サポート部
(PDT)

レーザー制御部 (GOD)

ターゲットグループ (TFT,
EMP)

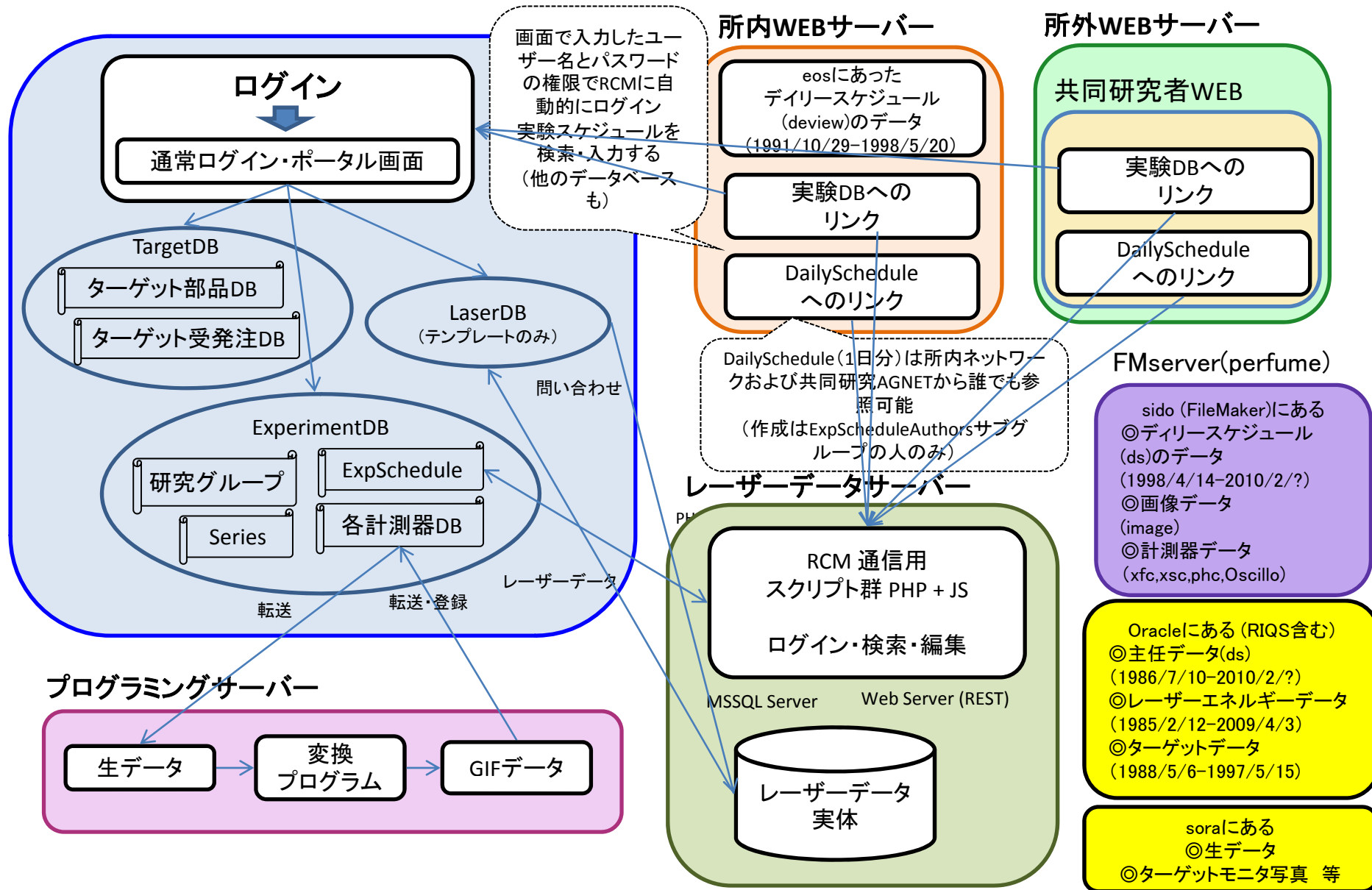
大型レーザー装置に適した情報管理システムを設計



SEDNAシステムの概要



ILE, Osaka
SEDNA-WG



デイリースケジュール --- 従来の利便性を保ちつつ、入力情報を規格化し、情報の欠落や誤解を防ぐ



ILE, Osaka
SEDNA-WG

ショットリクエスト・シート

スケジュールの簡易表示

Experiment schedule editor - SEDNA

http://sedna-ui.ile.osaka-u.ac.jp/schedule_editor.php

Experiment schedule editor - SEDNA

tagid Kind Series Research Group Chamber Date Estimated shot time

Target shot T-1 2010 04 21 9 : 00

Objective

Remarks

GXII

Comment Alert

	Copy & Paste	Energy [J]			Wave length [nm]	Pulse width [ns]	Pulse shape	Delay [ns]	Coherence	Phase plate	Irradiation			Irradiating position		
		MAX	Omega	Harm-omics							d	d/R	x	y	z	
<input type="checkbox"/> E01	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> E02	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> F03	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> F04	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> G05	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> G06	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> E07	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> E08	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> F09	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> F10	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> G11	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							
<input type="checkbox"/> G12	<input type="checkbox"/>				1,053	Gauss		Coherent	None							

LFEX

Comment Alert

Sync

Optical

	MAX	Energy [J]			Wave length [nm]	Pulse width [ns]	Pulse shape	Delay [ns]	Irradiation d	Irradiating position x y z					
<input type="checkbox"/> H01	<input type="checkbox"/>				1,053	FlatTop									
<input type="checkbox"/> H02	<input type="checkbox"/>				1,053	FlatTop									
