

神岡地下実験で用いられる 低放射能部材に関する 放射能データベースの開発

神戸大 理学部 **中野 佑樹**、竹内 康雄

東大宇宙線研 田阪 茂樹、関谷 洋之、竹田 敦

徳島大学SAS 伏見 賢一

2016年9月22日(木)

日本物理学会 秋季大会

@宮崎大学



新学術領域

研究課題/領域番号 26104008

講演の内容

- 本研究の目的意識
 - 新学術領域の取り組み
 - ・「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」
- 放射能データベースの開発
 - 研究の背景
 - データベースのデザイン
 - データベースの機能
 - 神戸大学での取り組み
- 今後の取り組み
- まとめ

本研究の目的意識

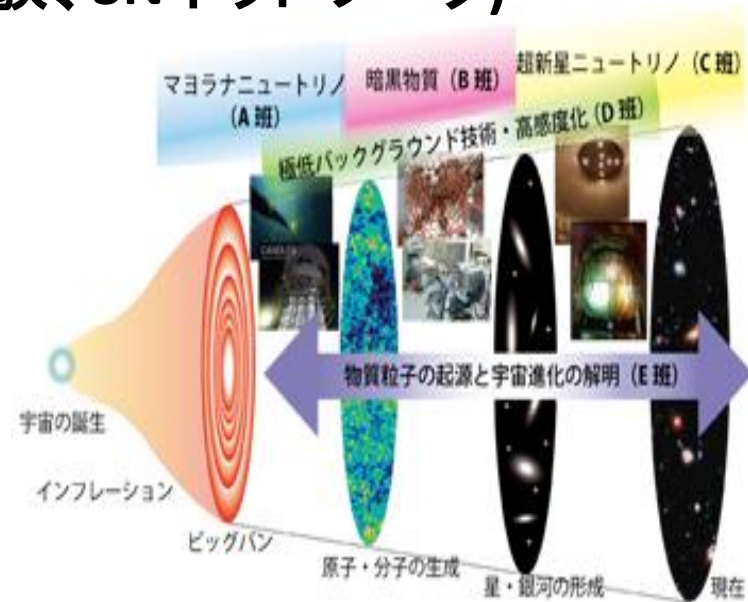
「宇宙の歴史をひもとく地下素粒子原子核研究」(<http://www.lowbg.org/ugnd/>)
→ 極低放射能研究を核に宇宙の歴史をひもとく。

5つの計画研究(~70名程度)で構成され、以下をキーワードとする。

- 1: マヨナラニュートリノ (KamLAND実験、CANDLES実験)
- 2: 暗黒物質 (XMASS実験、NEWAGE実験, NEWS実験)
- 3: 超新星ニュートリノ (Super-K(SK-Gd)実験、SNネットワーク)
- 4: 低放射能技術の開発**
- 5: 理論 (物質粒子の起源と宇宙進化の解明)

4つ目の計画研究では、
実験装置の低BG化、高感度化のため
- 低放射能の部材を計測(スクリーニング)
- 素材の基礎データの**収集**

→ **データベースの開発を行った**

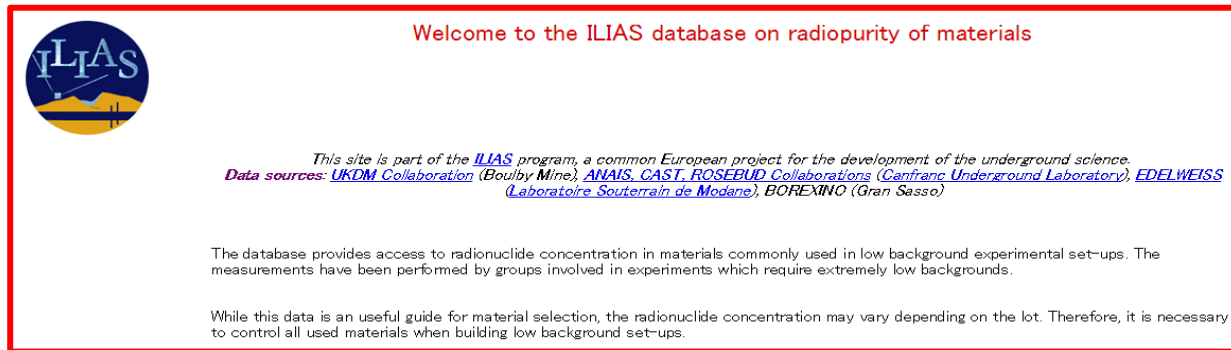


データベース開発の背景(1)

