

極低濃度ラドン測定システムの開発

- 田阪茂樹, 松原正也(岐阜大・総合情報メディアセンター)
関谷洋之, 中野佑樹(東京大学・宇宙線研)
竹内康雄(神戸大・理)

共同利用研究経費 旅費30万円
神岡⇔岐阜

研究目的

背景:

SK実験の太陽ニュートリノ事象の主なBG
純水中 ^{222}Rn 壊変生成物 ^{214}Bi の β 線
純水中ラドン起源BG解明と低減

純水中極低濃度ラドン測定技術:

ラドン測定システム開発 → $0.1\text{mBq}/\text{m}^3$

放射能泉:	10万 (Bq/m^3)
地下水:	5千~1万
太平洋海水:	0.5~1.5
カミオカンデ:	0.5

純水中ラドン濃度の測定方法

技術的課題:1)-5)

1)脱離 in Purified Water:

New Air-Water Mixer:

Degassing Coefficient depend on Air/Water Flow Rate

2)除湿 Water Vapor:

Dehumidifier Efficiency by two Methods

3)吸着 by Activated Charcoal:

Coefficient on Cooling Temperature: -90°C

4)脱離 by Activated Charcoal:

Coefficient on Heating Temperature : $+250^{\circ}\text{C}$

5)測定

High Sensitivity Radon Detector with Electrostatic Collection for ^{222}Rn Daughters (^{214}Po):

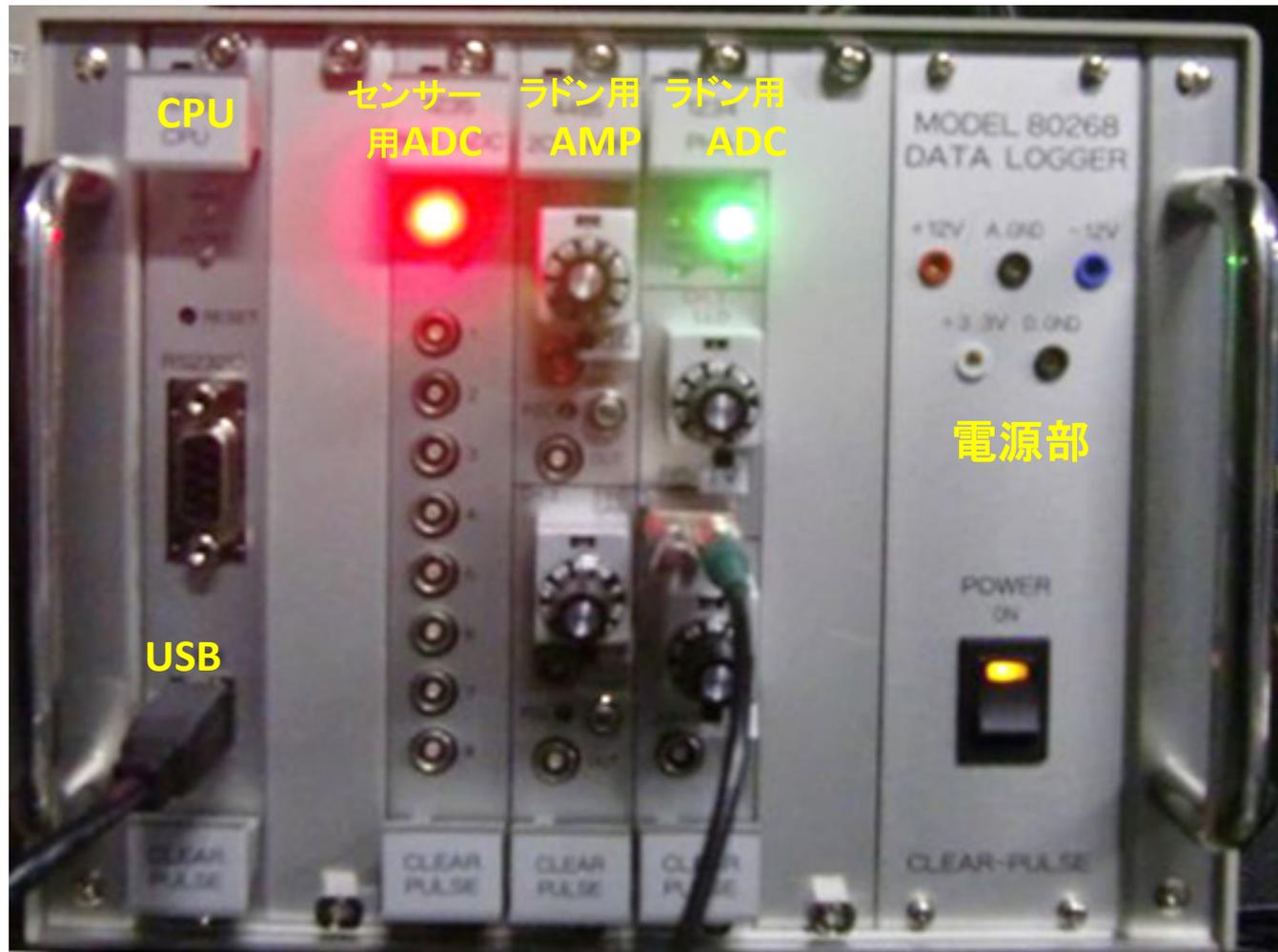
Detection Limits $5(\text{mBq}/\text{m}^3)$