<input type="checkbox"/> H03	<input type="checkbox"/>				1,053	FlatTop									
<input type="checkbox"/> H04	<input type="checkbox"/>				1,053	FlatTop									

Target

Target ID	Spec	Position		
		x	y	z
<input type="checkbox"/> 1				
<input type="checkbox"/> 2				
<input type="checkbox"/> 3				
<input type="checkbox"/> 4				

Edit shot results Show log

DailySchedule 2010/04/13(火) - SEDNA

http://sedna-ui.ile.osaka-u.ac.jp/ds.php?date=2010-04-13

DailySchedule 2010/04/13(火) - S...

DailySchedule - 2010/04/13(火)

< > Today GXII Detail LFEX Detail Open XML Back to menu

チャ	予定	ショット	呼び	目的	LFEX
ンバ	時刻	時刻	番号	ターゲット	
			tagid	備考	
2	09:00	09:30	775056	共同研究：レーザー高圧遷移性研究(理研、阪大工学研究科)、共同研究：Accessing earth interior conditions by double shock compression (Tommaso Vinci, LULI Ecole Polytechnique, France)、共同研究：Study of Fe-Si alloys under Earth's core conditions (Erik Brambrink, LULI Ecole Polytechnique, France)を行っています。今週のショットマネージャーは古賀助教です。(author:000018)	
2	10:10	10:02	L1	AA3パターン確認	
			775788	33533 AA3 SHOT	(author:006012)
2	10:30	10:36	L2	メニューショット	
			776348	33534 MENU SHOT	(author:006012)
2	11:00	11:05	T1	#1 TARGET SHOT	
			776907	E01, E02, F03, F04, G05, G06, F10, G11, G12 => MAX in 3w, d=5000 with KPP E07 => 100J in 2w, d=10000 with KPP Fe Target (..)	(author:006012)
2	11:30	11:58	T2	#2 TARGET SHOT	
			777468	E08, F09 => 100J in 2w, d=10000 with KPP Fe Target (..)	(author:006012)
2	11:35	12:30		GXII N2 COOLING	
			778025		(author:000013)
2	13:30	13:32	T3	#3 TARGET SHOT	
			778884	E01, E02, F03, F04, G05, G06, F10, G11, G12 => MAX in 3w, d=5000 with KPP DAC Target (..)	(author:006012)
2	14:00	14:08	T4	#4 TARGET SHOT	
			779143	E07, E08, F09 => MAX in 2w d=10000 with KPP CH-Al-MgO-CGG (..)	(author:000013)
2	14:05			GXII N2 COOLING	