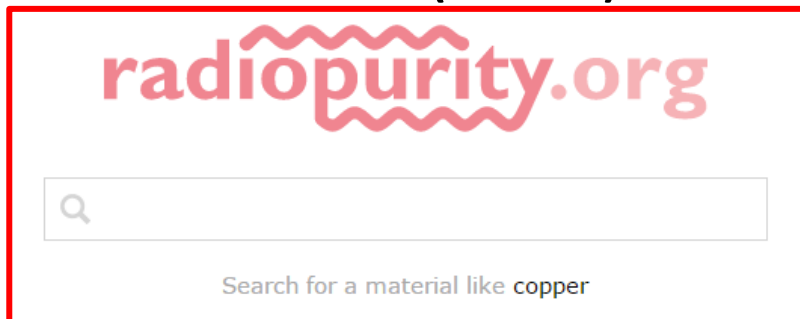
- $0\nu\beta\beta$ 崩壊が見つからない、暗黒物質が見つからない
 - 実験装置の低バックグラウンド化が必須。
 - 実験装置を構成する「**部材自身(表面付着物)**」からの放射線が問題。
 - 例1) KamLAND実験 バルーン(付着物), Nucl. Phys. A 946, 171 (2016)
 - 例2) XMASS実験 PMTのシール材, Nucl. Instr. and Meth. A, 716, 78 (2013)
 - 例3) NEWAGE実験 μ -PIC, PTEP 043F01 (2015)
- 各実験が「**それぞれ独自**」に測定、対策、評価を行ってきた。
 - 測定結果が外部に公開されることは少なく、**共有されにくい**。
 - 特に「～はダメだった」という情報は外に出ない。
 - 小数名しかいない実験には負担が大きい。
 - 測定したいサンプル >> 実際に利用できる測定器(Ge, ICP-MS)の数。
 - **人材、時間、装置の利用の無駄につながる**。
- これらの問題を解消するために**データベースを開発**！

データベース開発の背景(2)

- 世界ではどうか
 - 最初の取り組み: ILIAS database (<http://radiopurity.in2p3.fr/>)
 - 流行せず、活発なupdateがなかった。



- 2013年に中国、アメリカ、ドイツが国際共同で開発
 - radiopurity.org (<https://www.radiopurity.org/>)
 - EXO実験, Borexino実験などの過去の論文の数値が入力済み(1000件程度)。
 - オープンソース(GitHub)なので、本データベースを題材に開発を始めた。



詳細はこちら

(1) AIP Conf. Proc. 1549, 8-11 (2013).

