



核融合研究データのオープンな利活用基盤 「プラズマ・核融合クラウド」の構築と整備

中西秀哉、江本雅彦、高山有道、釧持尚輝、長壁正樹、藤堂泰、稲垣滋¹⁾、村上定義²⁾、長谷川真³⁾、吉川正志⁴⁾
自然科学研究機構 核融合科学研究所、京都大学エネルギー理工学研究所¹⁾、京都大学物理工学系²⁾、
九州大学応用力学研究所³⁾、筑波大学プラズマ研究センター⁴⁾

目的と概要：

核融合分野の複数実験装置から得られる大規模実験データ、関連解析コード等の研究デジタル資産を、学認RDMをベースに研究データ利活用基盤「プラズマ・核融合クラウド」に構築し、FAIR原則に沿ったデータ利活用とオープンサイエンス化を行う。核融合炉実現の重要課題であるAI等による学習的・予測的な計測制御手法の開発に向け、本クラウドをオープン運用して魅力を高め、異分野・民間等の参入と人材育成を強力に助長する。

背景：

核融合科学研究所(NIFS)では、約15年前から双方向型共同研究の枠組みを進め、大学等にある実験装置の遠隔データ集録を行い、NIFSのLHD実験データと共同保管して、各実験データを相互参照できる実験データ共有基盤(SINETと呼称)を構築してきた。この計測・解析データ共有環境は、国際的にも高い評価を受けつつも、利活用範囲が分野内の実験研究にとどまっておられ、理論モデル計算や学際分野との連携が今後のカギである。

実施計画と進捗：

- 「プラズマ・核融合クラウド」は、
 - ① LHD実験データ収集・解析システム、
 - ② SINET接続SINET遠隔データ集録系、
 - ③ 理論モデル計算、
- を統融合して、核融合研究データ・エコシステムを形成、“共創”と“実践教育”の場となることを狙っている。

中長期的には、南仏で建設が進む国際熱各地融合実験炉ITERのデータを含む国際的な核融合研究データ利活用基盤として、グローバル・パートナーシップ実現の場となることを想定している。



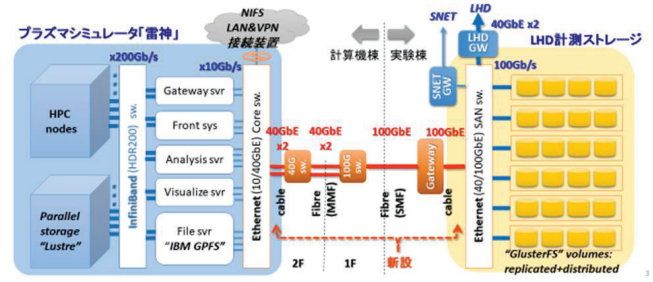
【初(2023)年度】

初年度は、オンプレミスLHD+SINET実験データストレージ～NIFSスパコン「雷神」間を、データ参照ゲートウェイを介して100 Gbpsネットワークで直結、HPCスパコンによるデータ解析に向けてデータ参照性能を評価した(右図)。

右表に示すとおり、PCベースの従来オープン系データ参照APIは並列読み出し未対応のため、HPC並列処理ノードを律速することが判明、マルチスレッド化・複数ストリーム化の機能改善を施した結果、通信速度に匹敵するデータ参照性能が得られ、HPC環境での実験データ解析に見通しが立った。

スパコン「雷神」～LHD実験ストレージ直結の実証実験

- HPC～実験データアクセスの実効性能を検証・評価
- IMAS on HPC「雷神」の検証も

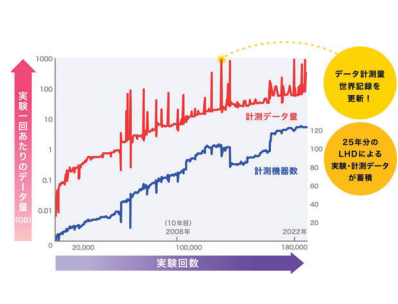
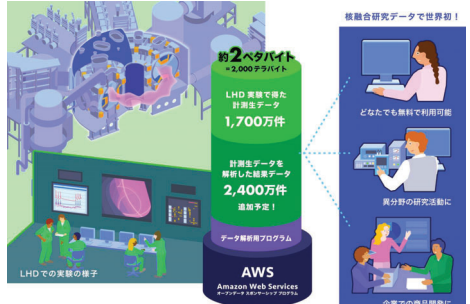


Effective throughputs from LHD data storage to HPC node, via 2 x 10 GbE LACP. Single & Four TCP socket stream(s). Averaged value over 5 times

Diag (chs.)	Raw size /GB	Arc size /GB	Single Thread /s	Speed (ms) MB/s	Speed (arc) MB/s	Multi Thread /s	Speed (raw) MB/s	Speed (arc) MB/s
ECE-UFAST (7)	16.0	13.5	119.57	134	112	39.68	403	340
FIR-BEAT (12)	4.8	2.68	29.74	161	90	9.34	513	286
Curl ftp 1st / 2nd	-	12.5	18.84/11.51	-	700/1122	-	-	-
ECE-UFAST (7)	16.0	13.5	(4 parallel TCP streams) →	-	-	23.36	685	578
FIR-BEAT (12)	4.8	2.68	(4 parallel TCP streams) →	-	-	6.39	751	419

【第二(2024)年度】

商用クラウドのAWS オープンデータスポンサーシッププログラムに採択、学認クラウド導入支援サービスの協力も得て、LHD実験データストレージからAWS S3 クラウドストレージに全データを複製、公開開始した。NIFS～愛知DC～東京DC～AWS間をSINET L2/L3 VPN 仮想専用回線で直結、1.5 PBを約1ヶ月で転送完了した。本成果は今年6月14日にプレスリリースを行っている。(下図)



更に、FAIR原則に沿ったオープンサイエンス化を進め、核融合計測・解析データのDOI登録作業も、今年度内に加速化する。2～3年で、LHD実験データ数千万件すべてのDOI登録完了をめざす。

並行して、ITERに向けて国際連携で構築が進むIMASデータ解析+数値モデル計算ソフトウェア統合環境のクラウドHPC基盤への適用実証も進行中である。

【プレスリリース】 大規模なフュージョンエネルギー実験データ25年分をクラウド上で完全オープン ～誰でも利用可能に～