

一般社団法人 日本物理学会 2018年秋季大会

2018年9月14日(金)～17日(月)

会場: 信州大学(松本キャンパス)

17aS13-7

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(4)

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

東北大 玉江京子

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 ν $\beta\beta$ 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

JSON形式
保存データ

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

Upload可能

HTML, JavaScript, JQuery

Download
可能

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(使い方) http://133.11.143.254:5984/db_test/design/persephone/index.html (要神岡VPN)

Persephone

Material Assay Database

The screenshot shows the search interface of the Persephone Material Assay Database. At the top, there is a navigation bar with buttons for Search, Submit, Edit, Settings, and Login. Below this is a search input field containing the text "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" followed by a search icon and a right arrow icon. Below the search field, the results are displayed as "Group: XMASS, KAMLAND, NEWAGE, CANDLES" and "Material: PMT, BOLT, SUS, Cu".

2. データベース開発(使い方) http://133.11.143.254:5984/db_test/design/persephone/index.html (要神岡VPN)

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

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	...
▶ XMASS	thermometer(pt100)	Th-232	-64.3 mBq/kg	U-238	14.7 mBq/kg	...
▶ XMASS	Circulation pipe	Th-232	1.8 mBq/kg	U-238	-0.1 mBq/kg	...
▶ XMASS	Bootlace ferrules	Th-232	0.2 mBq/kg	U-238	-0.6 mBq/kg	...
▶ XMASS	Thermometer lid	Th-232	-500 mBq/kg	U-238	-500 mBq/kg	...
▶ XMASS	LED NSPB310A	Th-232	112 mBq/kg	U-238	-210 mBq/kg	...
▶ XMASS	Pentagonal bar	Th-232	-8 mBq/kg	U-238	35 mBq/kg	...
▶ XMASS	Fiber Scope	Th-232	101 mBq/kg	U-238	26.2 mBq/kg	...
▶ XMASS	Super insulator	Th-232	355 mBq/kg	U-238	826 mBq/kg	...

2. データベース開発(使い方) http://133.11.143.254:5984/db_test/design/persephone/index.html (要神岡VPN)

Persephone

Material Assay Database

編集(管理者)

検索ワード入力

検索ボタン

CSVファイル出力

Search Submit Edit Settings Login

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							
	<p>Sample Description PMT holder spacer</p> <p>Measurement Results</p> <table border="1"> <tr><td>U-238</td><td>0.34 (0.37) mBq/kg</td></tr> <tr><td>Th-232</td><td>-0.08 (0.27) mBq/kg</td></tr> <tr><td>Co-60</td><td>-0.17 (0.11) mBq/kg</td></tr> <tr><td>K-40</td><td>-5.2 (3.2) mBq/kg</td></tr> </table> <p>Institution ICRR Tokyo Univ. Technique HPGe Date to #tab-submit Practitioner A. Shinozaki Tokyo Univ. Description Material: Cu, Unit Mass: 0.99 kg, Measurement time: 1.9 days, Measured Mass: 2.975 kg</p> <p>Data Reference A. Shinozaki Tokyo Univ. master thesis(2011) Data entry H. Ito ito.hiroshi@crystal.kobe-u.ac.jp on 2017-11-12 spec v3.00</p>	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			
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											
▶ 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 ...							