1)ラドンデータロガー(新規)

ラドン娘核種アルファ線パルス信号用ADC(2ch 又は4ch)

各種センサー(露点計・流量計など)用ADC(8ch 又は16ch)

ラドンデータロガー⇔(USB接続)⇔ノートPC⇔ラドン用サーバー



2)SKラドン測定ネットワーク(改訂)

Radon Concentration in Super-Kamiokande Experiment

[Select Node by Image Map](#) [Experimental Plan](#)

[Select Node by Text](#) [Experimental Results](#)

[Data Taking Status](#) [System for Pure Water](#)

[Research Collaborator](#) [Mixer with Gas and Wat](#)

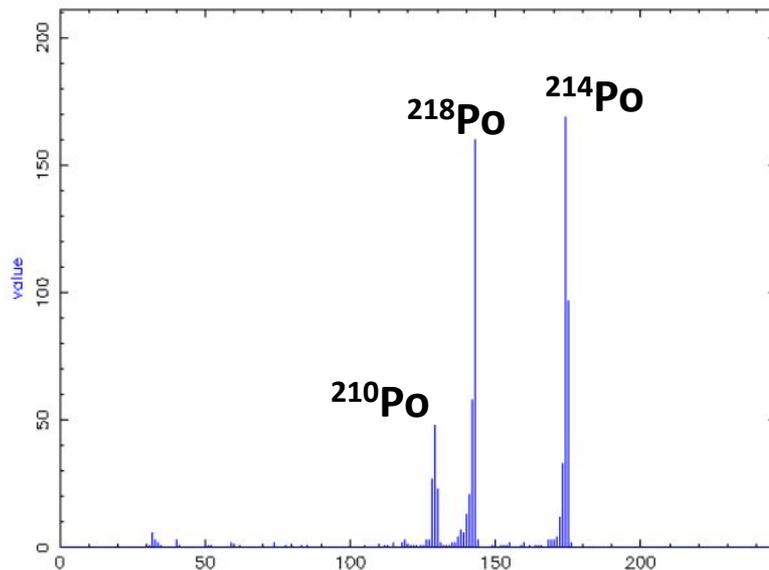
[Links](#) [BBS](#)

last revised 15-Aug,2011

access counter **1423** (since 6-Aug,2011)