ショットマネージャーの皆さんから大変好評を得ています。

レーザーデータベース --- データ整理や解析に必要なデータを提供

ショット時刻や設定値

GXII Shot Data Viewer

http://sphinx.ile.osaka-u.ac.jp/ShotData

大阪大学ポータル FLYCHK Daily Schedule View SEDNA LOGIN 研究活動

GXII Shot Data Viewer

ショット ID: 33526 ショット名: #7 TARGET SHOT SSD 2.5ns 日付: 2010/04/09

時刻: 17:51 MAIN 17:59 FF-03 T-II PWL LFEX

発振系: SSD (2.5ns) S.OSC 100% L.OSC 100% ND Filter 透過率 7.9% RT E

コンポーネント設定

RA25B 12.0 RA25C 12.0 OS25B OS50C

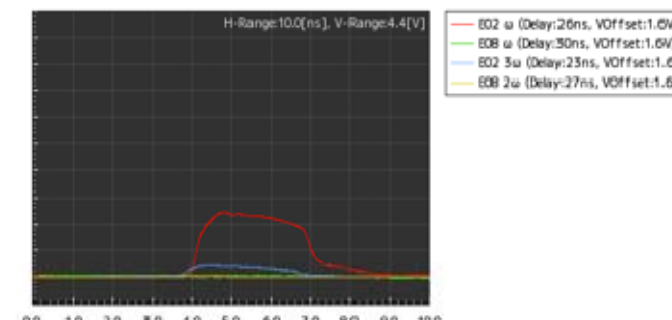
ショットID	波長	目標エネルギー [J]		RA60XY	OS 50	DA				FR		入射	
		ω	2ω/3ω			100XY	200X	200Y	200Z	100	200		
						25.0	25.0	25.0	25.0	19.5	21.0		
E01	3ω	500	70.0	13.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E02	3ω	500	70.0	14.7	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E07	2ω												
E08	2ω												
F03	3ω	500	70.0	14.5	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F04	3ω	500	70.0	13.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
F09	2ω												
F10	3ω	500	70.0	14.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G05	3ω	500	70.0	14.8	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G06	3ω	500	70.0	13.1	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G11	3ω	500	70.0	14.3	*	*	*	*	*	*	*	*	*
G12	3ω	500	70.0	13.0	*	*	*	*	*	*	*	*	*

出力実績とレーザー波形

出力エネルギー

	ω on IMAP	ω on KDP		2ω/3ω on KDP		2ω/3ω Back Scatter	2ω/3ω on Target	
		エネルギー	バランス	エネルギー	変換効率		エネルギー	バランス
E01	496	491	+0.2%	61.6	12.3%	0.846	56.7	+2.5%
E02	445	440	-10.2%	45.4	10.3%	1.17	41.8	-24.4%
E07	0	0		0		0	0	
E08	0	0		0		0	0	
F03	506	501	+2.2%	54.5	10.9%	0	50.1	-9.4%
F04	504	499	+1.8%	60.9	12.2%	0	56.0	+1.3%
F09	0	0		0		0	0	
F10	527	522	+6.5%	66.9	12.8%	0	61.5	+11.2%
G05	454	449	-8.4%	63.5	14.1%	0	58.4	+5.6%
G06	499	494	+0.8%	47.8	9.7%	0	43.9	-20.6%
G11	509	504	+2.9%	72.1	14.3%	0	66.4	+20.1%
G12	518	513	+4.7%	68.6	13.4%	0	63.1	+14.1%
Total	4461	4417		541		2.01	497	
Avg	495	490		60.1	12.3%	1.01	55.3	

波形



ターゲット受発注 --- メールを利用した発注書のやり取りから、SEDNAを紹介した受発注の管理に移行

ターゲット発注の流れ

実験提案者



承認

却下

受入教員



内容確認

承認

却下

ターゲット製作
受付窓口



内容確認

承認

製作担当者



Execute Template

https://sedna.ile.osaka-u.ac.jp/RCM-Web/action/login.html

誤差は ± 10 又は $\pm 0-10$ の値に入力して下さい

部品種類[選択]	平板
部品番号	
部品名	
材料	
個数	
厚さ[micron]	
厚さ誤差[micron]	
縦長さ[micron]	
縦長さ誤差[micron]	
横長さ[micron]	
横長さ誤差[micron]	
コート材	
コート厚[nm]	
コート厚誤差[nm]	
部品備考	

