

極低濃度ラドン測定システムの開発

岐阜大学 中村琢 松原正也 三輪美代子 青木一真

東京大学 Guillaume Pronost 田阪茂樹 中野佑樹 関谷洋之

SK Radon Group

共同利用研究経費 旅費・消耗品:30万円

旅費:岐阜⇄神岡 岐阜⇄柏

消耗品:液体シンチレーター, ガラス容器,
ラドン計・ロガー製作, 水中ラドン校正実験用備品

東京大学宇宙線研究所 平成29年度 共同利用研究成果発表会
2017年12月8日(金)

研究の目的と概要

SK実験のバックグラウンドとなるラドンの低減

- 純水中の極低濃度ラドン測定結果(2011-2014)

- 極低濃度ラドン測定のため(2015-2017)

⇒神岡坑内の環境のラドン濃度モニタ

- 小型ラドン計による長期間測定

- Raspberry Pi B/B+を用いた小型データロガーの開発

- 神岡坑内側溝水のラドン濃度測定(2016-2017)

水中ラドン濃度測定方法

液体シンチレータ法:ラドン濃度測定

20分間測定

$C_{\text{水道水}}$ 8Bq/L

- 1) 水サンプリング 650mL フラスコ
- 2) 水量を450mLにそろえ, 液体シンチレーター(Scinitisol AL-1) 20mL 添加
- 3) バブリング 振とう器10分間
- 4) 静置 40分~1時間
- 5) 液体シンチレーターと水を分離, バイアル瓶に取る
- 6) 静置 4時間
- 7) 液体シンチレーションカウンターで20分間測定



R_n : 水中ラドン濃度 (Bq/L)

C_b : 振とう前の空気中ラドン濃度 (Bq/L)

C_w : 振とう後の水中ラドン濃度 (Bq/L)

C_a : 振とう後の空気中ラドン濃度 (Bq/L)

C_t : トルエン中のラドン濃度 (Bq/L)

D_w : ラドンの水に対する分配係数

D_t : ラドンのトルエンに対する分配係数

$$\begin{array}{c} C_b V_a + R_n V_w \\ \text{空気} \quad \text{水} \end{array} = \begin{array}{c} C_a V_a + C_t V_t + C_w V_w \\ \text{空気} \quad \text{トルエン} \quad \text{水} \end{array}$$

振とう前

振とう後

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{C_a V_a}{V_w} + \frac{C_t V_t}{V_w} + C_w - \frac{C_b V_a}{V_w} \\ R_n &= \left\{ \frac{V_a}{V_w D_t} + \frac{V_t}{V_w} + \frac{F_w}{D_t} - \left(\frac{C_b}{C_t} \right) \left(\frac{V_a}{V_w} \right) \right\} C_t \\ R_n &= \left(\frac{V_a}{V_w D_t} + \frac{V_t}{V_w} + \frac{D_w}{D_t} \right) C_t \end{aligned}$$