(C)SK Radon Group

2011/12/14



plot_14-Dec-2011 10:06

ラドン用サーバー

•解析用プログラム

•WEB表示用プログラム

Select node from Image Map

Please select node of site from Super-Kamiokande Map

node1: SK Pure Water Equipment Room

node2: SK Control Room

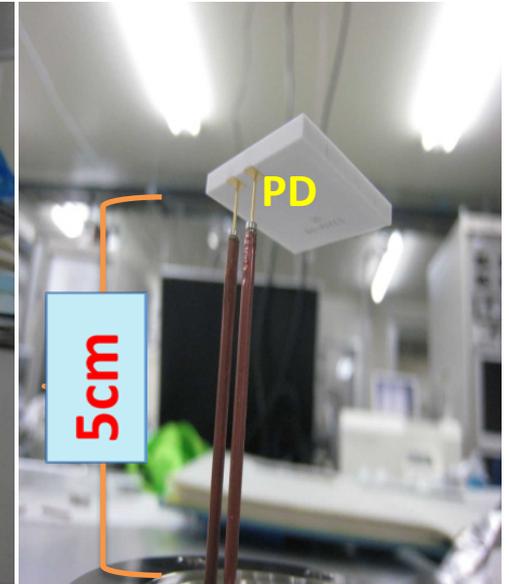
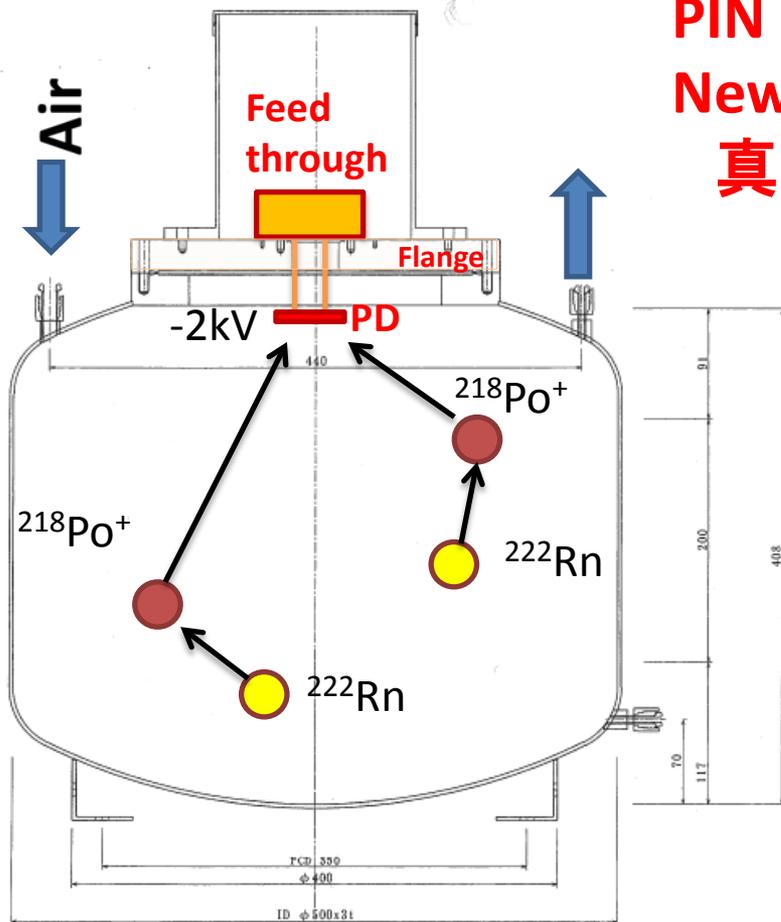
node3: SK Dome Area

node4: SK Dome Entrance Area



3)高感度ラドン検出器(改良)

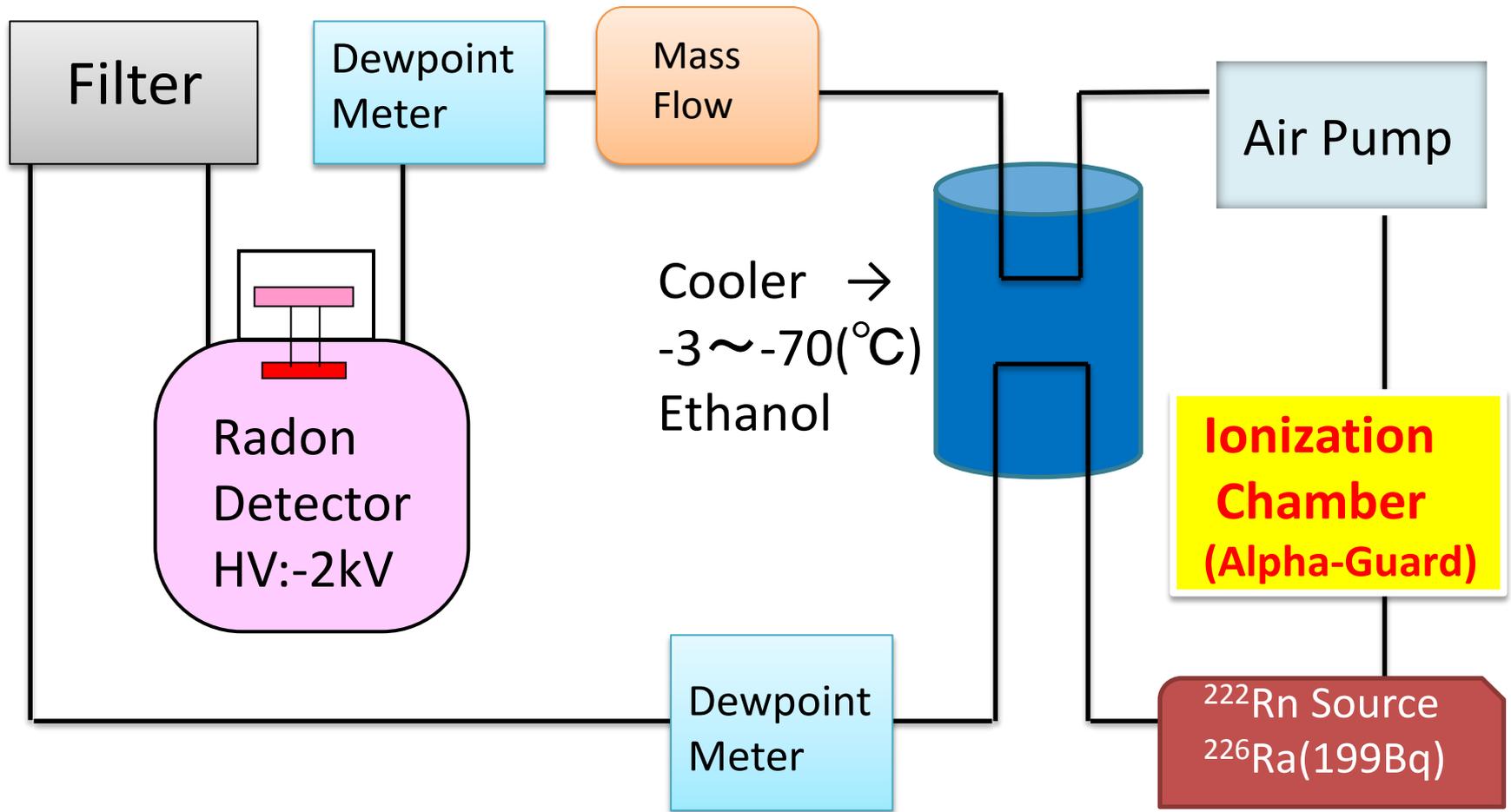
PIN Photo-Diode(PD) + 静電捕集方法 (-2kV)
New CF Flange & Feed through
真空 $\rightarrow 10^{-4}$ (Pa)