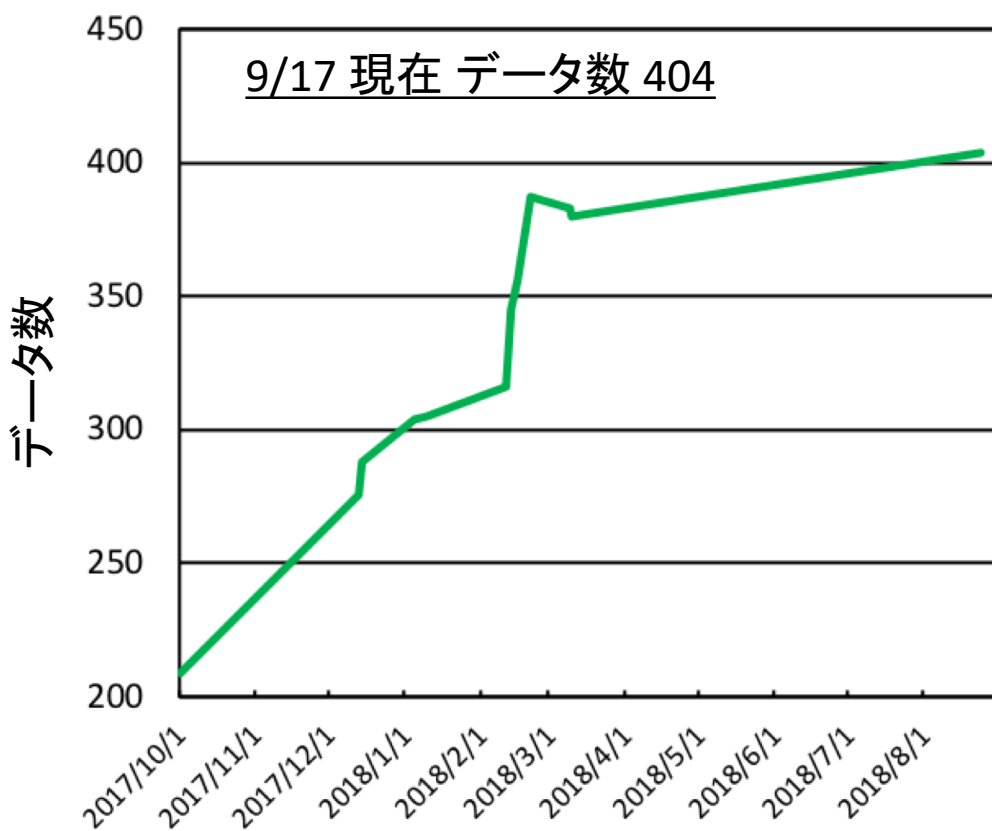
クリックして
結果詳細表示

非表示
編集(管理者)

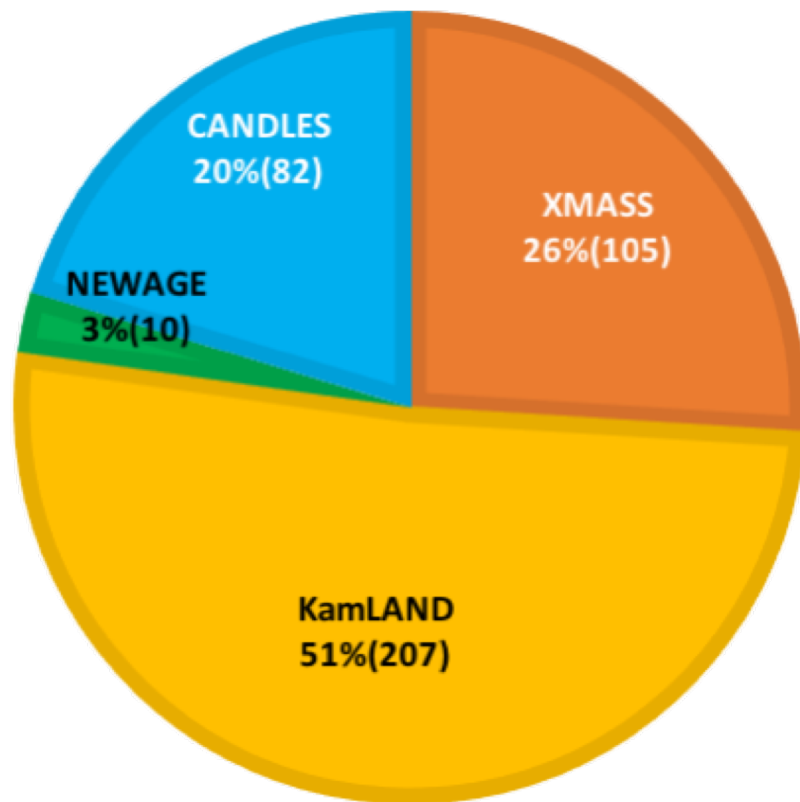
3. 最近の進展

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



最近入れたデータref:

XMASS-I detector: arXiv:1808.03617v1 (2018).

4. 今後の展望

東北大学サーバーに一般公開サイト設立

- 神岡サイトは外部からではVPN接続しか閲覧できない。
- VPNを持っていないユーザーも閲覧したい。
- 神岡サイトはバックアップ
- 東北サイトは一般公開向け(アカウント/パスワード付き)
- 現在、サーバー構築中

5. 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。
- データを追加した(**404件**)
- 東北大学サーバーに一般公開サイトを設立準備中
- 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。



http://133.11.143.254:5984/db_test/design/persephone/index.html (要神岡VPN)

