

2018年3月22日-25日

日本物理学会第73回年次大会@東京理科大学

25pK401-9

# 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(3)

神戸大 **伊藤博士**、竹内康雄

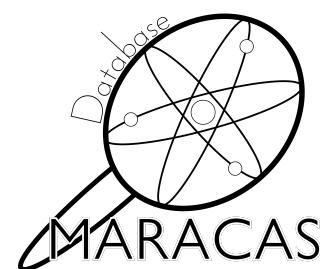
東大宇宙線研 中野佑樹、田阪茂樹、関谷洋之、竹田敦

徳島大SAS 伏見賢一

科研費  
KAKENHI

新学術領域

研究課題/領域番号 26104008



# 目次

## 1. 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」

## 2. 放射能データベース開発

## 3. 最近の進展

## 4. 今後の展望

## 5. まとめ

# 1.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

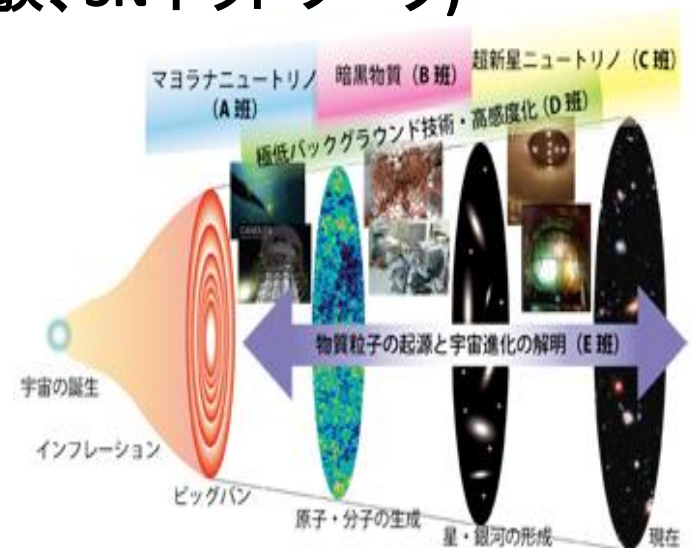
- 1: マヨラナニュートリノ (KamLAND実験、CANDLES実験)
- 2: 暗黒物質 (XMASS実験、NEWAGE実験, NEWS実験)
- 3: 超新星ニュートリノ (Super-K(SK-Gd)実験、SNネットワーク)
- 4: **低放射能技術の開発**
- 5: 理論 (物質粒子の起源と宇宙進化の解明)

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**



## 2. データベース開発

### 背景

- **0 $\nu\beta\beta$ 崩壊がみつからない、暗黒物質がみつからない**
  - 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
  - 実験装置の低バックグラウンド化が必須
- **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**
    - 特に〇〇はダメだった」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!**



データベースの名称: MARACASに決定

Database of **MA**terial **RA**diopurity for  
nu**C**lear and **AS**troparticle physics

## 2. データベース開発



HTTPサーバー

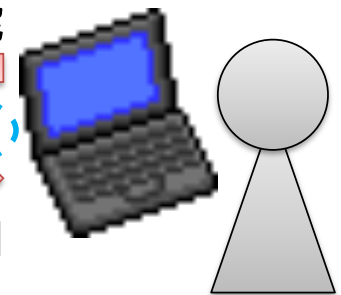
CouchDB



Upload可能

HTML, JavaScript, JQuery

Download  
可能



Upload  
Python

Download  
Python

JSON形式  
保存データ

Python

CSV形式  
保存データ

書式の変換/書式のチェック

Persephone  
Material Assay Database

Search Submit Edit Settings Login

検索ワードは完全一致のみ表示。allですべてのデータを表示しま

Group: [XMASS](#), [KAMLAND](#), [NEWAGE](#), [CANDLES](#)

Web デザイン

Persephone(オープンソース)を参考

これまでのupdate(Python)

(1) 藤田:

CSV->JSONに変換するような  
Pythonプログラムを改良

(2) 中野:

python2.xとpython3.xの互換性  
外部moduleの導入と利用

(3) 伊藤:

検索機能追加、データ追加

## 2. データベース開発

**Persephone**  
Material Array Database

編集(管理者)

検索ワード入力

検索ボタン

Search Submit Edit Settings Login

Group: [XMASS](#), [KAMLAND](#), [NEWAGE](#), [CANDLES](#)

Material: [PMT](#), [BOLT](#), [SUS](#), [Cu](#)  
 検索したワード = PMT  
 Total results: 46

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount	
▼ XMASS	PMT holder spacer	Th-232	-0.08 mBq/kg	U-238	0.34 mBq/kg	🔍 🗑️ ✖️
	<b>Sample</b>	<b>Description</b> PMT holder spacer				
	<b>Measurement Results</b>	U-238	0.34 (0.37) mBq/kg	Th-232	-0.08 (0.27) mBq/kg	
		Co-60	-0.17 (0.11) mBq/kg	K-40	-5.2 (3.2) mBq/kg	
	<b>Institution</b>	ICRR Tokyo Univ.				
	<b>Technique</b>	HPGe				
	<b>Date</b>	to #tab-submit				
	<b>Practitioner</b>	A. Shinozaki Tokyo Univ.				
	<b>Description</b>	Material: Cu, Unit Mass: 0.99 kg, Measurement time: 1.9 days, Measured Mass: 2.975 kg				
	<b>Data</b>	<b>Reference</b>	A. Shinozaki Tokyo Univ. master thesis(2011)			
		<b>Data entry</b>	H. Ito <a href="mailto:ito.hiroshi@crystal.kobe-u.ac.jp">ito.hiroshi@crystal.kobe-u.ac.jp</a> on 2017-11-12 spec v3.00			
▶ CANDLES	PMT Glass A(15Inch)	Th-232	3.51 Bq/kg	U-238	9.32 Bq/kg	...
▶ KamLAND	PMT glass (SK)	Th	2.5E-7 g/g	U	3.5E-7 g/g	...

クリックして  
結果詳細表示

非表示  
編集(管理者)

## 2. データベース開発

### 今までの課題点

1. 検索機能の問題
  - 検索ワードは完全一致で表示される
  - 欲しいデータがすぐに見られない
2. 放射能測定結果データ数が少ない

### 3. 最近の進展

#### (1) 検索機能の問題点緩和

- CouchDB-luceneによる全文検索
  - JSON全文を検索→**完全一致**したJSONファイルを取得
  - **データベースとして最低限の機能は実装できた**
  - **しかし、完全一致のみ...この点は、改良が必須!**

Persephone  
Material Assay Database

Search Submit Edit Settings Login

KamLAND

検索したワード = KamLAND  
Total results: 52

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
▶ KamLAND	Pseudocumene	Th	6.0E-12 g/g	U	1.0E-13 g/g
▶ KamLAND	Water				
▶ KamLAND	Water				

Persephone  
Material Assay Database

Search Submit Edit Settings Login

Kam

検索したワード = Kam  
Total results: 0

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
----------	------	---------	--------	---------	--------

