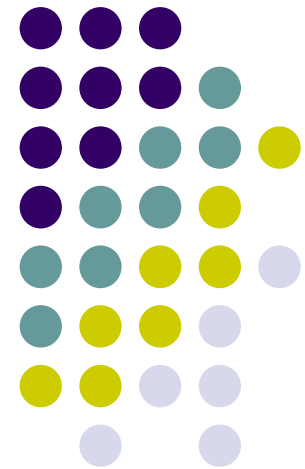


金沢大学  
薬学シンポジウム2011

生活環境中の放射能  
(2012年2月20日)



# <はじめに> 金沢大学 創基150年



150年のフル・スケール、1/2、1/4

- 150 — 75 — 37.5 (1 — 1/2 — 1/4)
- 最近の40年間に、人間は何を学んできたのか？
- 放射能について考えるための情報を提供する。
- シンポジウムの内容を KURA (*K*anazawa *U*niversity *R*epository for *A*cademic resources) において公開する。
- 携帯電話の電源はオフに設定して下さい。



## 本日の司会と講演時間

- 中垣 良一 ..... 小谷 明
- 河田 昌東 ..... 小川 数馬
- 渡辺 美紀子 ..... 鳥羽 陽
- 古川 路明 ..... 中垣 良一

講演は質疑応答も含めて60分です。

時間内でお答えできなかった質問については、  
電子メールで受けつけ、後日お答えします。



# 極めて私的な体験に基づいて

- 1950年9月26日東京都渋谷区にて出生  
(台風の特異日)
- 1962年 キューバ危機
- 1963年 J.F.ケネディ大統領暗殺
- 1963年 部分的核実験禁止条約
- 1964年10月10日 東京オリンピック開会式
- 1964年10月16日 中国初の核実験
- 1965年 朝永振一郎 ノーベル物理学賞

# 40年ほど昔、大学生だったとき



- 1969年4月 大学入学(理学部進学課程)
- 1971年3月(2年次修了)までの修得単位(20科目、72単位)教養的科目(第一外国語16単位、第二外国語16単位、物理学8単位(力学、電磁気学、振動・波動、統計力学)など)
- 1971年4月 化学科に進学
- 1972年3月まで 3年次の履修単位(17科目、55単位)



# 1972年の論文から

- Alvin M. Weinberg

(1915年4月20日～2006年10月18日)

**Science**, 177 (1972) 27~34,

Social Institution and Nuclear Energy,

We nuclear people have made a Faustian bargain with society. 「ファウスト的な取り引き」

- 光触媒(酸化チタン)による水の分解(本多・藤嶋効果)

A. Fujishima & K. Honda,

**Nature**, 238 (1972) 37~38

TiO<sub>2</sub>(酸化チタン) 白粉の原料、

自動車の白色塗料、くもり止めミラー(自己洗浄型)



## 1973年の論文から

- MRIの原理（磁気共鳴による画像化）

P.C. Lauterbur, *Nature*, 242 (1973) 190~191

- コンピュータX線体軸断層撮影法（CAT スキャン、Computerized Axial Tomographic Scanning）（CTスキャン） X線静止画像の再構成により3次元像を構築する。

J. Ambrose & G. Hounsfield, *Br. J. Radiol.*, 552 (1973) 1016~1022



## 1972年の雑誌から

- 「朝日ジャーナル」1972年6月23日号  
特集・原子力発電は未来を照らすか  
坂本正誠 東海村－日本の未来の縮図

**「地球的規模でみたら、日本は細長い放射線管理区域とみなくてはならなくなるだろう。」**





## 1972年の書籍から

- ローマ・クラブ「人類の危機」レポート  
「成長の限界」The Limits to Growth  
大来佐武郎監訳 ダイヤモンド社（1972）  
**有限な地球の資源は、継続的な  
成長や拡大と両立しうるのか？**

# 大学院(1973年4月～1978年3月) で学んだことから



「物性研究所」ISSP

(正式の英語名を直訳すると、固体物理学研究所)

- 光物性(励起子とフォノン)、半導体物性
- 超伝導(臨界温度に対する同位体効果)
- 極低温物理
- 超強磁場の発生

主たる専攻は、電子励起状態の動力学

副専攻(非公式)は、物性物理化学



# 1978年はどのような年だったか

- 1978年1月14日「1978年伊豆大島近海地震」M7.0
- 1978年6月12日「1978年宮城県沖地震」M7.4
- 1978年10月 「日本語ワープロの誕生」