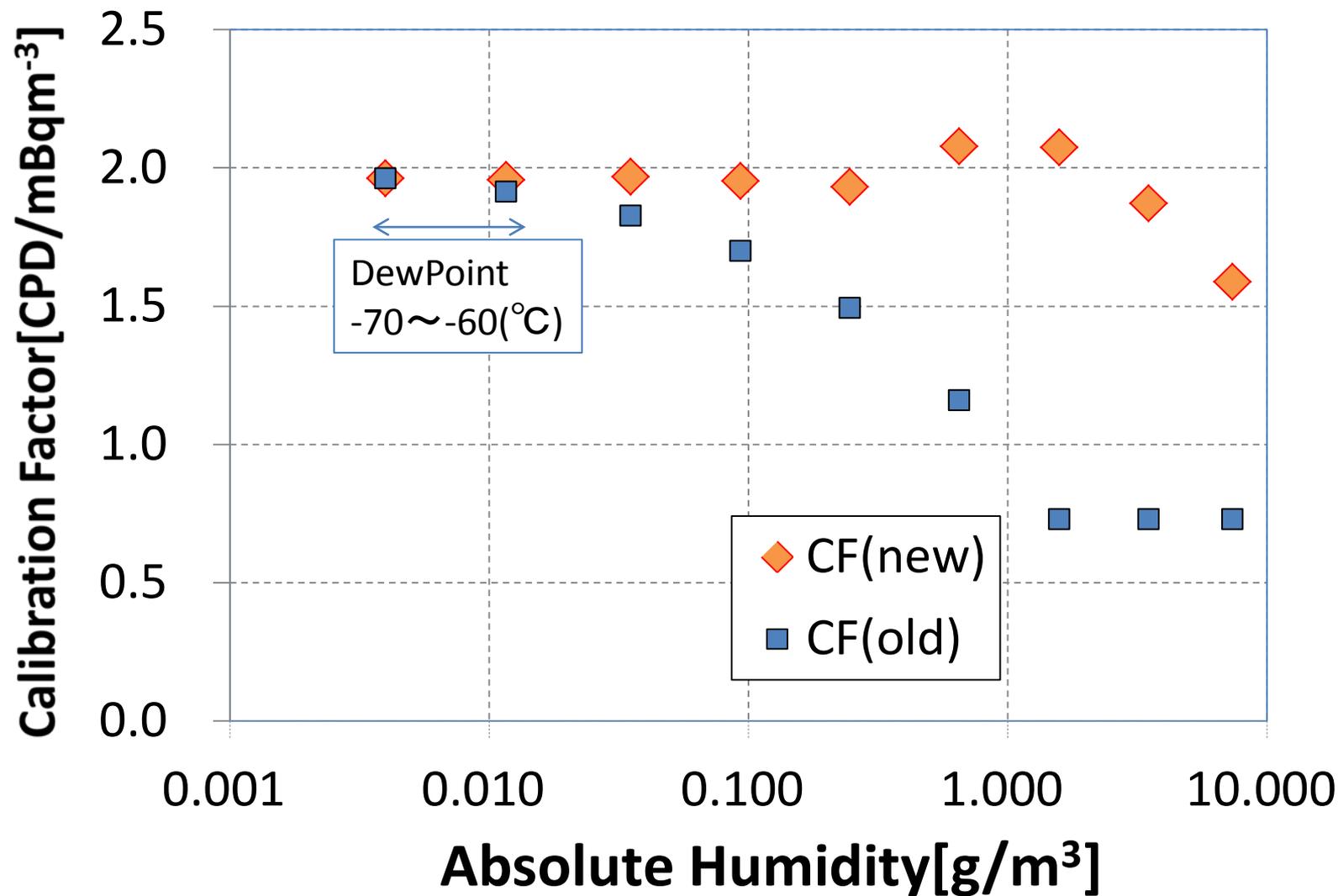
$$\text{Calibration Factor [CPD/mBqm}^{-3}\text{]} = \frac{\text{}^{214}\text{Poの1日当りのカウント数[CPD]}}{\text{ラドン濃度[mBq/m}^3\text{]}}$$

