

極低濃度ラドン測定システムの開発

岐阜大学:中村琢,田阪茂樹,松原正也,三輪美代子

東京大学:Guillaume Pronost,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30年度 共同利用研究成果発表会
2018年12月21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低減
純水中の極低濃度ラドン測定(2011-2014)

極低濃度ラドン測定(2015-2017)

⇒神岡坑内の環境のラドン濃度モニター

- 小型ラドン計による長期間測定
- Raspberry Pi を用いた小型データロガーの開発
- 坑内側溝水中のラドン濃度測定(2016-2018)

水中ラドン濃度測定

水中ラドン濃度の測定:

- 1)ラドン分配係数: 常温でトルエンは水に比べて50倍大きい
- 2)トルエンは水に非常に溶けにくい

液体シンチレーション法:

上記の性質を利用して、水中ラドンをトルエン中に抽出する

$$R_n = \left(\frac{V_a}{V_w D_t} + \frac{V_t}{V_w} + \frac{D_w}{D_t} \right) C_t$$

R_n : 水中ラドン濃度 (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

V_t : 液体シンチレータの体積

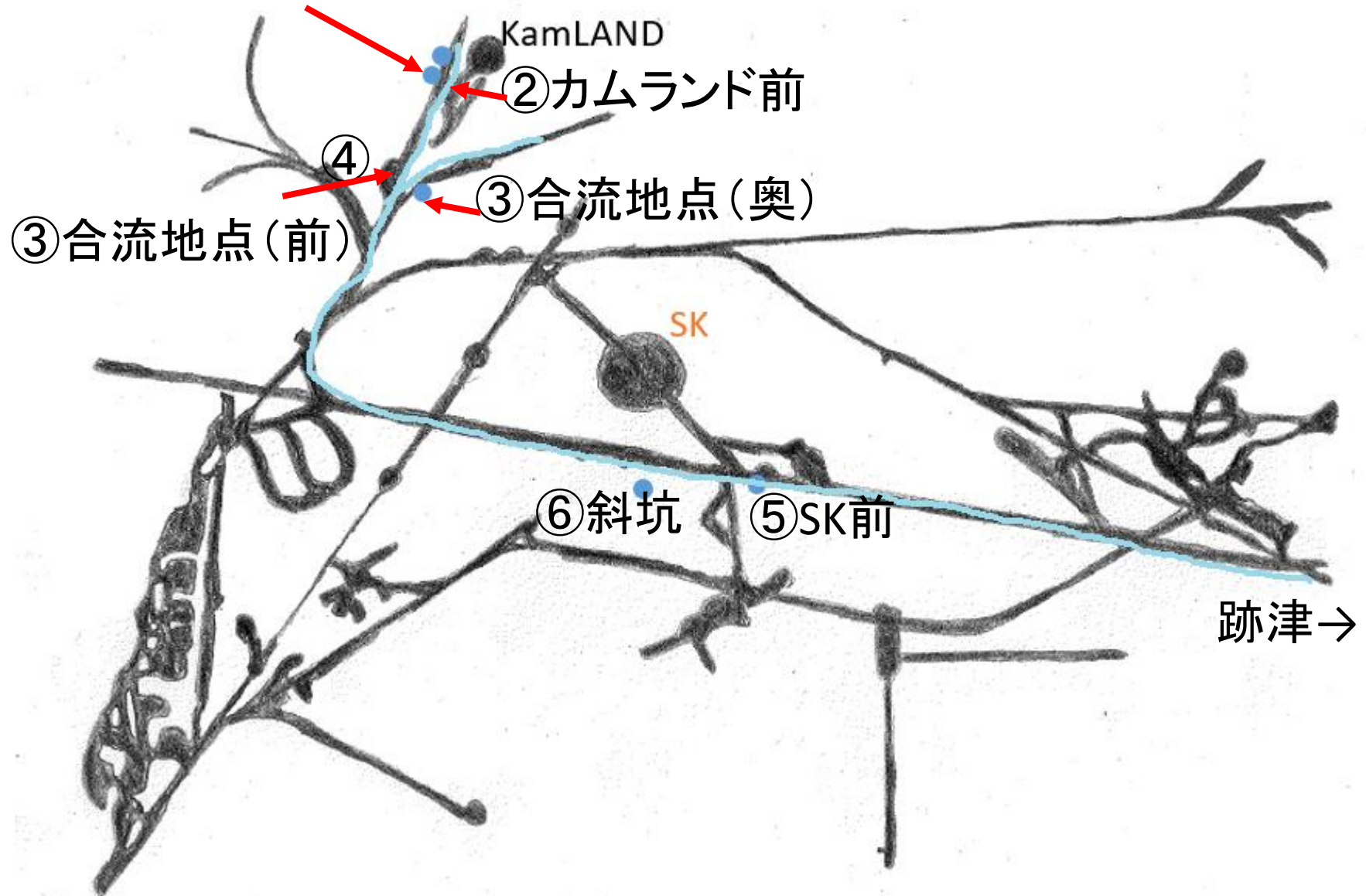
V_w : 水の体積

V_a : 空気の体積

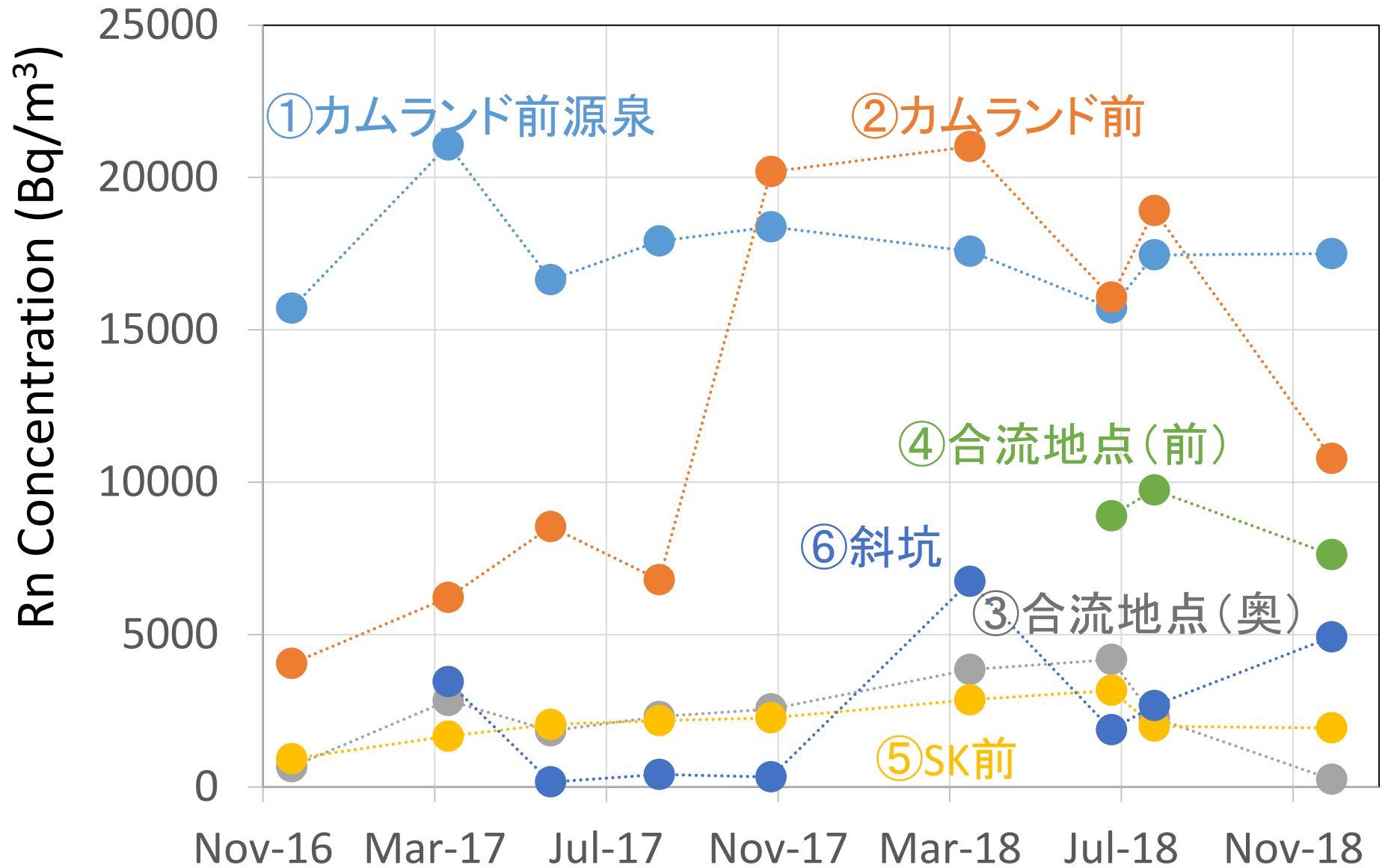


坑内の側溝水のサンプリング地点

①カムランド前源泉



側溝水中のラドン濃度測定結果



高感度ラドン検出器・小型ラドン計

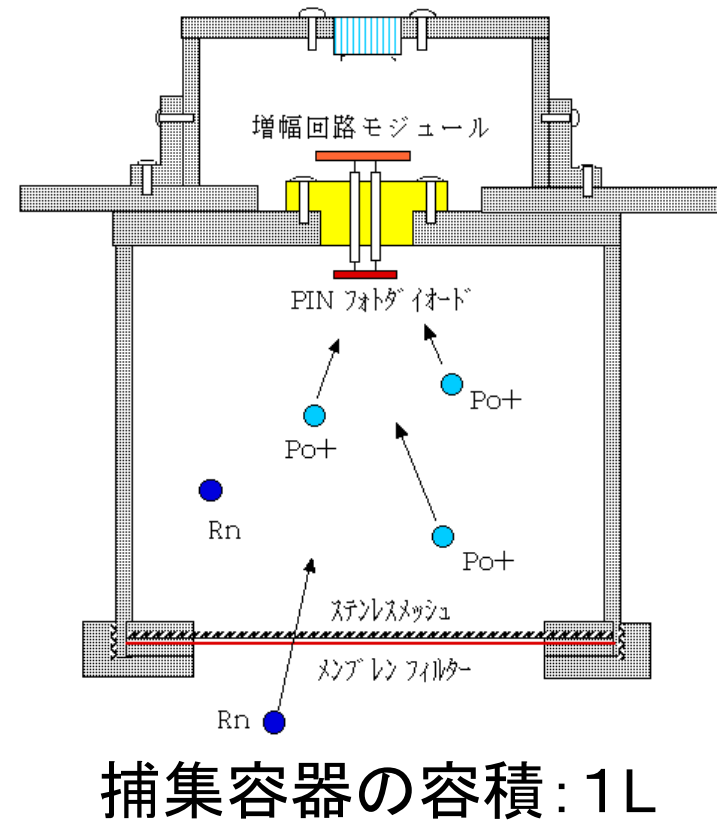
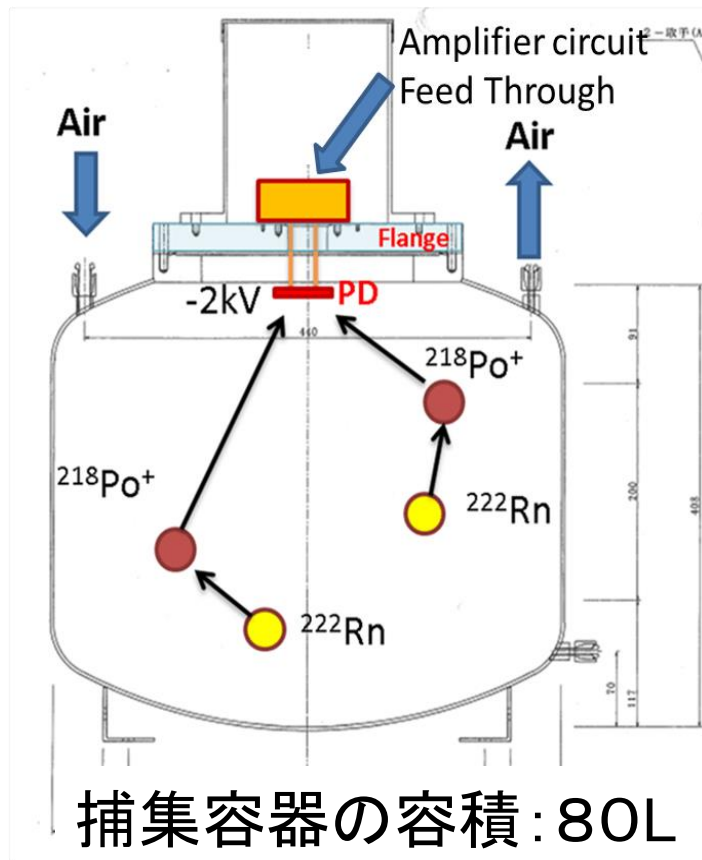
ラドンの静電捕集法:

1) ラドン娘核種 ^{218}Po の90%が正に帯電



2) 高電圧-2.0kV/-150Vを印加 娘核種を半導体(PD)に捕集

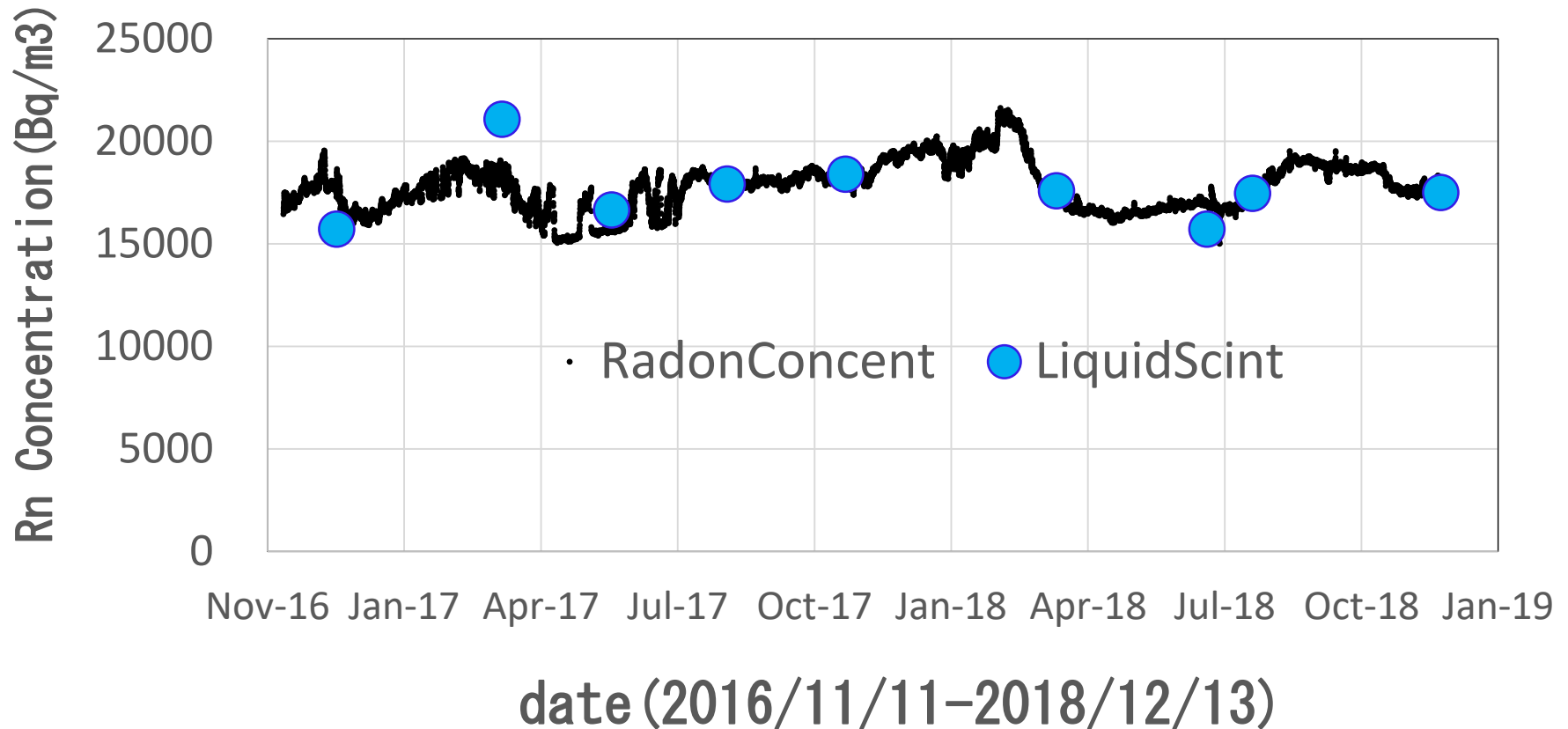
3) ^{214}Po 崩壊時に放出される α 線(7.68MeV)をPDで検出



