格子QCDデータ共有基盤 ILDG/JLDG の最近の発展と今後の展望

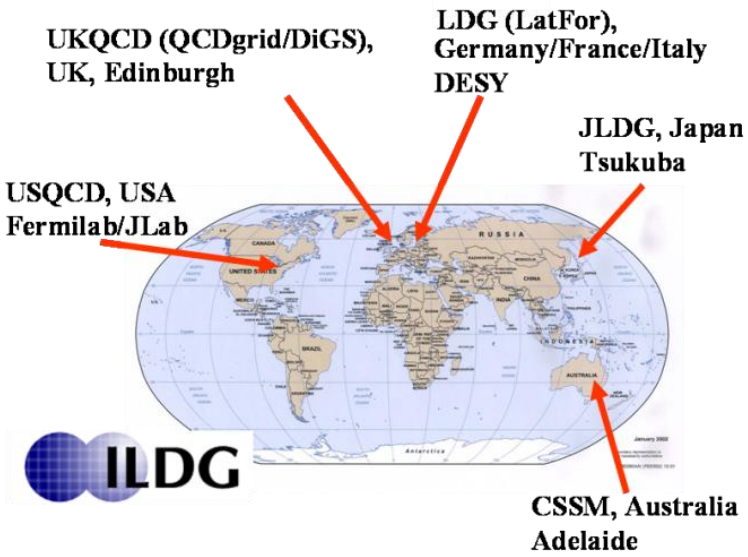
大野浩史

筑波大学計算科学研究センター

日本物理学会第81回年次大会
東京大学駒場キャンパス
2026年9月15日

International Lattice Data Grid (ILDG)

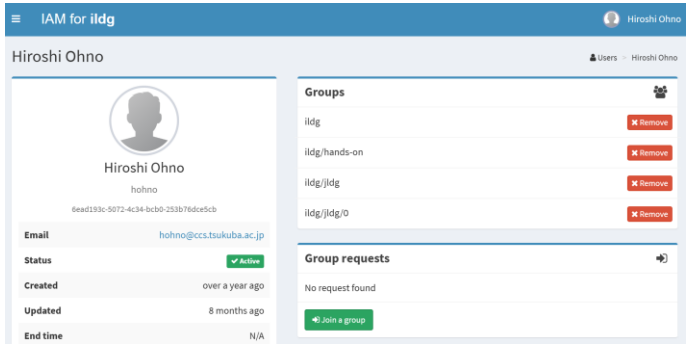
- 格子QCDシミュレーションの基礎データ (ゲージ配位) のアーカイブ・共有のための国際的分散データ基盤
- 2002年始動
- 5つの地域グリッド → 1つの仮想組織 (VO)
  - JLDG (日本)、LDG (大陸欧州)、UK Lattice Field Theory (英国)、USQCD (米国)、CSSM (豪州)
- 組織
  - Board、Middleware/Metadata working groups
  - 定期的なミーティング
- 仕様定義
  - Metadata schema、file format、API
- 公開データ
  - 350+ ensembles、380,000+ configurations