神岡坑内側溝水のサンプリング



② KamLAND

①

③



SK



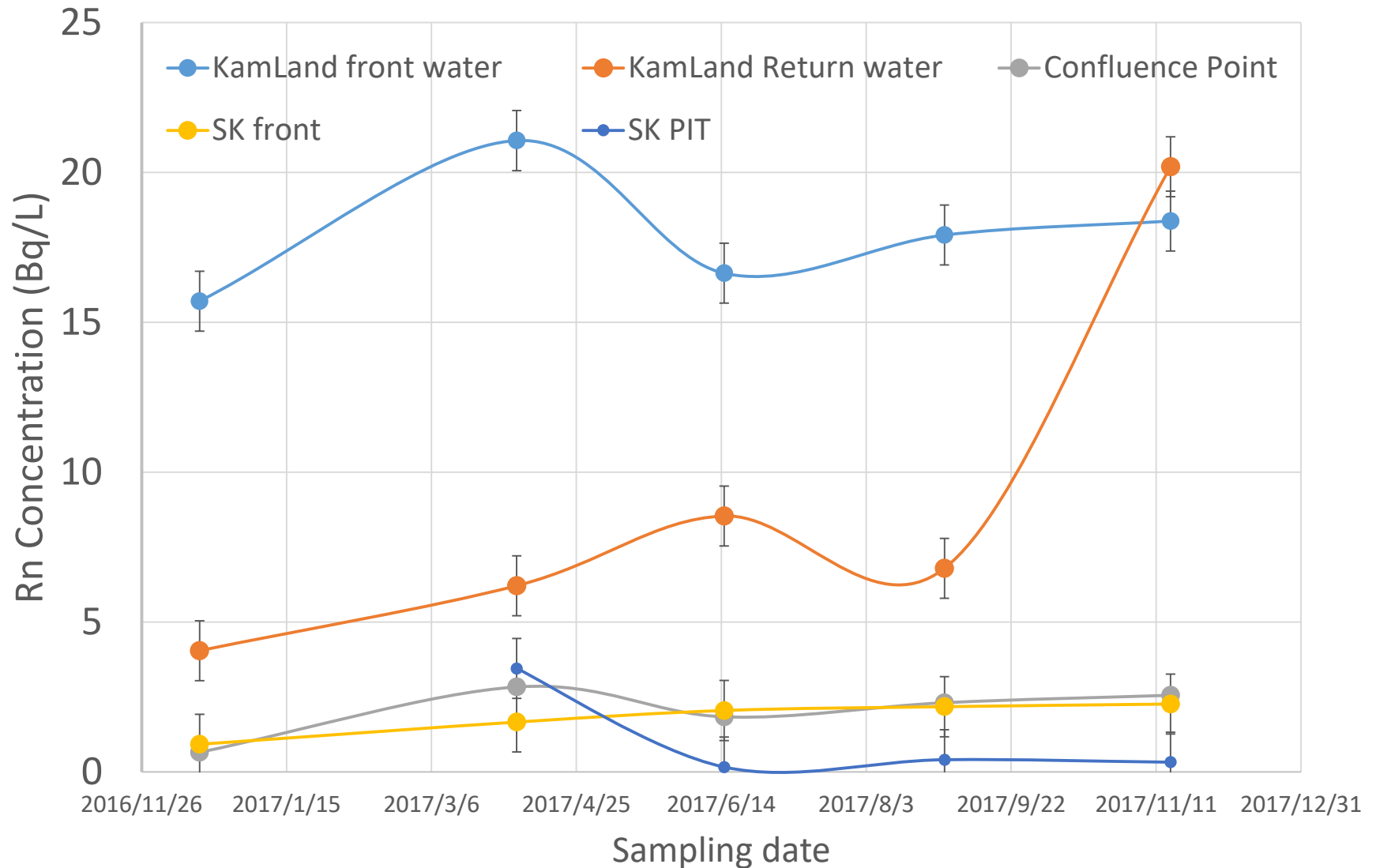
⑤ SK Pit

④ SK Front

跡津→