較正実験システム：高感度ラドン検出器（改良）

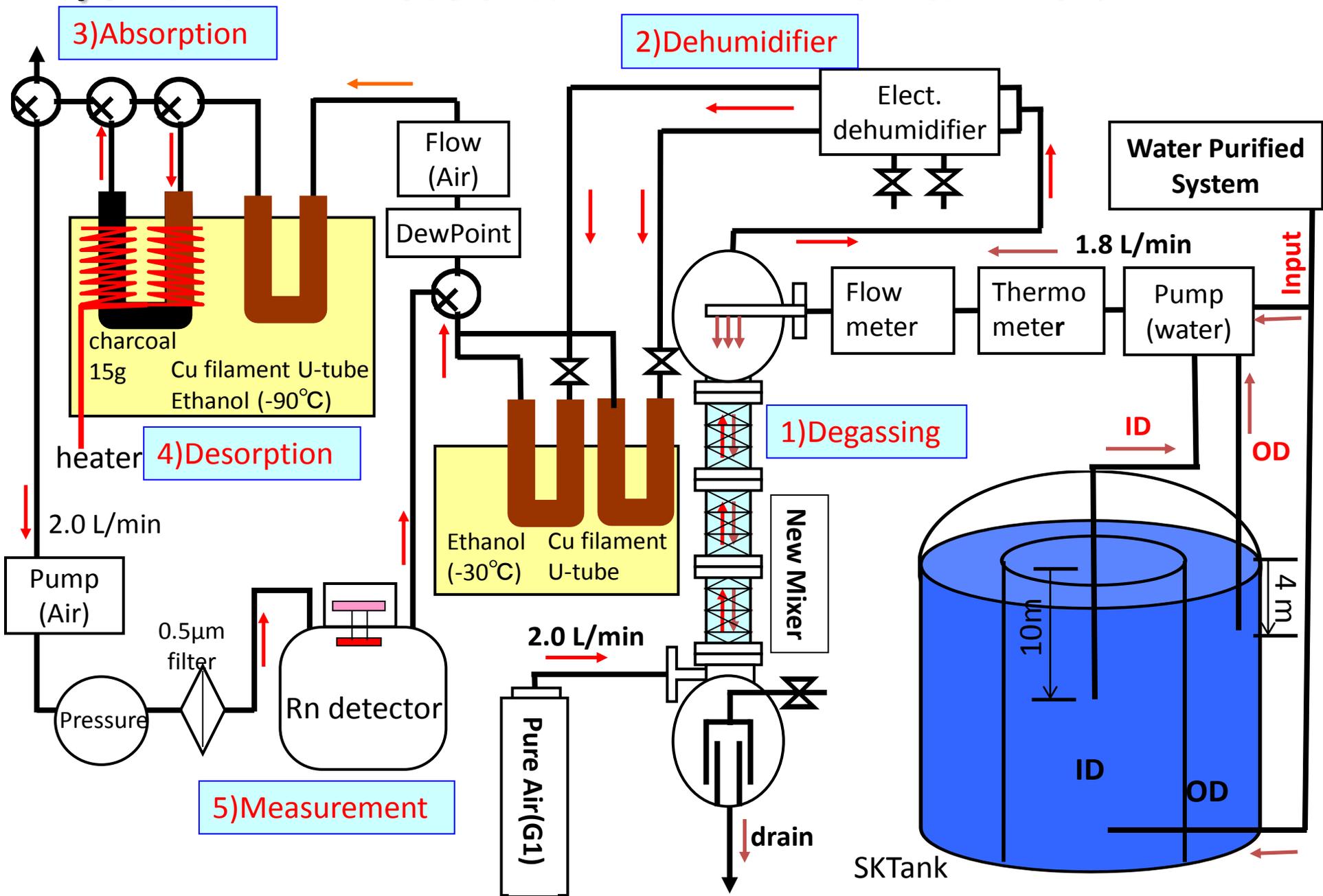
Flow Rate : 0.8(L/min)