部品情報を入れ終わった後に図面を添付して下さい

図面添付 ファイルが選...ていません

Xml Viewer

```
<order id="000567" date="2010-02-20" series_id="FF-04" facility="GFKKO XII (incl. LFFX)" submit_group="TFT" project_id="レーザー後継合 (FIREX)" objective="コーン付きシェルターゲットの性能加熱実験に使用" use_date="2010-02-19" remark="" target_name="コーン付きシェル" target_number="10" parts="" parts="" drawing="" parts="" />
```

ターゲット発注書

実験シリーズ名: FF-04
ターゲット名称: コーン付きシェル
発注書提出先: TFT
必要個数: 10 個
使用目的: コーン付きシェルターゲットの性能加熱実験に使用
使用予定日: 2010-02-19

発注書作成日: 2010-01-20
プロジェクト名: レーザー後継合 (FIREX)
発注者氏名: 瀬川博介
電話番号: 06-6879-8749
メールアドレス: bfujika@ile.osaka-u.ac.jp
受入教員氏名: 藤岡謙介
電話番号: 06-6877-4799
メールアドレス: bfujika@ile.osaka-u.ac.jp

ターゲット番号:

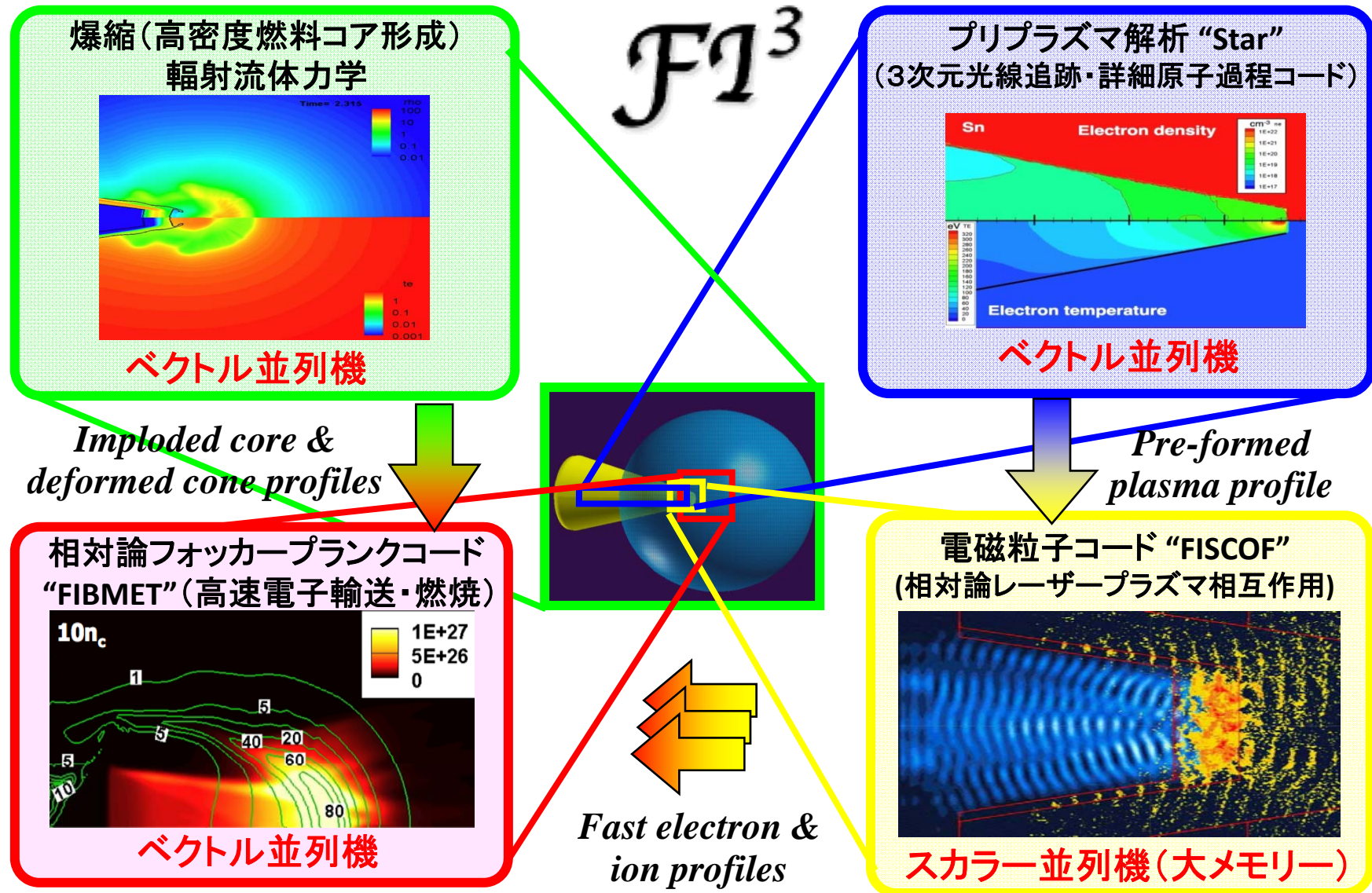
部品番号	材料 (フォームの場合は密度も記入もしてください)	数量	備考	担当者
1-1 CDシェル	直径 500 \pm -10 micron/シェル厚 7 \pm -1 micron/コート材 アルミニウム/コート厚 10 000 \pm -100 nm/10 000 \pm -100 nm/円錐角度 45 \pm -1 deg/球厚 10 \pm -1 micron/先径厚 10 \pm -1 micron/長さ 1000 \pm -100 micron/外径			