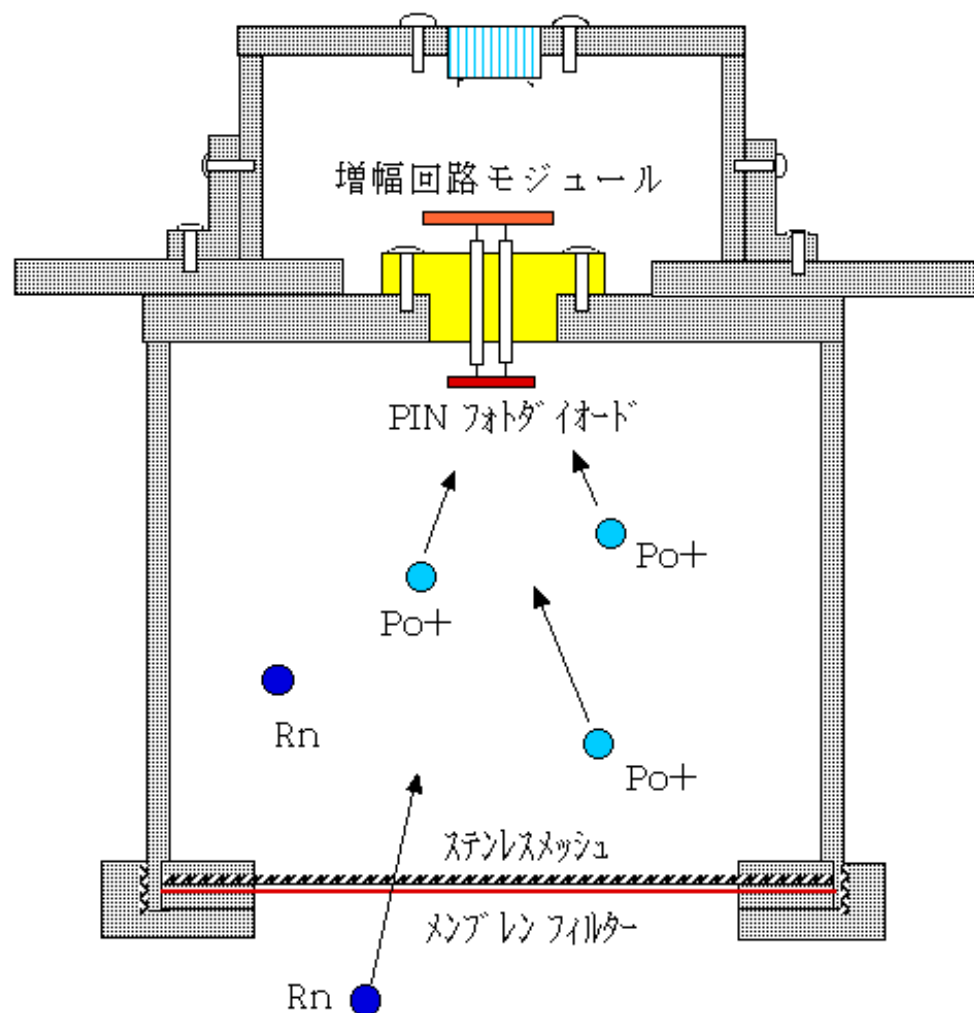
神岡坑内側溝水のラドン濃度



小型ラドン計

ラドン娘核種を静電捕集
暗幕・メンブランフィルター
ステンレスメッシュを装着

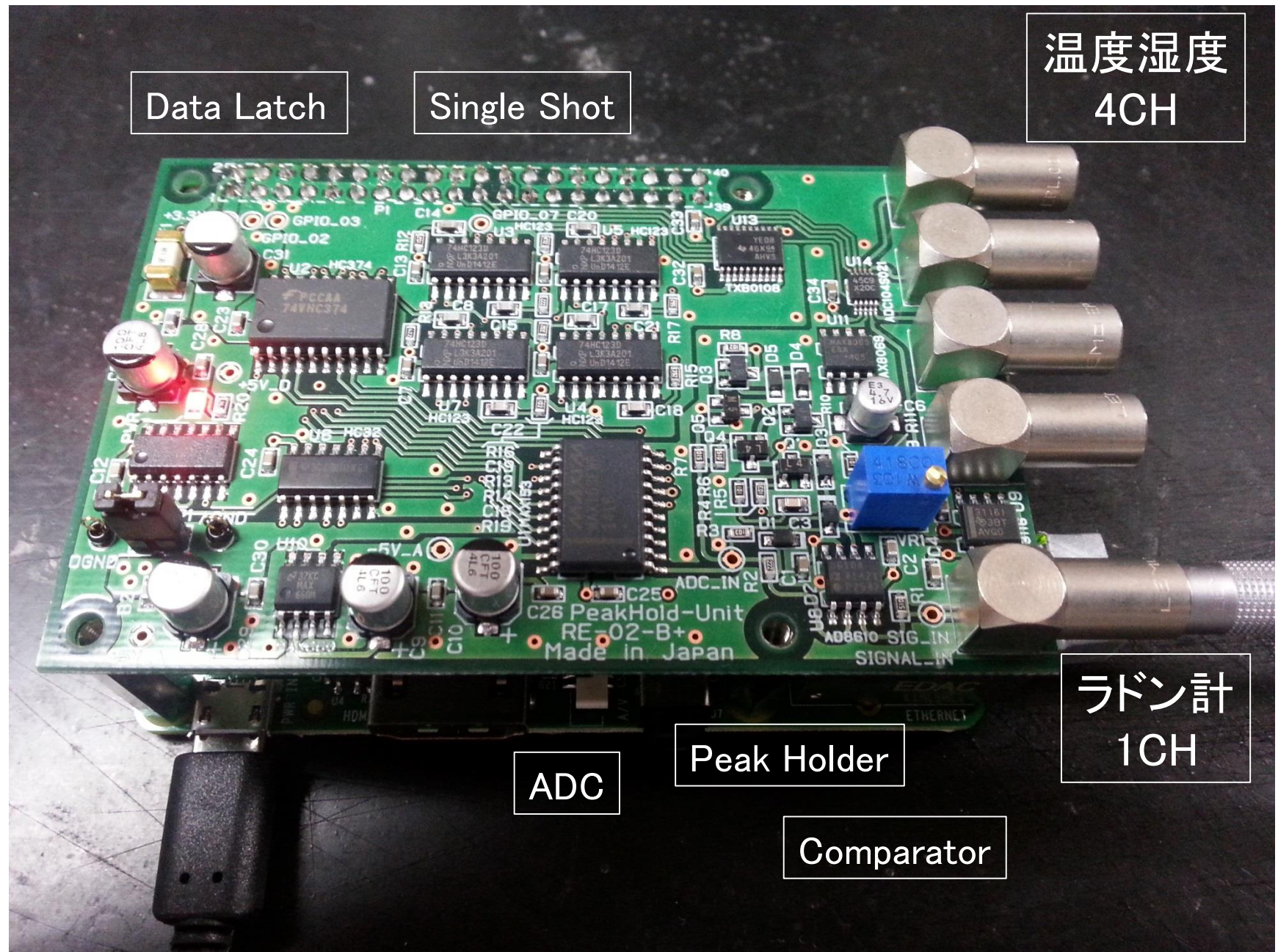
- 静電捕集容器
- 大きさ11.5cm × 11.5cm φ
- 容積: 1.2リットル
- 重さ: 2kg
- PINホトダイオード
10mm × 10mm × 400μm
- 増幅回路
- 静電捕集電圧: -120V