**森 健一**（東芝、文化功労者）

カナ-漢字変換、辞書機能

技術の無償供与（韓国と中国へ）



# 天然放射能と人工放射能

- 天然放射性核種  
カリウム (K-40)、炭素 (C-14)、  
ルビジウム (Rb-87)、ウラン (U-238) の子孫核種
- 人工放射性核種  
核分裂生成物 ヨウ素 (I-131)、  
セシウム (Cs-137)、ストロンチウム (Sr-90)  
超ウラン元素 プルトニウム (Pu-239)、  
アメリシウム (Am-241)



# 天然放射性物質

- 人体内の放射能 体重50kgの人  
K-40(約3kBq)とC-14(約3kBq)

- 食品中の放射能

K-40(肉類、キノコ類など)

C-14(すべての食品)

## 放射能の単位(ベクレル、Bq)の定義

1秒間におこる放射壊変の回数



# 莫大な放射能強度をどう表すか

- ベクレルの前に接頭辞を付ける  
接頭辞は1000を何回掛け算したかで表す。
- キロ(k、1000)、メガ(M、1000000=10<sup>6</sup>)、  
ギガ(G、10<sup>9</sup>)、テラ(T、10<sup>12</sup>)、ペタ(P、10<sup>15</sup>)、  
エクサ(E、10<sup>18</sup>)  
4: Te(t)ra, 5: Pe(n)ta, 6: (H)Exa
- 日本語(漢字)は4桁区切り  
万(10<sup>4</sup>)、億(10<sup>8</sup>)、兆(10<sup>12</sup>)、京(10<sup>16</sup>)



# 日常生活における放射能

- いろいろな放射線源
  - ガンマ( $\gamma$ )線を放出するもの(ウラン系列、K-40)  
花崗岩(御影石)、リン酸肥料
  - ベータ( $\beta$ )線を放出するもの(C-14)  
木炭・活性炭
- 放射線計測(簡便型サーベイメーター)  
NaI(Tl) : Cs-137の $\gamma$ 線強度に換算して表示
- 空間線量率 40-80ナノシーベルト／時間



## 日常生活で使われるもの

- 天然に微量に存在する安定同位体であっても、核兵器の材料となるものがある。

例：リチウム(Li-6)、重水素(DまたはH-2)

リチウム乾電池、ミネラルウォーター

- 同位体濃縮：天然存在比の小さな同位体を濃縮する。ウラン(U-235)、リチウム(Li-6)



# 科学者のことば<朝永振一郎>



朝永振一郎(1906年3月31日～1979年7月8日)

「ふしぎだと思ふこと これが科学の芽です

よく観察して たしかめ そして考えること

これが科学の茎です

そして最後になぞがとける

これが科学の花です」

# 科学者の悩み(1) <朝永振一郎>



われわれはまず、科学の進歩に貢献したたくさん  
の学者が、科学の進歩そのものに、かならず  
しも万幅の信頼感をいただいていたわけではない、  
ということに人々の注目をひきたい。科学の進歩  
に対して、ある道徳的疑惑をもっている科学者  
が、意外に多い。そして科学者は科学の進歩か  
らこの疑惑をとり除こうと、いろいろに悩んできた  
のである。

「世界の歴史 8 われらの時代」

中央公論社(1962)

## 科学者の悩み(2) <朝永振一郎>



人類の第三の火である原子力も、その使い方によって、はかりしれない害をするものである。日本人は広島、長崎、それから1954年のビキニの灰と、三回にわたって、その恐ろしさを身をもって体験した。

「世界の歴史 8 われらの時代」

中央公論社(1962)



## 科学者の悩み(3) <豊田利幸>

豊田利幸(1920年5月12日～2009年5月15日)

- 「核戦略批判」 岩波新書(青)568 (1965)

はしがき から

「悪魔は非情であると同時に、実に勤勉である。」

- 「新・核戦略批判」岩波新書(黄)229(1983)
- 「SDI批判」岩波新書(赤)11(1988)