doi: 10.1063/1.4818064

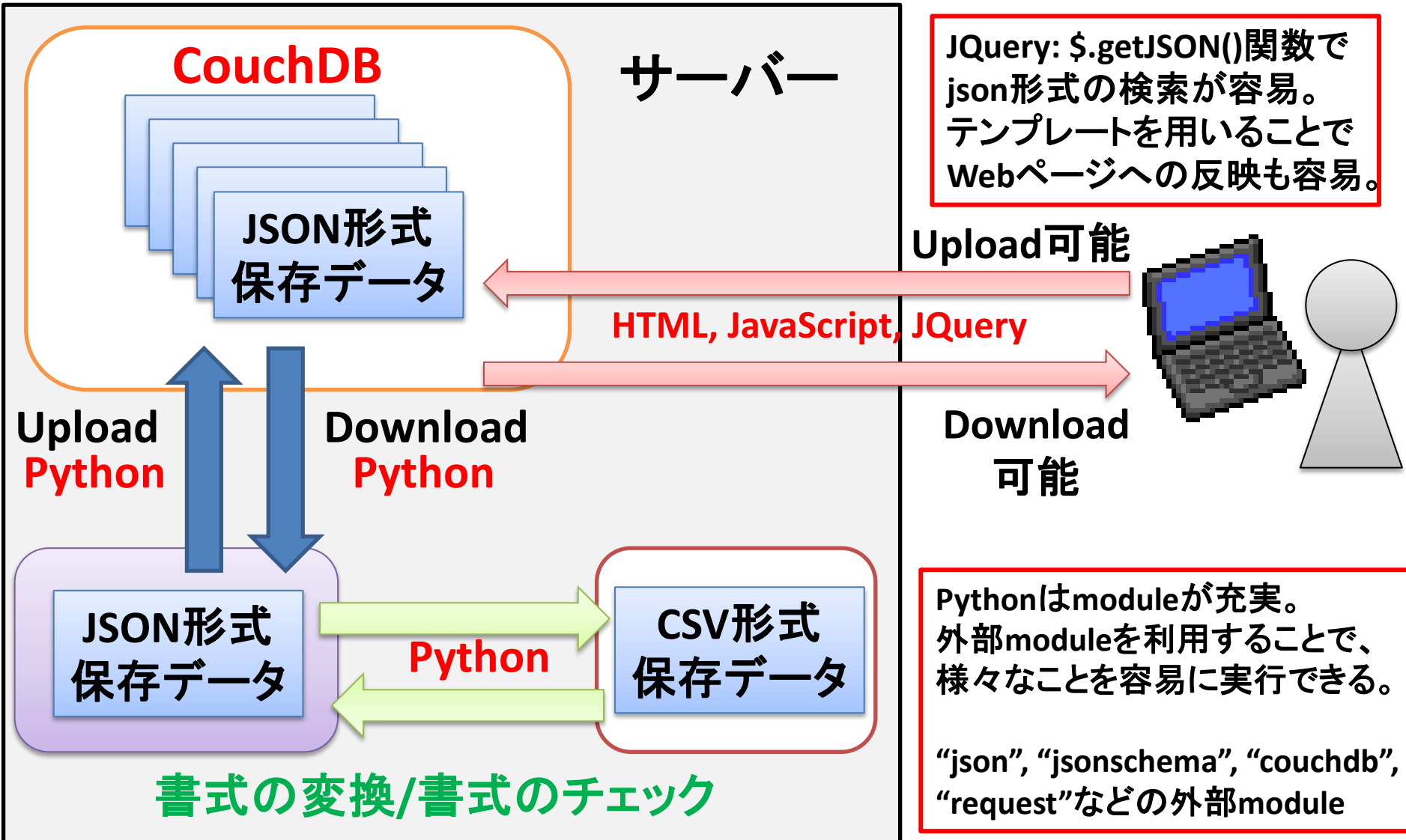
(2) arXiv: 1604.06169

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900216309639> (最近Acceptされたようです)

データベースのデザイン

- データベースエンジン (radiopurity.orgと同じ)
 - Apache
 - CouchDB (<http://couchdb.apache.org/>)
- データベースのソフト (オープンソース) 詳細: 次のページ
 - persephone (<https://github.com/radiopurity/persephone>)
 - ウェブページの作成: HTML、JavaScript、JQuery
 - データのupload/download、データ形式のチェック: Python
- ファイルの保存形式
 - JSON形式 (JavaScript Object Notation) 詳細: 上の次に話します。
 - テンプレートとして MADF (Material Assay Data Format)

データベースの構成



ファイルの保存形式(JSON)とFormat

- ファイルの保存形式
 - **JSON** (JavaScript Object Notation)
- 放射能データベース用のFormat
 - Material Assay Data Format (**MADF**)
 - 最新のversionはv3.00
- Formatの構造
 - sample (資料、提供元)
 - measurement (手法、結果)
 - data_source (参照論文、連絡先)

```
"sample" : {
  "name": "short description",
  "description": "Detailed description",
  "id": "Identification number",
  "source": "Where it came from",
  "owner": {
    "name": "Who owns it",
    "contact": "Institution or email/postal address"
  }
}
```

測定対象の提供元はどこか
誰がサンプルを所有しているか

```
"measurement" : {
  "institution": "Where the count was date",
  "technique": "The technique that was used",
  "date": [],
  "requestor": {
    "name": "who did the measurement",
    "contact": "Institution or email/postal address"
  },
  "practitioner": {
    "name": "Who owns it",
    "contact": "Institution or email/postal address"
  },
  "description": "Detailed multi-line description of the procedure and results",
  "results": [
    {
      "isotope": "II-AAA or II or description",
      "type": "measurement or limit or range",
      "value": [],
      "unit": "Unit"
    },
    ...
  ]
}
```

測定手法は何か

放射性物質の核種はどれか
有限値なのか、上限値なのか
単位は何か

JavaScriptやPythonと
相性が良く、読み書きの
ツールが揃っている

```
"data_source" : {
  "reference": "where the data came from",
  "input": {
    "name": "Institution or email/postal address",
    "contact": "Who created this document",
    "date": []
  },
  "notes": "Comments on/issues with data entry"
}
```

論文情報、会議のスライドなど

誰が情報を入力したのか
所属もしくは連絡先(e-mail)

データベースの機能 (データの入力)