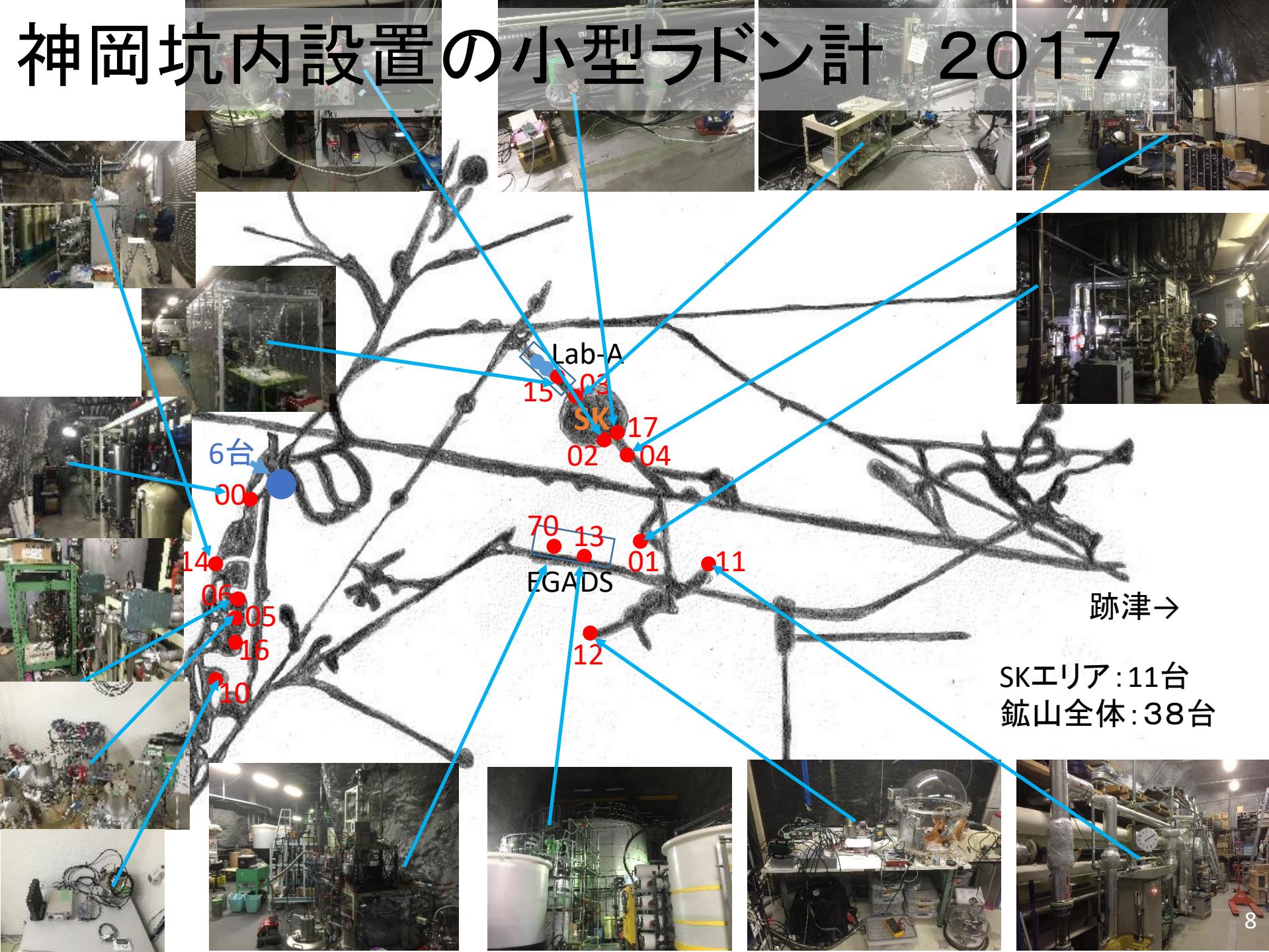


小型ラドン計の構造図

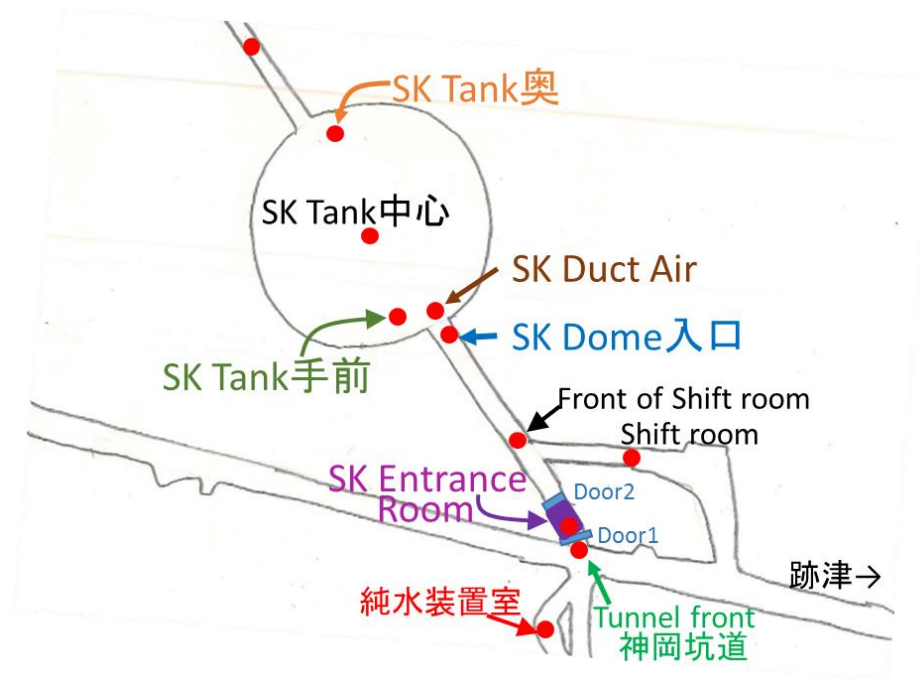