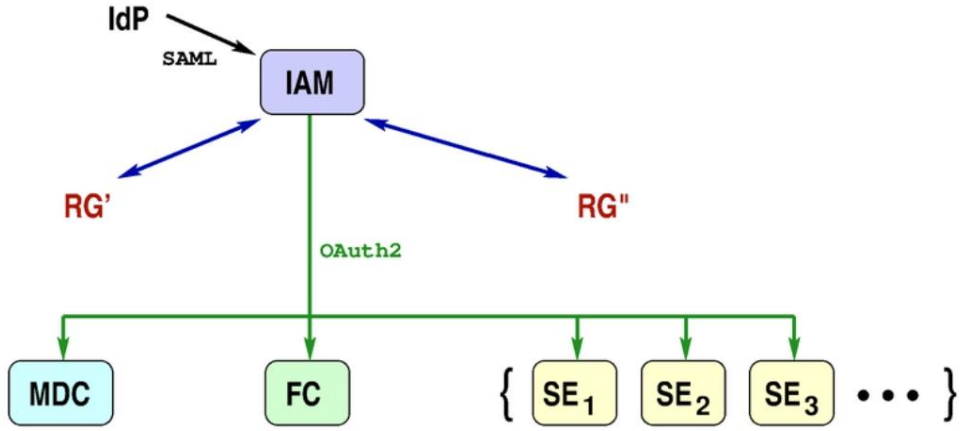


https://hpc.desy.de/ildg/

ILDG 2.0

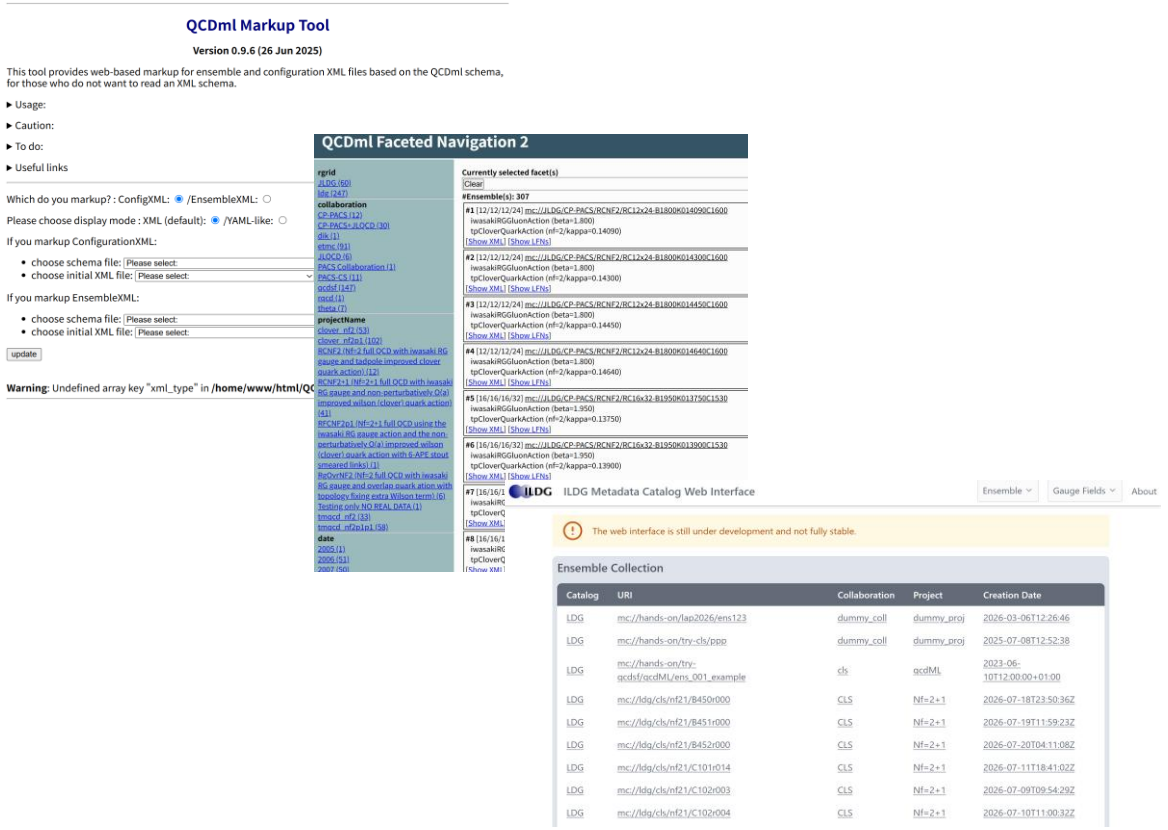
- 新アカウント・権限管理システム (現在約110ユーザ)
  - INDIGO IAM (Identity and Access Management) + eduGAIN (Identity Provider)
  - トークンベース認証
- 新metadata schemata
  - FAIR適合 (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable)
  - ユーザからの要望を反映
    - 省略データ形式、複数配位をまとめた単一のファイルをサポート
    - ライセンス・資金情報の追加、謝辞・引用の要求
    - 新作用の追加 (QCD+QEDなど)
    - SU(3)以外のゲージ群
    - 開放境界条件
- 公開制限期間の導入
- 新metadata、file catalogue実装
- 新データアップロード
  - JLQCD、HotQCD、ETMC、CLS、OpenLAT





Metadata markup、検索、ダウンロード

- Markup支援
  - QCDml Markup Tool
- 検索
  - Simple Listing
  - Web GUI
  - Faceted Navigator (注: データベース古い)
- Catalogue にアクセス & ダウンロード
  - Client tool



詳しくは、2025年のハンズオンワークショップ資料を参照
https://indico.desy.de/event/49335/

Japan Lattice Data Grid (JLDG)