#### (例) KamLAND

- “Kam”で検索すると出てこない
- “KamLAND-Zen”でも出てこない

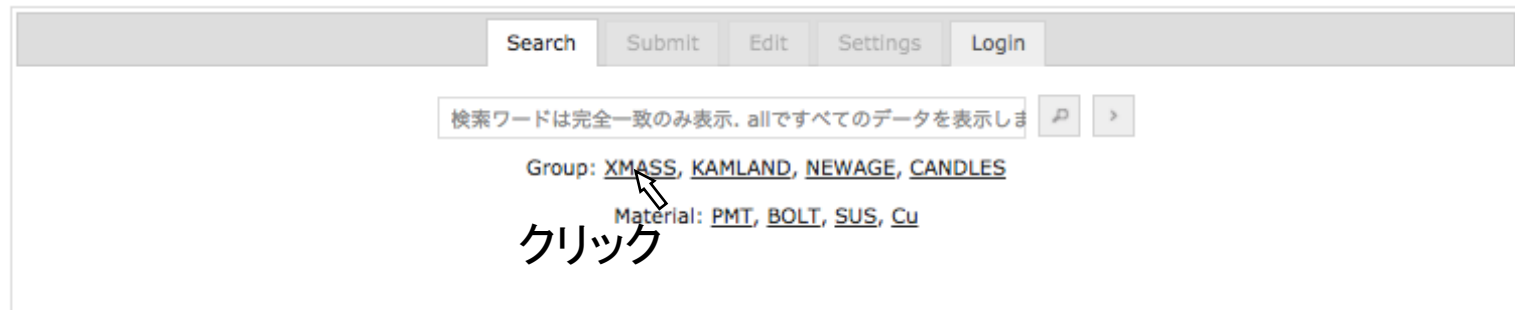
欲しいデータがなかなか見られないよ



### 3. 最近の進展

#### (1) 検索機能の問題点緩和

Persephone  
Material Assay Database



### 3. 最近の進展

#### (1) 検索機能の問題点緩和



Search Submit Edit Settings Login

検索ワードは完全一致のみ表示. allですべてのデータを表示しま

Group: [XMASS](#), [KAMLAND](#), [NEWAGE](#), [CANDLES](#)

Material: [PMT](#), [BOLT](#), [SUS](#), [Cu](#)

クリック

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount	
▶ XMASS	thermometer	Th-232	-14.4 mBq/kg	U-238	5.6 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	thermometer(pt100)	Th-232	-64.3 mBq/kg	U-238	14.7 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Circulation pipe	Th-232	1.8 mBq/kg	U-238	-0.1 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Bootlace ferrules	Th-232	0.2 mBq/kg	U-238	-0.6 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Thermometer lid	Th-232	-500 mBq/kg	U-238	-500 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	LED NSPB310A	Th-232	112 mBq/kg	U-238	-210 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Pentagonal bar	Th-232	-8 mBq/kg	U-238	35 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Fiber Scope	Th-232	101 mBq/kg	U-238	26.2 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>
▶ XMASS	Super insulator	Th-232	355 mBq/kg	U-238	826 mBq/kg	... <input type="button" value="✕"/>

### 3. 最近の進展

#### (2) 検索機能の追加 : 複数検索文字の自動AND

Search Submit Edit Settings Login

xmass

Group: [XMASS](#), [KAMLAND](#), [NEWAGE](#), [CANDLES](#)

Material: [PMT](#), [BOLT](#), [SUS](#), [Cu](#)  
検索したワード = xmass  
Total results: 81

Grouping	Name
▶ XMASS	thermometer
▶ XMASS	thermometer(pt100)
▶ XMASS	Circulation pipe
▶ XMASS	Bootlace ferrules
▶ XMASS	Thermometer lid
▶ XMASS	LED NSPB310A

⋮

Search Submit Edit Settings Login

xmass pmt

Group: [XMASS](#), [KAMLAND](#), [NEWAGE](#), [CANDLES](#)

Material: [PMT](#), [BOLT](#), [SUS](#), [Cu](#)  
検索したワード = xmass pmt  
Total results: 20