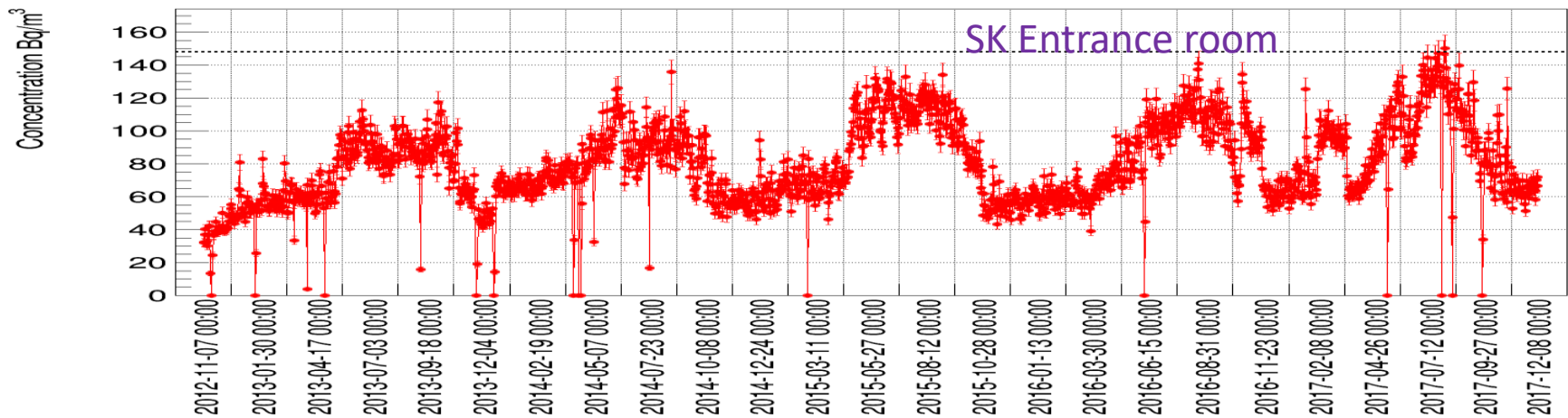
$$CF=0.12[(Bq/m^3)/CPD], RH=50(\%)$$