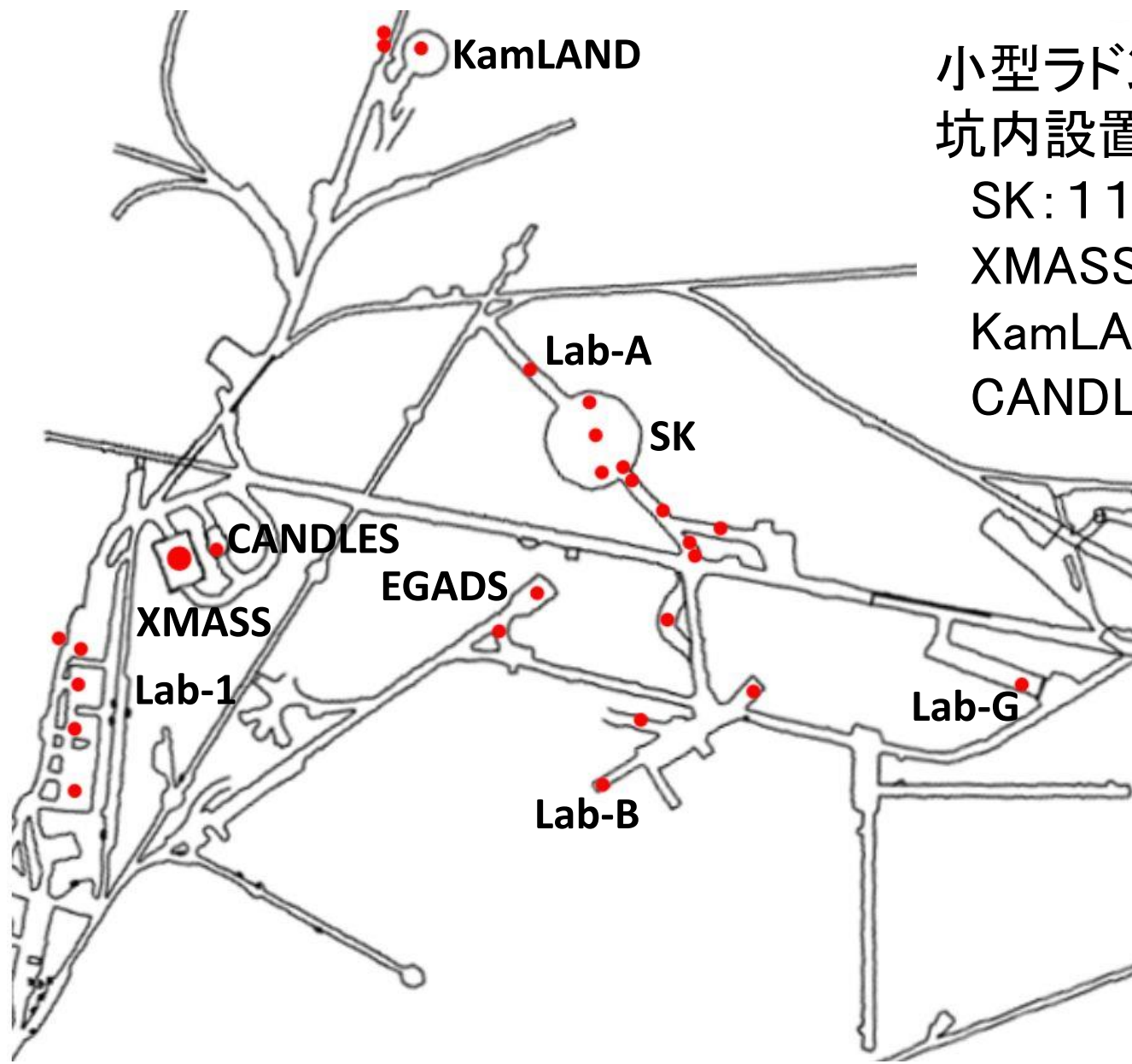
カムランド前源水中のラドン濃度の連続測定結果

- 高感度ラドン計(80L)による連続測定
- 液体シンチレーション法による測定結果と比較
- ラドン濃度の季節変動: 冬季に高く, 春季・夏季に低い傾向

①カムランド前源水(坑内地下水源泉)



小型ラドン計に坑内空气中ラドン濃度測定地点(2018)