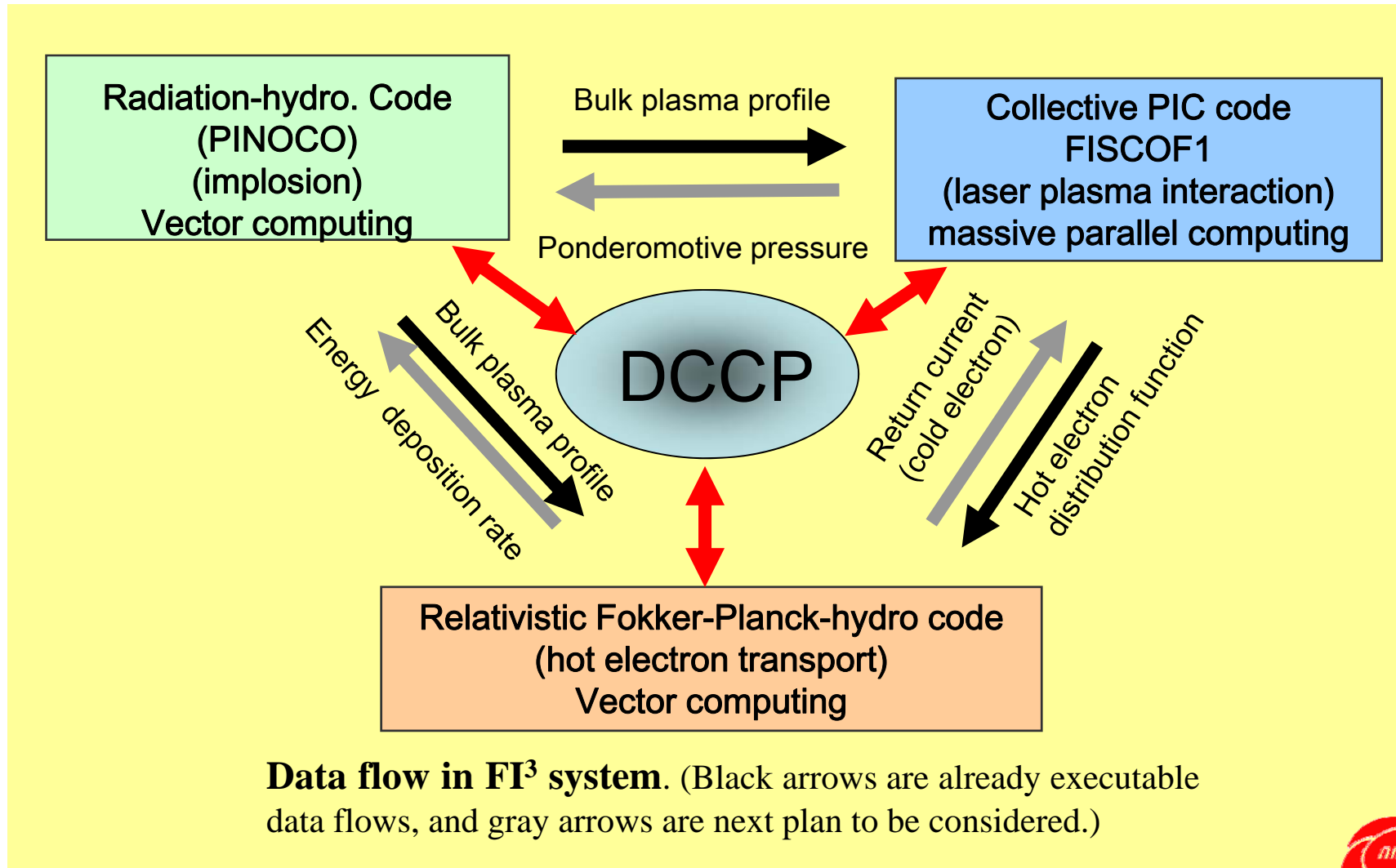
実験データベース等の共有・連携システム構築のまとめ

- 全国共同利用施設として大型の高出力レーザー装置を有する 当研究センターで導入を検討してきたXML-DBを基盤にした実験データベースシステムについて、前年度の調査研究、およびシステム仕様設計結果に基づいたシステムの構築を進めた。
- 前年度までに修得したXML-DBなどデータベース構築に必要な技能を実際に生かしてシステム構築を行い、**SEDNA実験データベースシステムと命名し、実際の運用を開始した。**