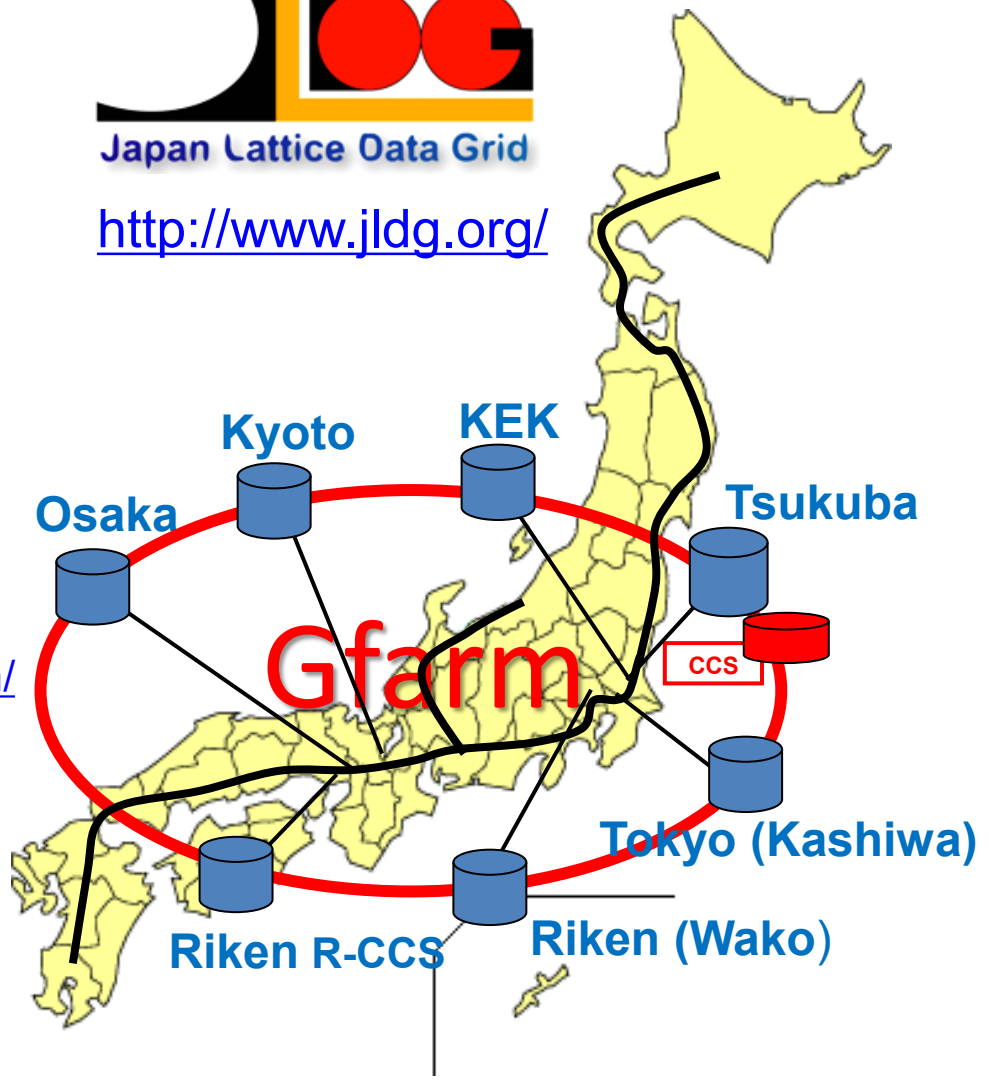
- 2008/5/23 運用開始
- 全国7拠点
  - KEK、筑波大、理研和光、東大、京大、阪大、理研神戸
- NII が運用する SINET6 上の VPN (HEPnet-J/sc) 上に構築
- Gfarm グリッドファイルシステム
  - 単一ファイルシステムとして利用可
    → ユーザは保存先を意識しなくてよい
- 利用状況 (2026/9月 現在)
  - 全ストレージ容量: 21.6PiB
  - 使用量: 21.3 PiB (98%)
  - 総ファイル数: 228M
- 素粒子だけでなく原子核、宇宙分野でも利用