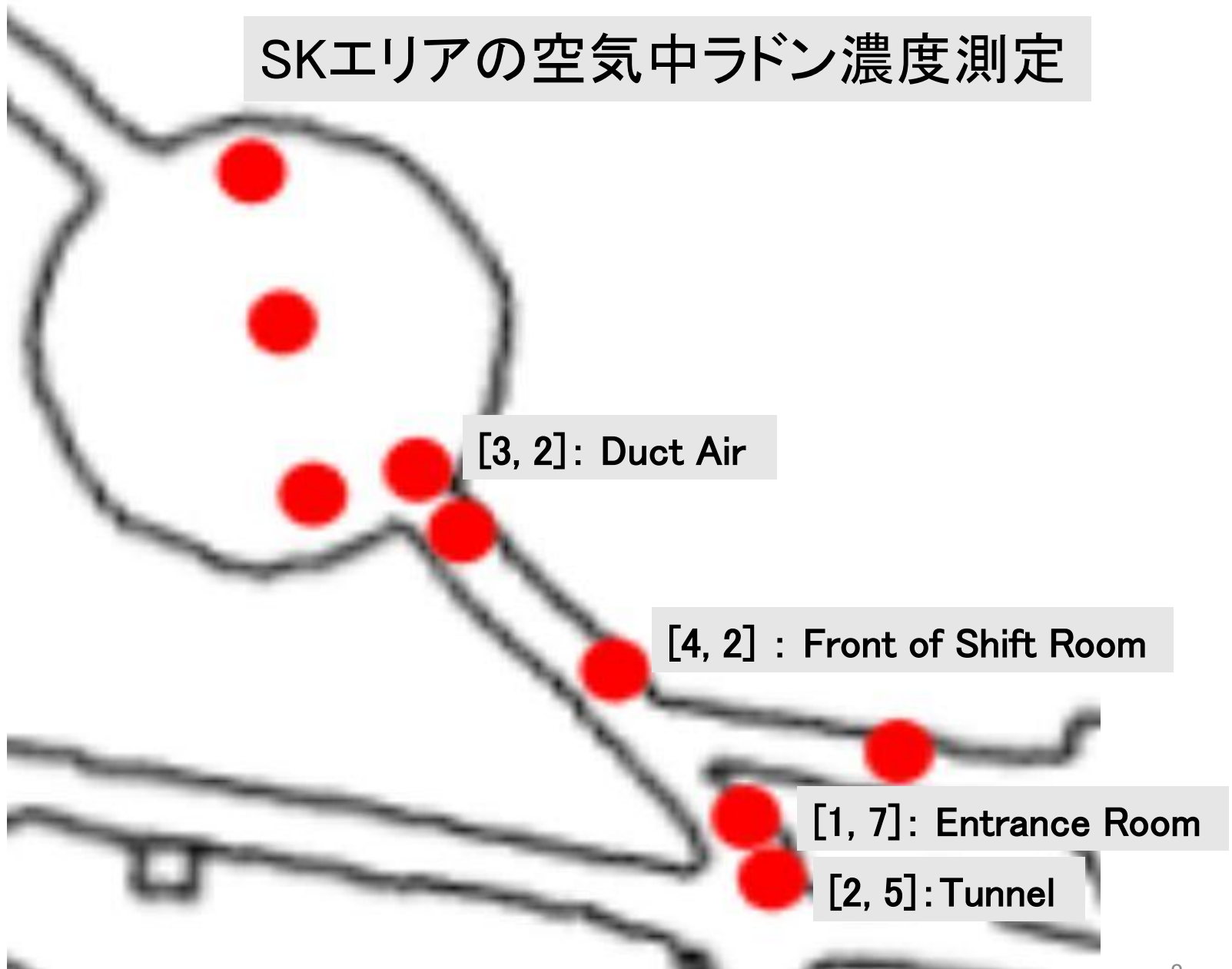
小型ラドン計
坑内設置台数: 27台
SK: 11台
XMASS: 6台
KamLAND: 2台
CANDLE: 1台