- このシステムはキャトルアイ・サイエンス社製のRCM System Softwareを用いて構築したが、高機能な反面、データ利用だけを目的とした利用者にとっては操作が複雑で難しく感じられる側面もあるため、AjaxとPHPを用いてライブラリを構築し、シンプルかつ応用可能なUIも実装した。

ベクトルクラウドを利用したレーザープラズマの多階層連結シミュレーションシステム FJ^3 (Fast Ignition Integrated Interconnecting) Code System

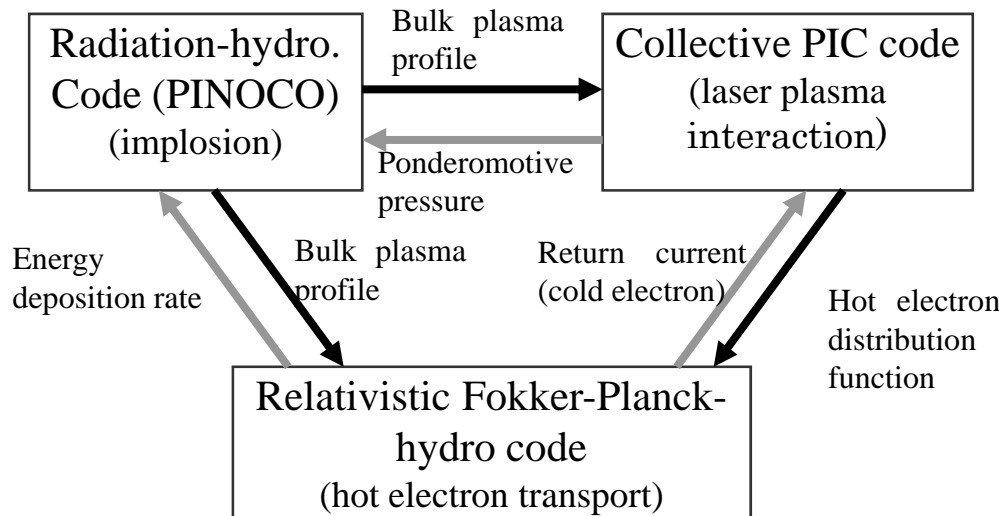
長友英夫、城崎知至(阪大レーザー研)、坂上仁志(核融合研)、砂原淳(レーザー総研)