Japan Lattice Data Grid

http://www.jldg.org/

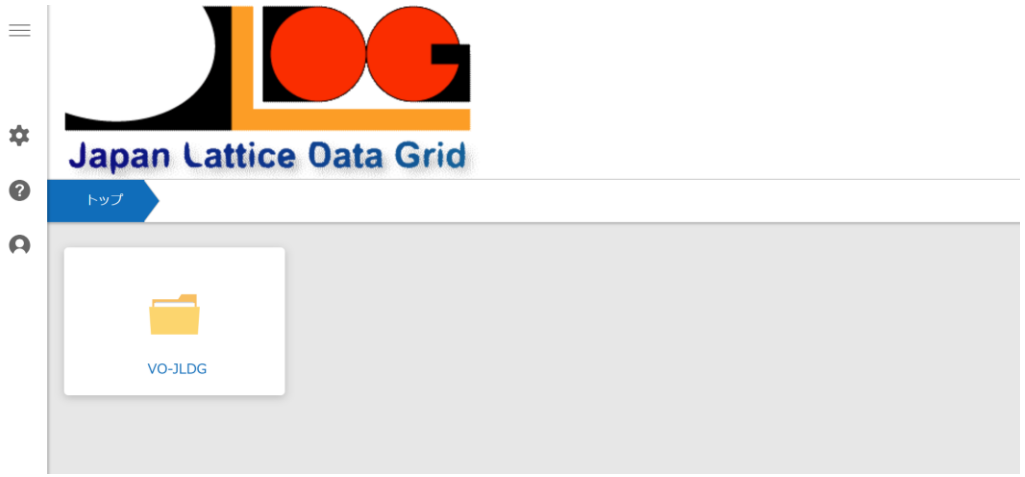
Gfarm

https://oss-tsukuba.org/gfarm/



JLDGの最近の取り組み

- 新仮想組織管理システム



- トークンベース認証への移行
  - ILDGのトークンへの対応完了
  - JLDGはシステム構築中

- 新配位の公開
  - JLQCD 2+1 flavor Möbius domain wall fermion, 100配位

トークンベース認証を用いた公開配位の利用手順

1. ILDG IAM への登録
   - 所属機関の eduGAIN 対応状況をチェック

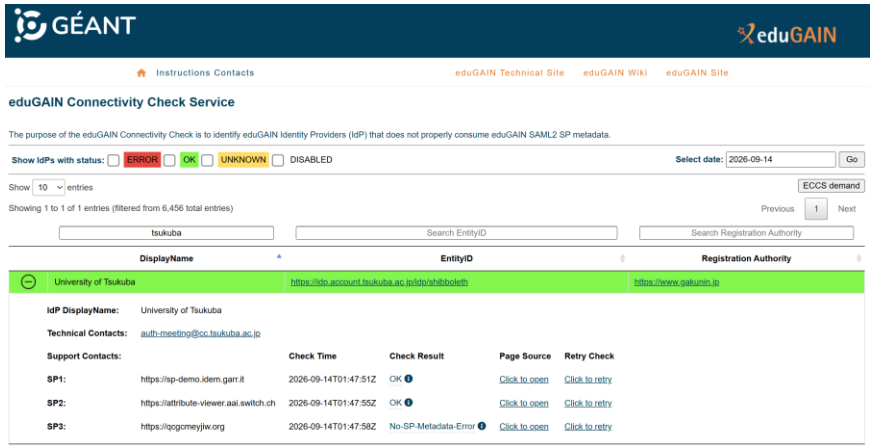
2. CUI による利用
   - トークンの取得方法
   - 主なコマンド

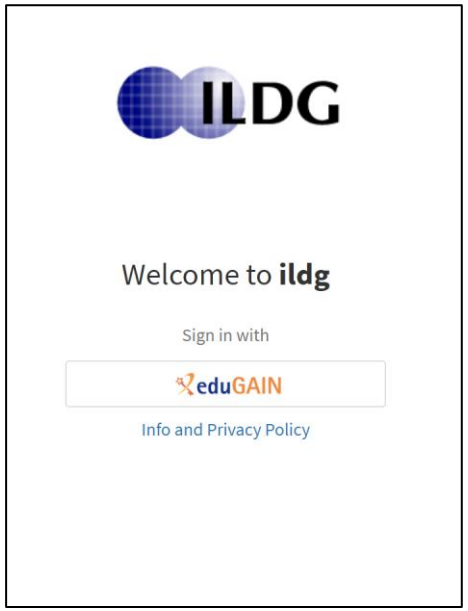
3. Web GUI による利用

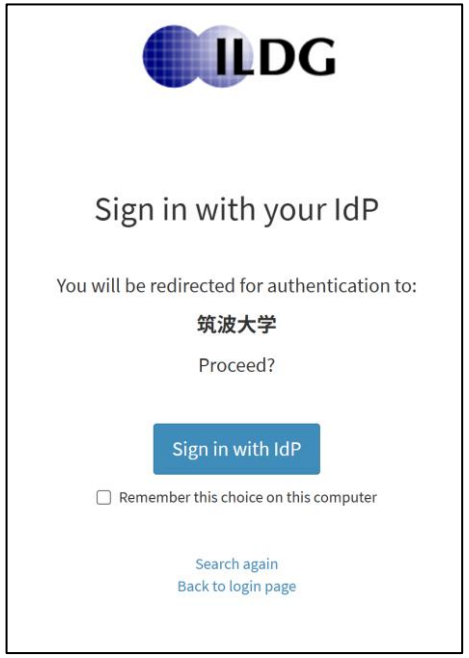
(*) 従来通り、grid証明書を用いた方法や、https://www2.jldg.org/ からの直接ダウンロードも可能

ILDG IAM への登録

- ILDG IAMは eduGAIN を通じて認証機関と接続
  - https://iam-ildg.cloud.cnaf.infn.it/
- 所属機関で eduGAIN を利用可能かどうか確認
  - https://technical.edugain.org/eccs/
- 所属機関の認証情報で本人確認できる









筑波大の例：**緑色**ならOK

ざっと調べたところ、東大、九大、新潟大、KEK、理研は利用できるようです。

詳しくはこちらを参照

https://gitlab.desy.de/ildg/hands-on/material/-/blob/main/howto/HOWTO-membership.md

CUI による利用: トークンの取得

- Client tool を使う

```
$ ./try-token -c "" -so "storage.read:/JLDG/"
[token] Using shared client d945d43c-adf6-40c3-bfa0-c4c90b5e435b

Please open the following URL in the browser and approve:

https://iam-ildg.cloud.cnaf.infn.it/device?user_code=4UOMGRZS

Continue ?
    "sub"       :     "6ead193c-5072-4c34-bcb0-253b76dce5cb"
    "client_id" :     "d945d43c-adf6-40c3-bfa0-c4c90b5e435b"
    "iss"       :     "https://iam-ildg.cloud.cnaf.infn.it/"
    "auth_time" :     "1789401008"
    "exp"       :     "1789405981"
    "iat"       :     "1789402381"