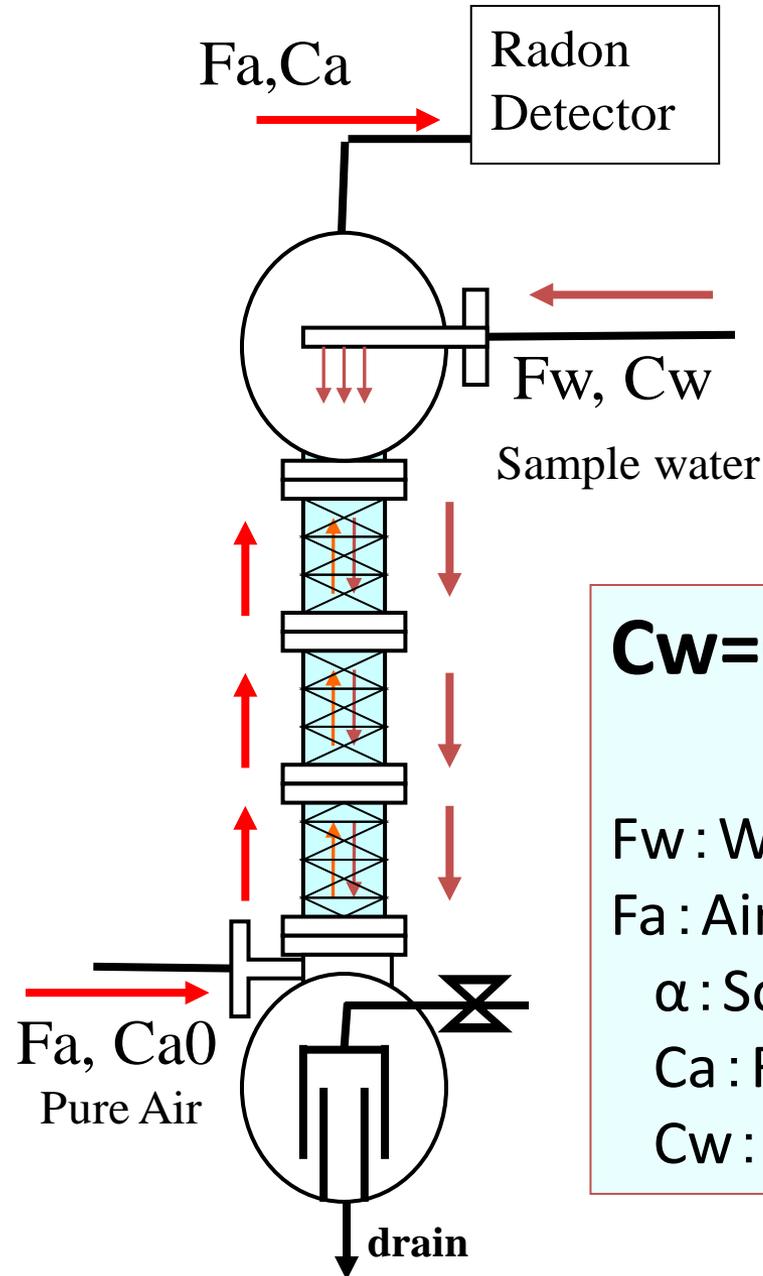
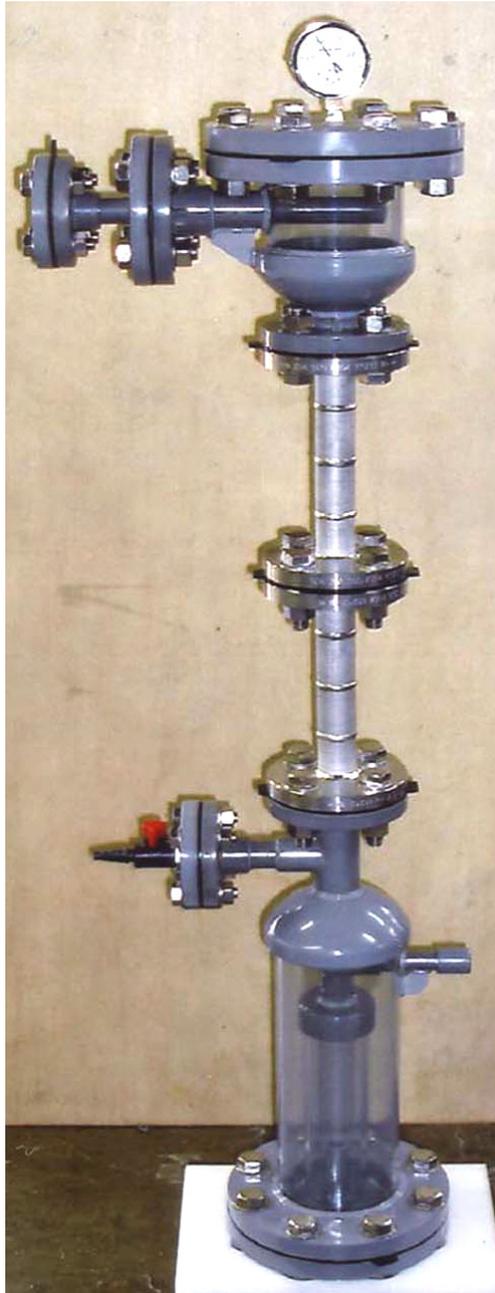
較正実験結果：高感度ラドン検出器（改良型）