RaspberryPi B+ ラドン測定AD変換ボード

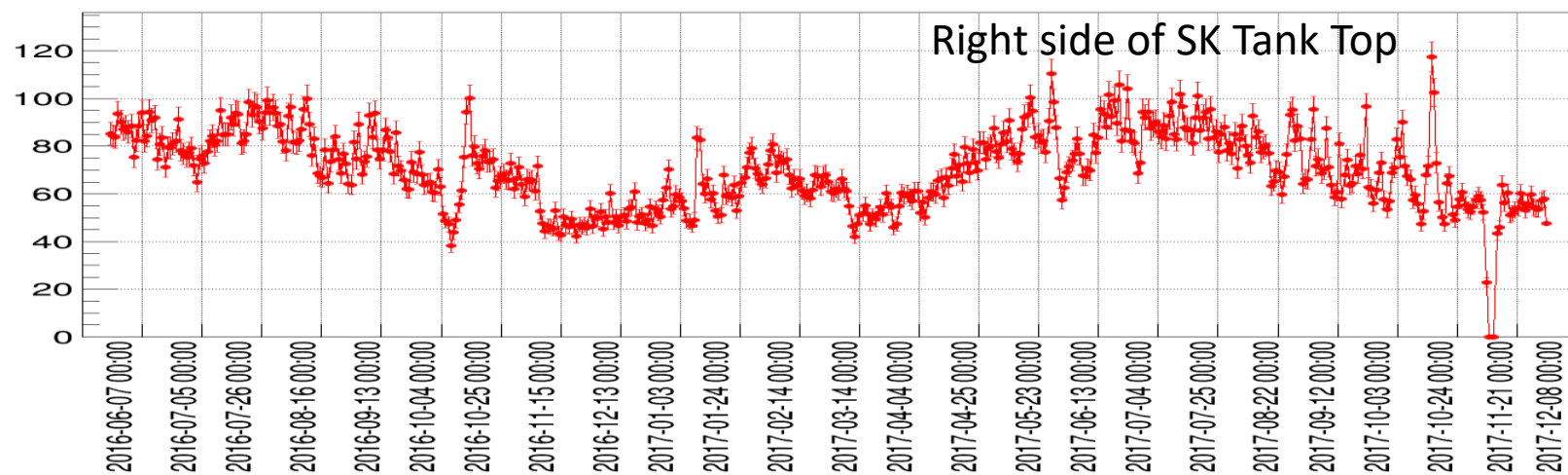
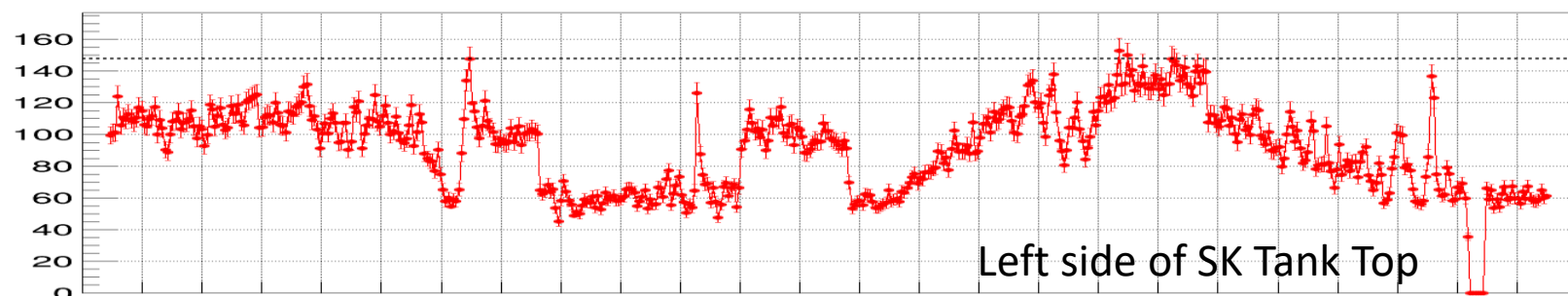
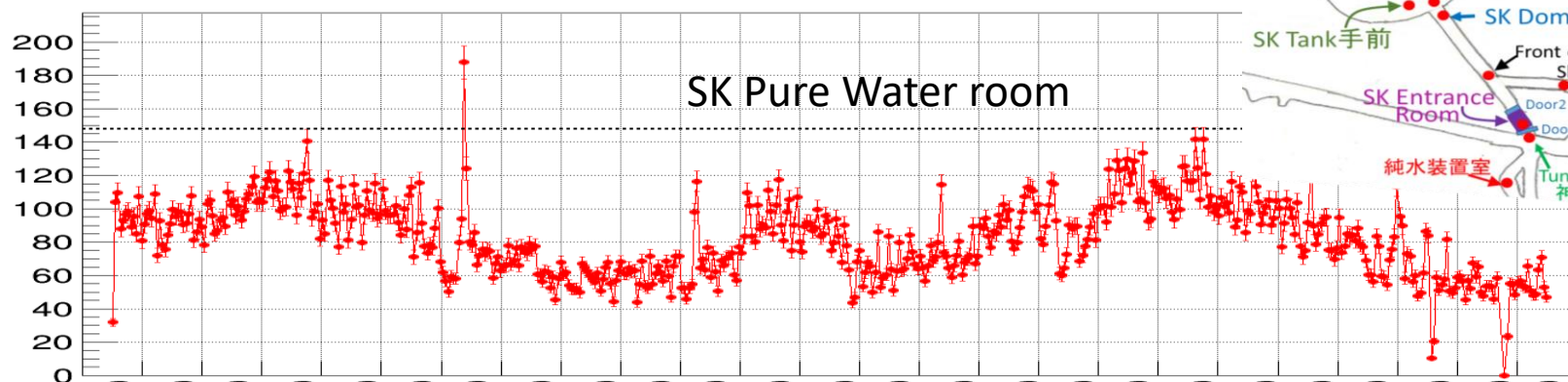