    "jti"       :     "f24599c5-73d6-42a2-a88c-b78819251c4c"
    "nbf"       :     "1789402321"
    "wlcg.ver"  :     "1.0"
    "aud"       :     "https://wlcg.cern.ch/jwt/v1/any"
    "scope"     :      storage.read:/JLDG/


export BEARER_TOKEN=*****
```

CUI による利用: 主なコマンド

- ユーザ名の確認

```
$ curl -s -H "Authorization: Bearer $BEARER_TOKEN" https://gfhg.jldg.org/ildg/conf/me
ildg
```

- ファイル/ディレクトリ名の表示

```
$ curl -s -H "Authorization: Bearer $BEARER_TOKEN"
https://gfhg.jldg.org/ildg/dir/gfarm/public/ILDG/JLDG | jq .
{
  "mode_str": "drwxr-xr-x",
  "is_file": false,
  "is_dir": true,
  "is_sym": false,
  "linkname": "",
  "nlink": 4,
  "uname": "ohno40",
  "gname": "public",
  "size": 0,
  "mtime": 1394088199.0,
  "name": "CP-PACS",
  "path": "/gfarm/public/ILDG/JLDG/CP-PACS",
  "perms": null
}
…
```

- ファイルのダウンロード

```
$ curl -H “Authorization: Bearer $BEARER_TOKEN”
https://gfhg.jldg.org/ildg/file/gfarm/public/ILDG/JLDG/CP-
PACS/RCNF2/RC12x24-B1800/K014090/RC12x24-
B1800K014090C1600-A-00210 -o output
  % Total    % Received % Xferd  Average Speed  Time    Time    Time
Current
                                 Dload  Upload  Total   Spent   Left   Speed
100 22.78M 100 22.78M   0      0  4.92M      0   00:04   00:04         2.49M
```

Web GUI による利用 (おすすめ)

1. https://gfhg.jldg.org/ildg/ にアクセス
2. ILDG IAM で認証
3. Web GUI にログイン



まとめと今後の展望

- ILDGは大きく刷新
  - 新アカウント・権限管理システム、新metadata schemata、新catalogue、新データ…
- JLDGの最近の取り組み
  - 新仮想組織管理システム
  - トークンベース認証への対応
    - JLDGのシステムは構築中
    - ILDGのトークンには既に対応：CLI、Web GUI
- JLDGの今後の展望
  - Grid証明書からトークンへ