実験グループ

サンプル
提供元

測定手法
測定結果

参照論文
連絡先

The form is titled "Database Function (Data Input)" and contains several sections for data entry:

- Header:** Search, Submit, Edit, Settings, About, Login.
- Buttons:** Clear form, Check, Clear warnings, Submit.
- Grouping/experiment:** A text input field.
- Sample:** A section containing fields for Name, Description, ID, Source, Owner (Name, Email or institution), and User (+).
- Measurement:** A section containing fields for Institution, Technique, Date (with a date picker), Requestor (Name, Email or institution), and Practitioner (Name, Email or institution).
- Description:** A large text area for detailed notes.
- Results:** A section containing fields for Isotope, Meas. (error), Value, Error, and Unit, with a User (+) field below.
- Data source:** A section containing fields for Reference, Input person (Name, Email or institution), Input date (with a date picker), Notes, and User (+).

Annotations on the form:

- A red arrow points to the "Grouping/experiment" field.
- An orange bracket groups the "Sample" and "Measurement" sections.
- A blue dashed oval highlights the "Measurement" section.
- A green dashed oval highlights the "Results" section.
- An orange bracket groups the "Data source" section.

測定を実施した大学/施設/実験
測定手法
HPGe, ICP-MS, API-MS,
Rn emanation/permeationなど

放射性物質の核種
単位も設定できる

データベースの機能 (検索と閲覧)

Persephone
Material Assay Database

検索に関して
ほとんど検索にかからない
→JSONの"全文"を
検索しているわけではない。
→修正が必要。

Search Submit Edit Settings About Login

all

Total result: 3

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
▼ XMASS	GORE-TEX	Th-232	14 mBq/kg	U-238	65 mBq/kg
Sample	Description	GORE-TEX, filling gaps			
Measurement	Results	U-238 65 (10) mBq/kg Th-232 14 (9) mBq/kg Co-60 4.2 (4.3) mBq/kg K-40 -182 (93) mBq/kg			
	Institution	ICRR Tokyo Univ.			
	Technique	HPGe			
	Date				
	Practitioner	A. Shinozaki Tokyo Univ.			
	Description	Material : PTFE, Sample mass : 81 g, livetime : 6 days			
Data	Reference	A. Shinozaki Tokyo Univ. master thesis(2011)			
	Data entry	R. Fujita Kobe Univ. on 2015-12-11 spec v2.02			
	Notes	Automatic Entry via importCSV.py python script. (Written by Benjamin Wise of SMU.) For more information go to radiopurity.org.			
▶ XMASS	PMT band bolt	Th-232	-1.8 mBq/kg	U-238	6.5 mBq/kg ...
▶ XMASS	thermometer(pt100)	Th-232	-4.4 mBq/kg	U-238	1 mBq/kg ...

放射性物質の核種
HGeによる測定結果

篠崎 修士論文(東京大学, 2011)
XMASS実験のデータを一部入力

神戸大学の取り組み

- CSV形式からJSON形式への変換
 - 藤田 修士論文 (神戸大学, 2016年)
 - http://ppwww.phys.sci.kobe-u.ac.jp/2013/seminar/pdf/Fujita_thesis.pdf
 - GitHubで公開されている importCSV.py を拡張
 - オプションとして追加、importCSV_v3.py として利用中
- 神岡での試験運用
 - 中野 (2016年4月着任)
 - Python3以降での動作確認
 - Python2.XとPython3.Xで一部互換がない(文字の型が違う!)
 - 2016年2月公開のupload.py, download.py, validate.py, prune.pyに関してpython3.Xが必要
 - 外部module をインストール、正常な動作を確認した。
 - radiopurity.orgの大部分をデータベースに登録した。

今後の取り組み

- データを充実させる
 - 本研究計画に限らず、各実験のデータを入力していく。
 - すでに(学位論文で)公開済みの情報を追加中。
 - 現在、各実験に情報の提供をお願いしている。
- 機能を充実させる
 - デザインを変える予定(名称の候補受付中)。
 - 検索機能を拡張→jsonの全文検索(日本語対応?)
- 最初是新学術領域でデータを共有。
 - 情報に興味がある方、お知らせください。

まとめ

- 新学術領域における研究活動の1つとして、低放射能データベースの開発を行った。
- オープンソースのデータベースを利用した。
 - radiopurity.org (GitHubで公開)をベースにした。
 - CouchDB, Apache
 - JSON形式(MADF)
- 現在、神岡のサーバーで動いている。
 - 各実験からのデータを入力予定。
- 今後、もう少し機能を拡張する予定。