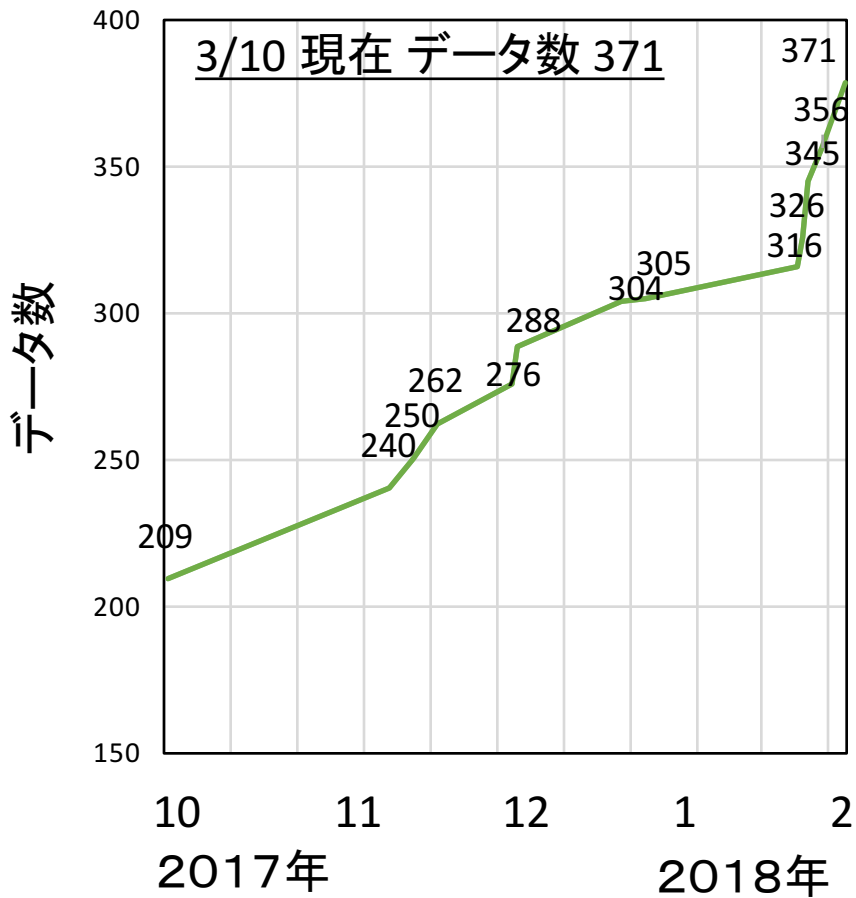
Grouping	Name
▶ XMASS	PMT holder spacer
▶ XMASS	PMT connect band 2
▶ XMASS	PMT connect band 1
▶ XMASS	PMT holder bolt M8x25
▶ XMASS	PMT holder bolt M20
▶ XMASS	PMT band bolt 1
▶ XMASS	PMT band bolt 2