4)純水中ラドン濃度測定システムの概略図(改良2011)



水中ラドン濃度測定の実験装置



$$C_w = C_a \left(\frac{F_a}{F_w} + \alpha \right)$$

$$C_{a0} \gg C_w$$

F_w : Water F=1.8(L/min)

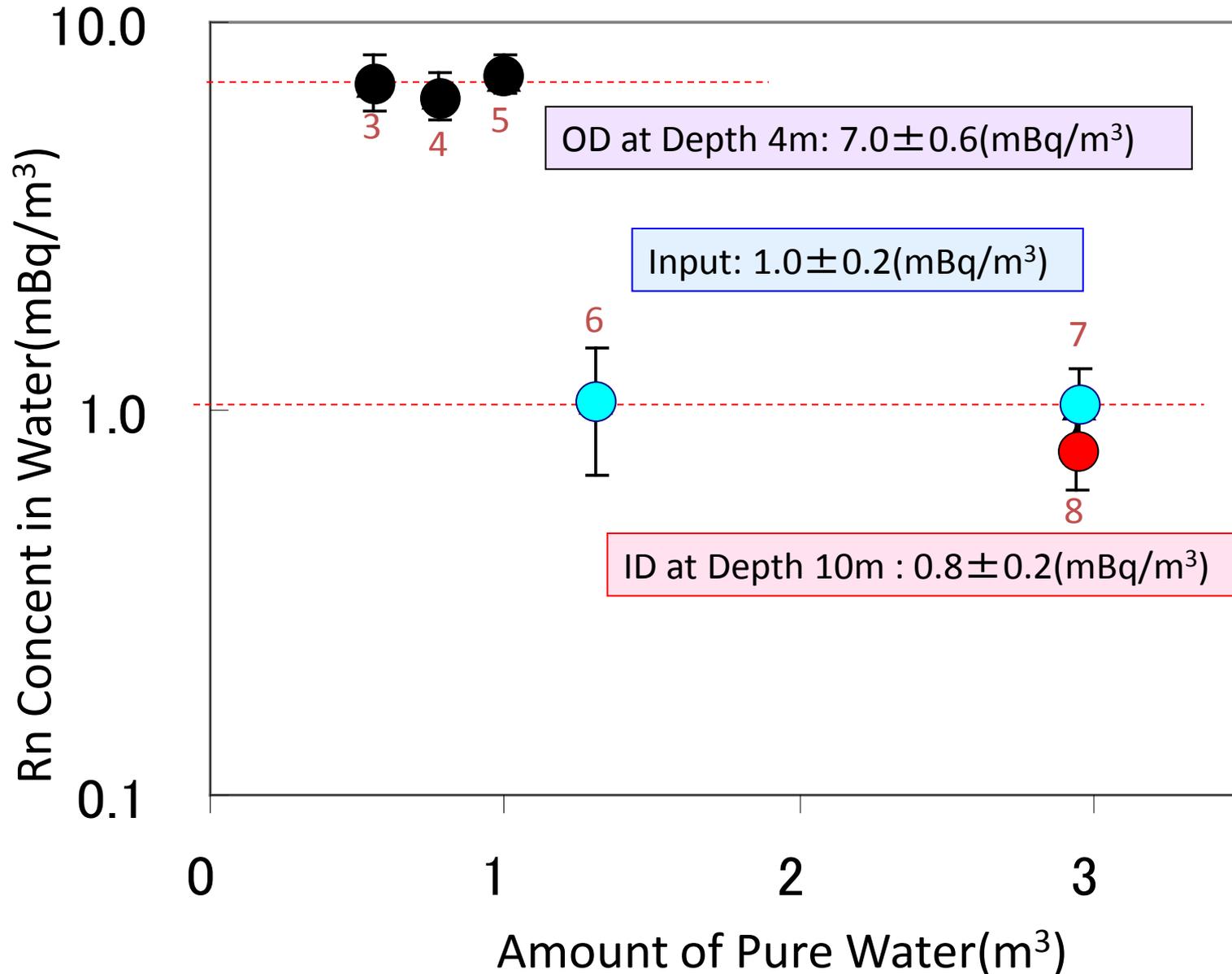
F_a : Air F=2.0(L/min)

α : Solubility

C_a : Rn Concent. in Gas

C_w : Rn Concent. in Liquid

SK純水中ラドン濃度測定結果(2009-2010)



まとめ(2011年度)

- 1)ラドンデータロガー(新規),2)ラドン測定ネットワーク(改訂)
- 3)高感度ラドン検出器(改良),4)純水中ラドン濃度測定システム(改良)

SK純水中ラドン濃度(2009-2010)