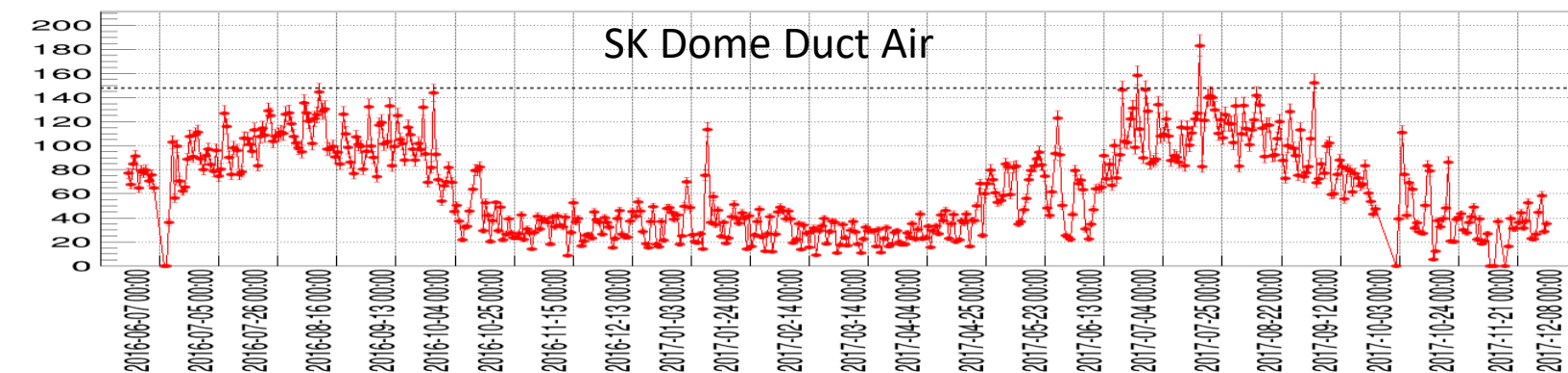
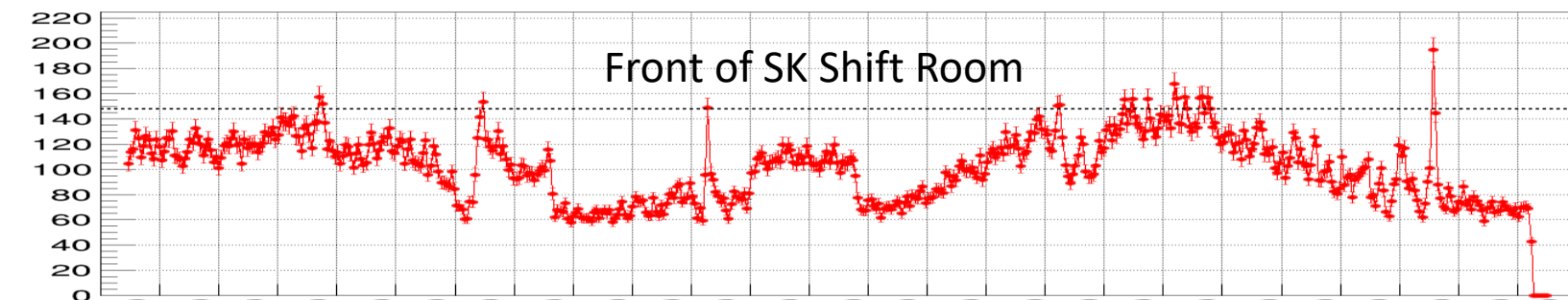
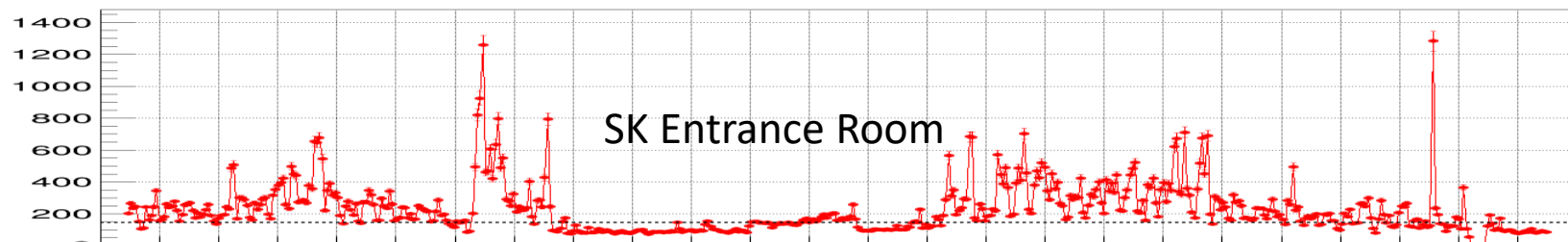
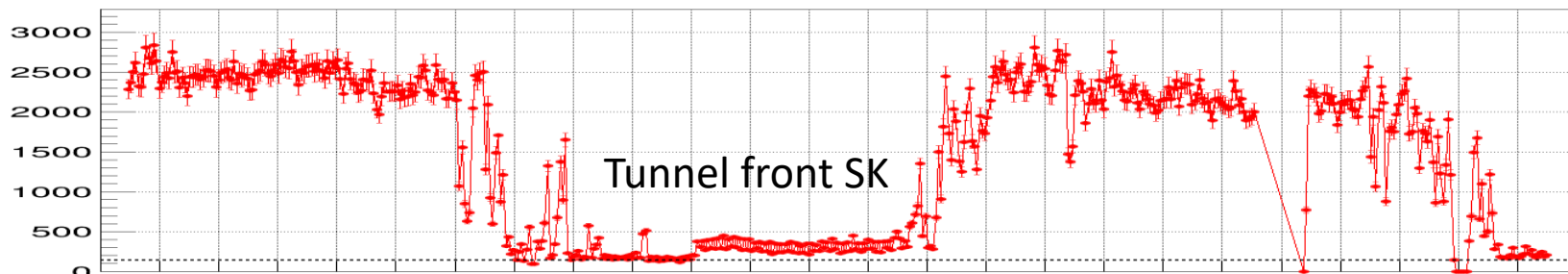
坑内のラドン濃度長期間測定 2012-2017.12



Radon Concentration(Bq/m3)



Radon Concentration(Bq/m3)



まとめ

- 神岡坑内側溝水のラドン濃度を測定
 - カムランド前源水 $18.4 \pm 0.2 \text{ Bq/L}$
 - 合流地点 $2.6 \pm 0.1 \text{ Bq/L}$
 - SK前 $2.3 \pm 0.1 \text{ Bq/L}$
 - SK Pit $0.3 \pm 0.1 \text{ Bq/L}$
- 小型ラドン計による神岡坑内のラドン測定
- Raspberry Pi B+を用いた小型データロガー開発
- 安価に多地点ラドン濃度システム構築
 - 神岡坑内38台設置(SKエリア11台)
- 2012年以降, 最長5年の長期モニタを継続