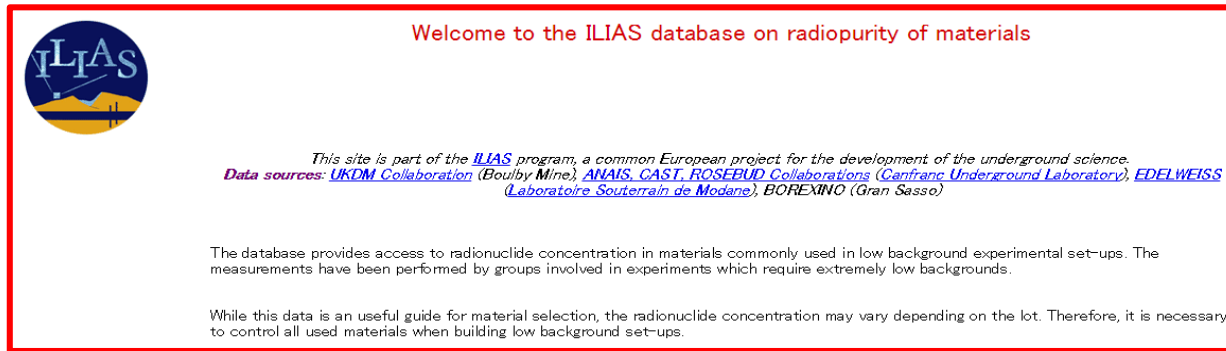
Backup

2. データベース開発

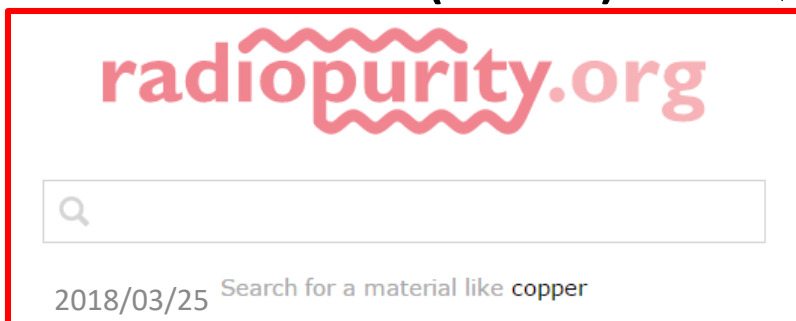
- データベースエンジン(オープンソース)
 - Apache ... HTTPサーバー
 - CouchDB(<http://couchdb.apache.org/>) ... データベース管理システム
- データベースのソフト (オープンソース)
 - persephone(<https://github.com/radiopurity/persephone>)
 - ウェブページの作成:HTML、JavaScript、jQuery
 - データのupload/download、データ形式のチェック:Python
- ファイルの保存形式
 - JSON形式 (JavaScriptObjectNotation)
 - 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: + (button)
- Measurement:**
 - Institution: Text input
 - Technique: Text input
 - Date: Dropdown menu with options: 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
 - + (button)
 - User: + (button)
- Data source:**
 - Reference: Text input
 - Input person: Name (Text input), Email or institution (Text input)
 - Input date: yyyy-mm-dd (Text input)
 - Notes: Text input
 - User: + (button)
- 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。

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

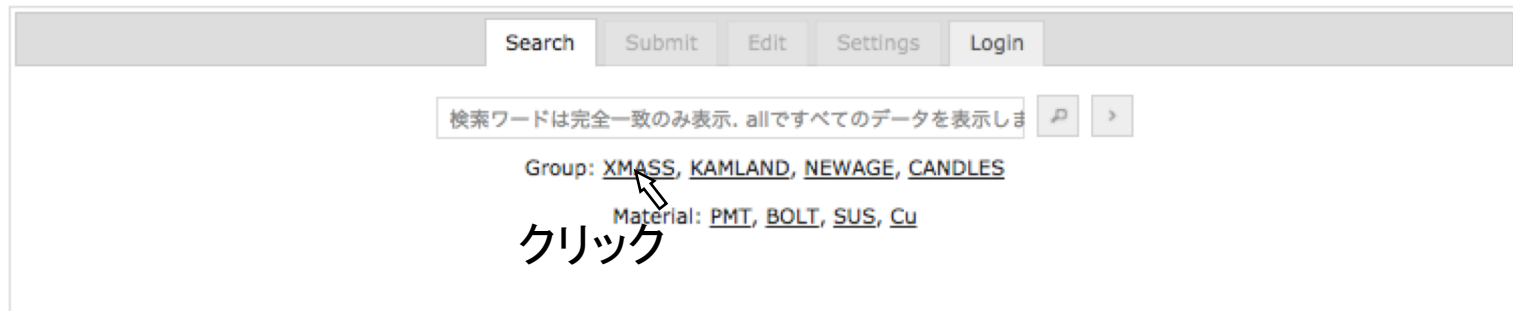
神戸大学の取り組み

- 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。

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

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](#)

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

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	x
▶ KamLAND	Water					x
▶ KamLAND	Water					x

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

(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

⋮

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