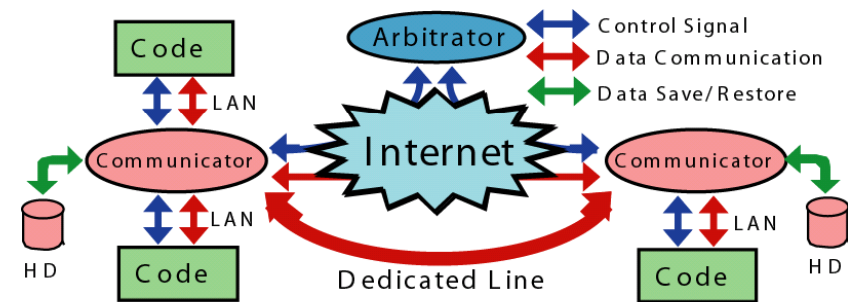


(Distributed Computing Collaboration Protocol)



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

- ☀ 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

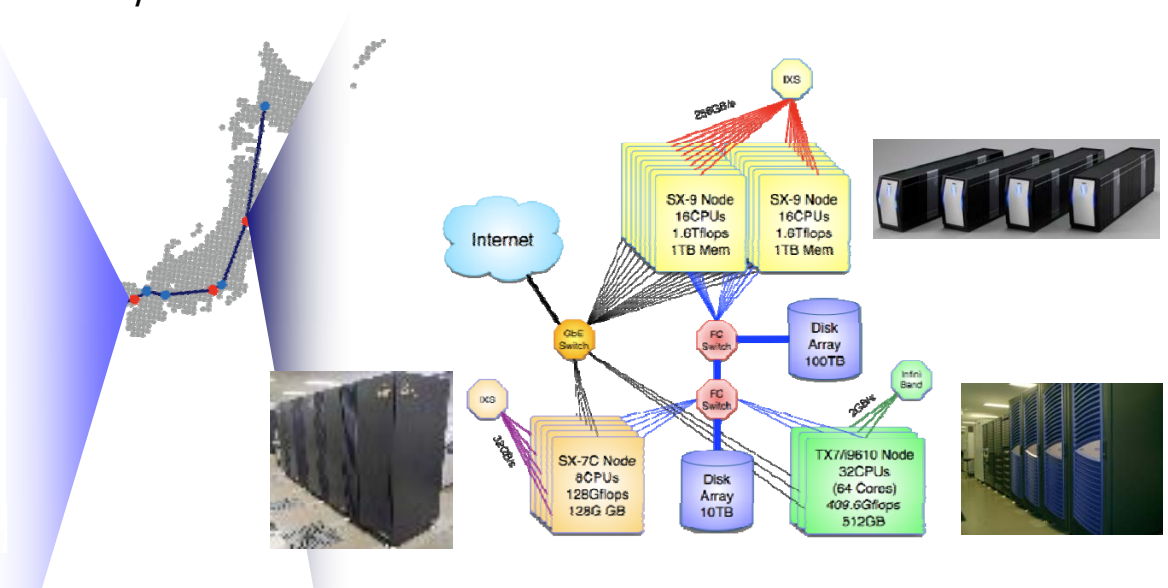
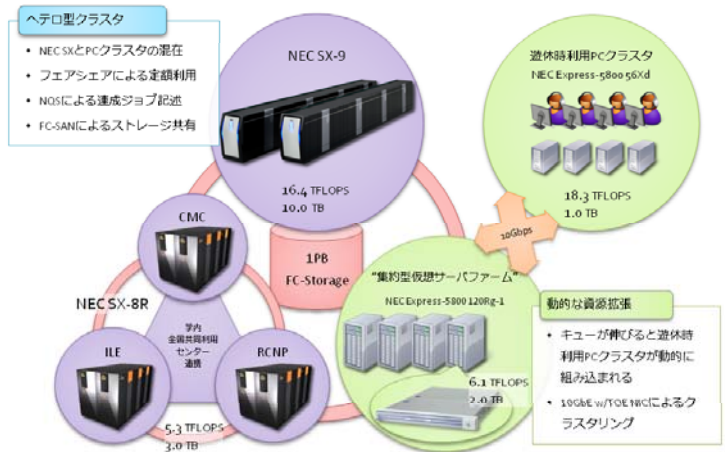