⋮

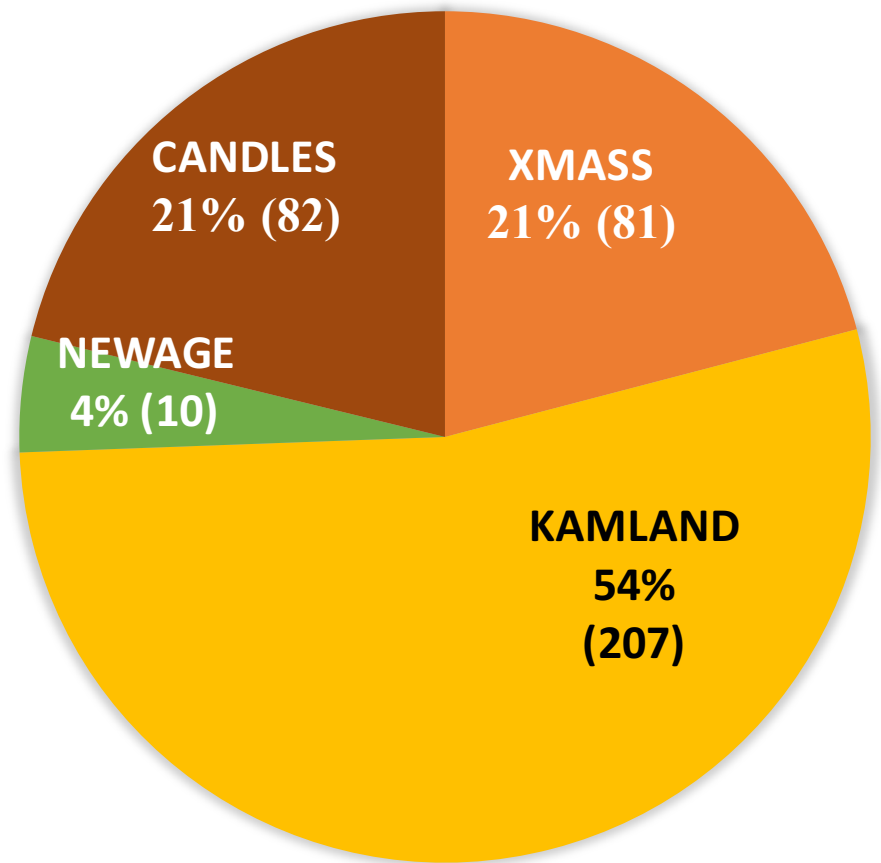
### 3. 最近の進展

#### (3) データ追加

データ数推移

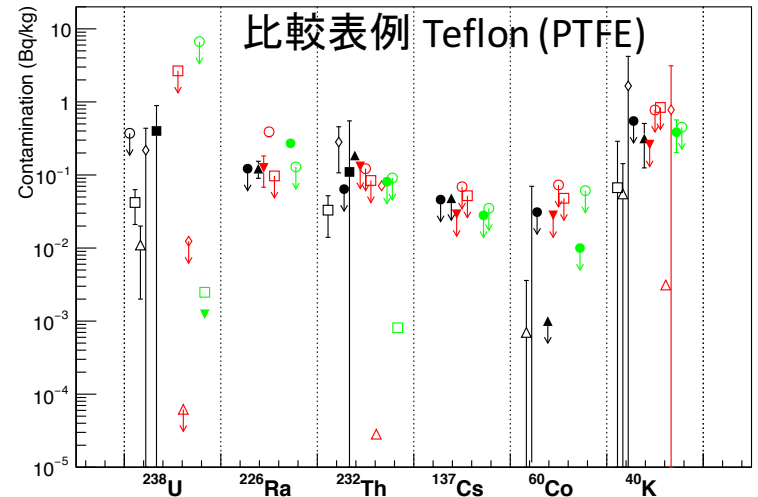


公表されたデータの実験グループ内訳



## 4. 今後の展望

- 検索機能の完全一致問題は解決していない。
  - 文字予測機能、スペルミス補正機能
- データに**写真**を投稿
- 「部材測定の結果」だけでなく「環境放射線モニターの結果」も加える
- 比較対応表作成など
  - マテリアル**比較表**自動作成
- 外部アクセス可能Webサーバーに移設。興味のある方にも公開



## 4. まとめ

- 神岡地下実験グループの枠を超えて、**放射能測定結果共有のため**のデータベースを開発している。
- 検索機能を増やし、使い勝手をよくした。
  - ボタンを押せばグループごとのデータを閲覧できる
  - 自動AND検索が可能になった
- データを追加した(**371件**)
- 今後、増やしたデータを比較し、部材選定に活用していく。
- 情報に興味のある方はご連絡ください。

# Backup

## 2. データベース開発

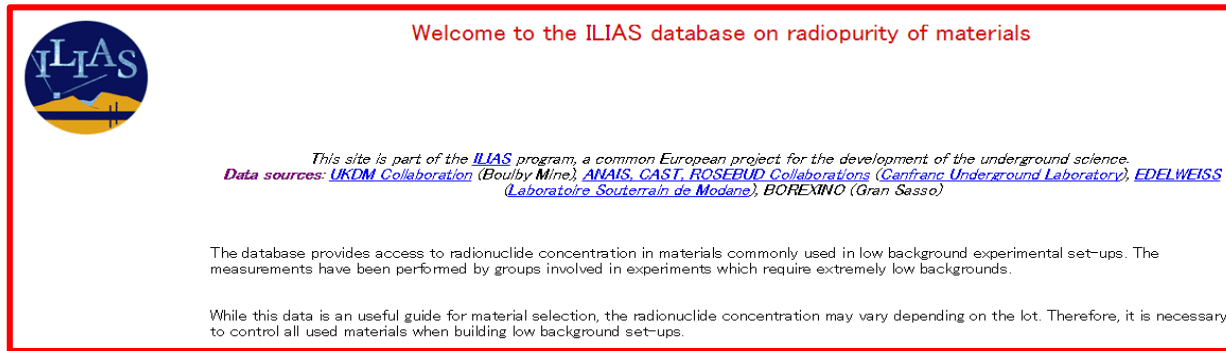
- データベースエンジン(オープンソース)
  - Apache ... HTTPサーバー
  - CouchDB(<http://couchdb.apache.org/>) ... データベース管理システム
- データベースのソフト (オープンソース)
  - persephone(<https://github.com/radiopurity/persephone>)
  - ウェブページの作成:HTML、JavaScript、jQuery
  - データのupload/download、データ形式のチェック:Python
- ファイルの保存形式
  - JSON形式 (JavaScriptObjectNotation)
  - テンプレートとして MADF (Material Assay Data Format)
  - Nucl. Inst. Meth. A 839, 6-11 (2016).