- **OD Water at Depth 4m: 7.0 ± 0.6 (mBq/m³)**
- **Input Water: 1.0 ± 0.2 (mBq/m³)**
- **ID water at Depth 10m: 0.8 ± 0.2 (mBq/m³)**

■RADIOISOTOPES,43,125-133, S.Tasaka et al.(1994)

KAMIOKANDE , Jan.10 – June 6, 1993

ID at Tank Top **510 ± 110 (mBq/m³)**

◆Phy.Lett.B452,418-424, Y.Takeuchi et al.(1999)

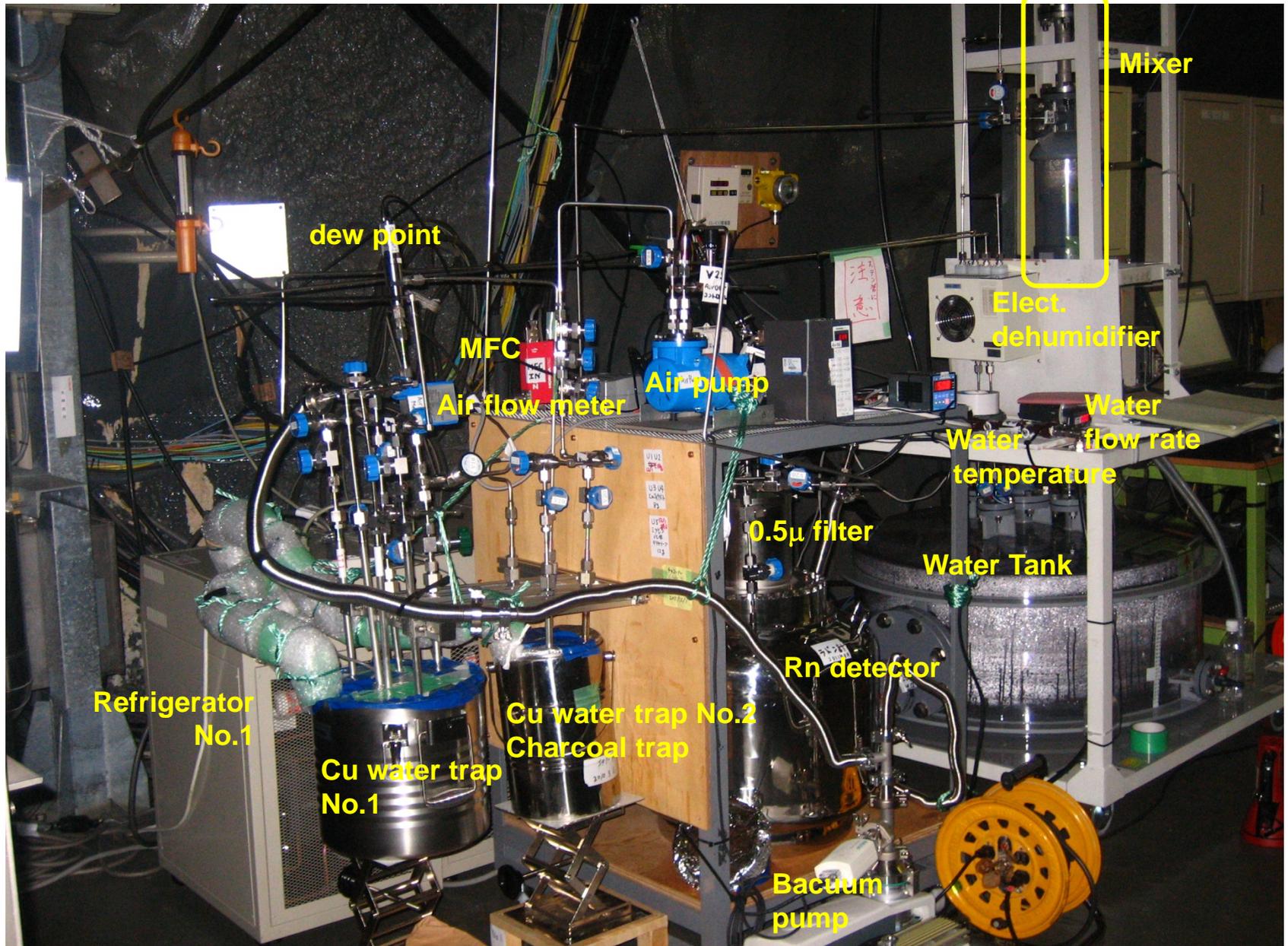
Return Water **<5.0 (mBq/m³)**

Input Water **<3.2 (mBq/m³)**

ID at Tank Bottom **$3-5$ (mBq/m³)**

ID at Tank Central **<1.4 (mBq/m³)**

純水中ラドン濃度測定システムの写真(改良2011)



Pure air cylinder