これまでの経緯

- 2005年 FI³基幹部分完成
 - ベクトル並列、スカラー並列の計算が混在したコード群を異なる計算機を用いて統合シミュレーションを行う。
 - 阪大⇔兵庫県立大で実験成功
- その後、より大規模なシミュレーションの実行のため、ITBLなど幾つかの機関の利用を打診
 - セキュリティポリシーの違いなどで、実質的には実行できる環境がみつからなかった。
- NAREGI Grid Middleware に基づくVector (HPC) Computing Cloud の利用
 - NAREGI Grid Middleware (国立情報学研究所)
 - GridVM for SX Vector Computer (東北大サイバーサイエンスセンター)
 - Vector (HPC) Computing Cloud(東北大サイバーサイエンスセンター、阪大サイバーメディアセンター、地球シミュレーターなど)

Vector Computing Cloud

- Toward Efficient and Energetic Vector Computing
 - Wide-Area Cooperation of Vector Supercomputers
 - Tohoku University (26.2TFLOPS)
 - Osaka University(16TFLOPS)
 - etc ...



Virtualization of Vector Supercomputers (Grid VM for SX) and NAREGI GRID Middleware can realize the Vector Computing Cloud !!

NAREGI MiddlewareとHPCクラウドの特長

- きめ細かいジョブ管理システム（ローカルマシンのジョブスケジューラーとの高い親和性）
 - 多種マシン上のジョブを管理
 - 空いているリソースを探して、最短時間でジョブを完了
 - ジョブの開始時間を制御可能
 - 複数ジョブの相対的な実行を制御可能
- システムサイズを超えたジョブを複数マシン（サイト）で実行
- 計算コードに適したマシンを選択して利用できる
- SNET+VPNによる高速通信、セキュアで自由度の高い利用環境



⇒ FI³には最適の環境

DCCP on NAREGI Gridの実施

DCCPをNAREGI Gridミドルウェア上に構築されたスーパースケジューラー内で実行するテストを行った。

DCCPはスーパースケジューラー等の運用システムとも相性がよく、他のジョブの影響を受けることなく各コード間の通信をコントロールできることを確認した。

ただし、一部のスーパーコンピュータに関してはTCP/IP通信が最適化されておらず大規模通信を実施するには至らなかった。FJ³の場合は、条件設定によってはそれほど大きな通信帯域を必要とせず、また、大規模通信を行う場合でも、DCCPは必ずしも直接スーパーコンピュータと通信する必要はなく、ファイルサーバーを経由してデータの送受信を行うことが可能である。今後の実用的なシミュレーションの実施の際にはこれらについても検討を行う必要がある。(⇒SX-9のネットワーク機能の向上)

Vector Cloud 利用の今後

- HPCクラウドを利用することによって、実用的なFI³のシミュレーションが実行できることを確認した。
 - 阪大CMC内で実行環境の検証を行った
 - クラスタ + クラスタ
 - クラスタ + SX-9
 - 阪大⇔東北大で実行
 - クラスタ + SX-9 + SX-9 (SNET経由)
- 来年度以降も可能であれば、HPCクラウド環境の利用させていただき、実用スケールのシミュレーションを実現させたい。(阪大CMC、東北大CSC)



まとめ

1. 大型装置と連動させるのに相応しい、実験データベース等の共有・連携システム(SEDNA)を構築し、3月から正式運用を開始した。
2. ミドルウェアを活用し、情報基盤センターの高性能資源群を用いたシミュレーションの実行環境ベクトルクラウドを利用した多階層連結シミュレーションの試行を行い、成功した。

謝辞: 様々な機関、協力者の下で事業を実施することができました。ありがとうございました。
国立情報学研究所、大阪大学サイバーメディアセンター、東北大学サイバーサイエンスセンター、核融合科学研究所、日本電気株式会社、(株)キャトルアイサイエンス