# データベース開発の背景(2)

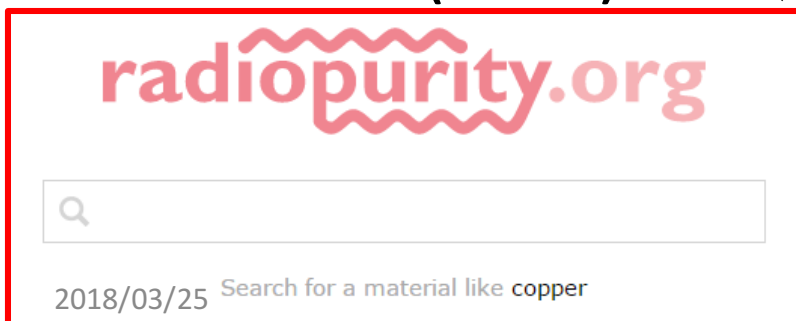
- 世界ではどうか

- 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) Nucl. Inst. Meth. A 839, 6-11 (2016).

doi: 10.1016/j.nima.2016.09.036

# 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"
    }
}
```

```
"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"
    },
    ...
  ]
}
```

```
"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"
}
```

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

# 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 screenshot shows a web-based data entry form with the following sections and fields:

- Navigation:** Search, Submit, Edit, Settings, About, Login
- Form Actions:** Clear form, Check, Clear warnings, Submit
- Grouping/experiment:** Text input field
- Sample:**
  - Name: Text input
  - Description: Text input
  - ID: Text input
  - Source: Text input
  - Owner: Name (Text input), Email or institution (Text input)
  - User: + (Dropdown)
- Measurement:**
  - Institution: Text input
  - Technique: Text input
  - Date: Calendar icon, yyyy-mm-dd or yyyy-mm or yyyy
  - Requestor: Name (Text input), Email or institution (Text input)
  - Practitioner: Name (Text input), Email or institution (Text input)
  - Description: Text area
- Results:**
  - Isotope: Text input
  - Meas. (error): Text input
  - Value: Text input
  - Error: Text input
  - Unit: Text input
  - User: - (Dropdown)
- Data source:**
  - Reference: Text input
  - Input person: Name (Text input), Email or institution (Text input)
  - Input date: yyyy-mm-dd
  - Notes: Text area
  - User: + (Dropdown)
- Form Actions:** Clear form, Check, Clear warnings, Submit

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。

The screenshot shows the Persephone Material Assay Database interface. At the top, there is a navigation bar with buttons for Search, Submit, Edit, Settings, About, and Login. Below this is a search bar containing the text 'all'. The search results are displayed in a table with columns for Grouping, Name, Isotope, and Amount. The first result is for 'XMASS GORE-TEX' with two isotopes: Th-232 (14 mBq/kg) and U-238 (65 mBq/kg). Below the table, there is a detailed view for the 'GORE-TEX' sample, including a description, measurement results, institution, technique, date, practitioner, and data reference. A green dashed oval highlights the measurement results table, and a red box highlights the practitioner information. A blue arrow points from the search bar to the search results table.

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
▼ XMASS	GORE-TEX	Th-232	14 mBq/kg	U-238	65 mBq/kg

Total result: 3

Sample	Description	Isotope	Amount	Isotope	Amount
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, lifetime : 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.

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
▶ XMASS	PMT band bolt	Th-232	-1.8 mBq/kg	U-238	6.5 mBq/kg

Grouping	Name	Isotope	Amount	Isotope	Amount
▶ 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

データベースURL : [http://133.11.143.254:5984/db\\_test/\\_design/persephone/index.html](http://133.11.143.254:5984/db_test/_design/persephone/index.html)

開発資料URL : <https://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/~ynakano/>

# 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](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。