跡津坑口→

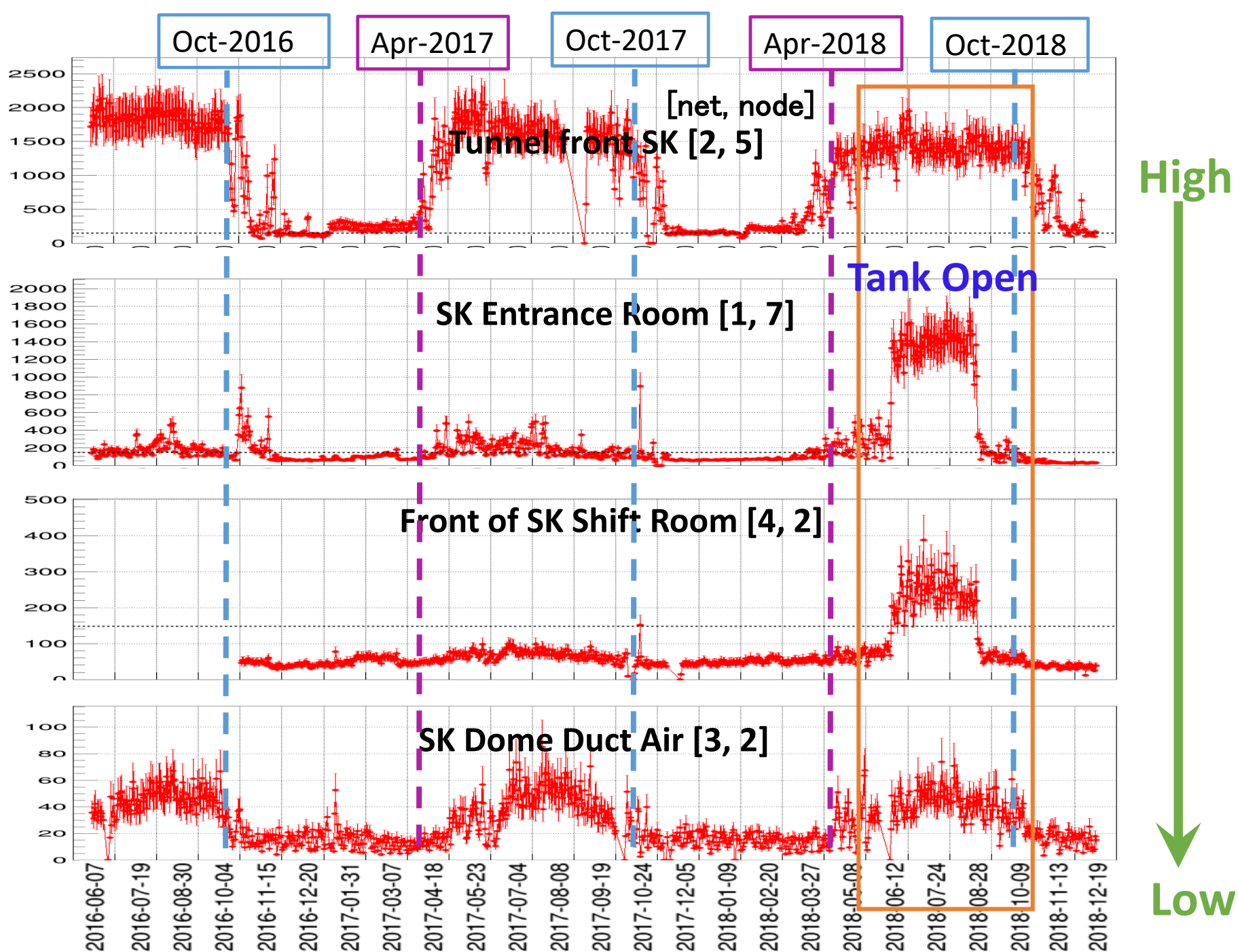

US Radon Hut


US-Rn-Hut

SKエリアの空气中ラドン濃度測定



Radon Concentration(Bq/m³)



まとめ

坑内側溝水中のラドン濃度測定

①カムランド前源水 $17,600 \pm 200 \text{Bq/m}^3$

③合流地点(奥) $2,300 \pm 100 \text{Bq/m}^3$

⑤SK前 $2,100 \pm 100 \text{Bq/m}^3$

⑥斜坑 $2,600 \pm 100 \text{Bq/m}^3$

- 上流から下流にかけてラドン濃度が低下する(大気中へラドンの移行)
- カムランド前源水でラドン濃度の連続測定と較正
- 季節変動がある 冬季に高く夏季に低い傾向

小型ラドン計による坑内空气中ラドン濃度測定

- Raspberry Pi を用いた小型データロガー開発
- 神岡坑内27台設置(SK11台)
- 2012年以降, 最長6年の長期モニタを継続
- 大気の流れによる季節変動 冬季に低く夏季に高い
- SKエリアの扉の開閉によるラドン濃度の上昇