「原子核と細胞の核は聖域であって、

人間が手を加えるべきではありません。」

# 核廃絶と科学者〈豊田利幸〉



飯島宗一・豊田利幸・牧 二郎編著

「核廃絶は可能か」岩波新書(1984年)

「読者の中には、原子力発電所から出る放射性廃棄物の捨て場をどこにするかが、いよいよ深刻な問題になってきていることに関連して、核兵器を廃絶するといっても、技術的に廃棄処分ができるだろうか、と心配される方がいるかもしれない。しかし、核爆薬に使われるウランやプルトニウムはいくらか放射能をもっているが、使用済み核燃料の放射能のすさまじさに比べたら、問題にもならない。核兵器の廃棄処理は技術的に極めて容易なのである。」

# 核分裂の物質収支とエネルギー収支



- U-235 1000gの核分裂により、999gの分裂生成物(死の灰)が発生する。差の1gはエネルギーとして放出される。
- 100万kW級の原子力発電所では、毎日4kg弱(3.6kg程度)のU-235が消費される。放出されたエネルギーの1/3が電気エネルギーに転化され、残りは冷却水により取り去られる。その結果海水の温度が上昇する。



# 原子力発電の不健全さ

- 放射性廃棄物の処理・処分
- 核兵器に転用可能な物質の取り扱い
- 熱利用効率の低さ(火力発電より悪い)
- 耐震設計に対する信頼性



# 原子炉物理学に関する書籍

- 武谷三男・豊田利幸「原子炉」岩波講座 現代物理学(1955)
- Goodman原著(武谷三男、豊田利幸、小川岩雄訳編)「原子炉入門」岩波書店(1956)
- Glasstone & Edlund原著(伏見康治、大塚益比古訳)「原子炉の理論」みすず書房(1955)
- 伏見康治 編集「原子炉物理学」共立出版(1961)
- 伏見康治 編集「原子炉」共立出版(1972)





# 原子力問題に関する基礎知識

- エネルギー収支と物質収支
- 化学反応論の知識が転用できる。

例: Samuel Glasstone

(物理化学の研究者、1897年5月3日～1986年11月16日)

(代表的な著書)

The Theory of Rate Process, Co-authors: K.J. Laidler  
& H. Eyring, McGraw-Hill (1941)

Sourcebook on Atomic Energy, Van Nostrand (1950,  
1958, 1967)



# 原子力発電に関する啓蒙書

- Jay原著(伏見康治、森一久、末田守 訳)「原子力発電所」岩波新書(青)274(1957)
- 今井隆吉「科学と国家」中公新書159(1968)
- 向坂正男・大島恵一 編「市民のための原子力」電力新報社(1976)
- 向坊隆「エネルギー問題についての基礎知識」講談社学術文庫(1978)
- 三宅泰雄「原子力と科学者」新日本文庫(1976)
- 真崎勝「原子力保険」保険新書(1957)



# 原子力工学のもつ困難さ

- 学部レベルでは扱いにくい分野
- 問題が技術的または工学的に限定されない
- 経済政策（エネルギー政策など）
- 外交政策（国際関係論など）
- 安全保障



# 化学的知識のてびき

- 三省堂「化学小事典」

三宅泰雄監修(初版 1964年、第2版 1976年、  
第3版 1983年)

猿橋勝子・池田長生監修(第4版 1993年)

三省堂「新化学小事典」(初版 2009年)

<高校学習・大学受験から一般教養まで>

<小項目>「核分裂」、「原子爆弾」、「原子力発電」、「原子炉」、「水素爆弾」、「超ウラン元素」、「高速増殖炉」、「核燃料サイクル」。

# 学ぶべきことから



**Richard von Weizsaecker** (1920年4月15日生)

兄は、**Carl Friedrich** (1912年6月28日生)

「**荒れ野の40年**」 1985年5月8日(岩波ブックレット)

過去に眼を閉ざす者は、結局のところ  
現在に対しても盲目となります。

最近の40年間(1972~2012)に、  
人間は何を学んだのか？



# 技術または工学としての成熟度

**30年以上の時間を投入しても  
成熟しない技術は不健全**

- MRI(磁気共鳴イメージング)
- X線CT(断層撮影法)
- 光触媒による環境浄化
- 日本語ワープロ(カナ-漢字変換)
- f-MRI(機能性MRI)