

高感度ラドン検出器を用いた スクリーニング



神戸大学 理学研究科 竹内康雄

- ラドン(^{222}Rn)とスクリーニング
- 80Lラドン検出器
- ラドン放出率・透過率の測定装置

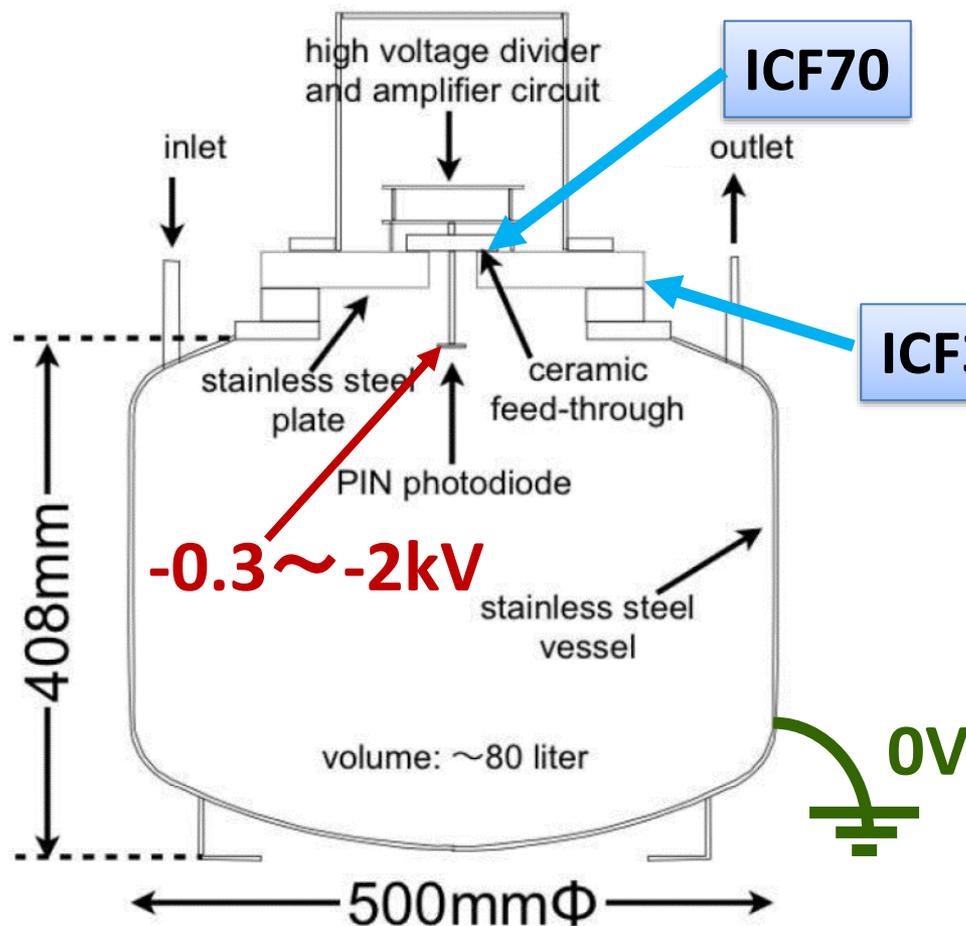
ラドン(^{222}Rn)とスクリーニング

- ^{226}Ra の α 崩壊で ^{222}Rn が生成される。
- ^{226}Ra の半減期1600年、 ^{222}Rn の半減期3.82日。
- 検出器部材に ^{226}Ra が存在すると、 ^{222}Rn が常に放出(emanation)され、検出器内部で拡散し、観測のバックグラウンドになり得る。
 - 娘核には ^{214}Bi ($\beta_{\text{max}} = 3.27 \text{ MeV}$)等ある。
- 各種部材のラドン放出率をあらかじめ測定して、ラドン放出率の少ない部材で検出器を構築する。
 - 良い部材を選ぶことを、「スクリーニング」という
- 環境中等のラドンが検出器内に侵入する事を防ぐための素材の選別も行われている。
 - ラドンの透過率を測定する
- この報告では、神岡坑内で開発・運用されているラドン放出率・透過率測定装置の概要を紹介する。

80Lラドン検出器

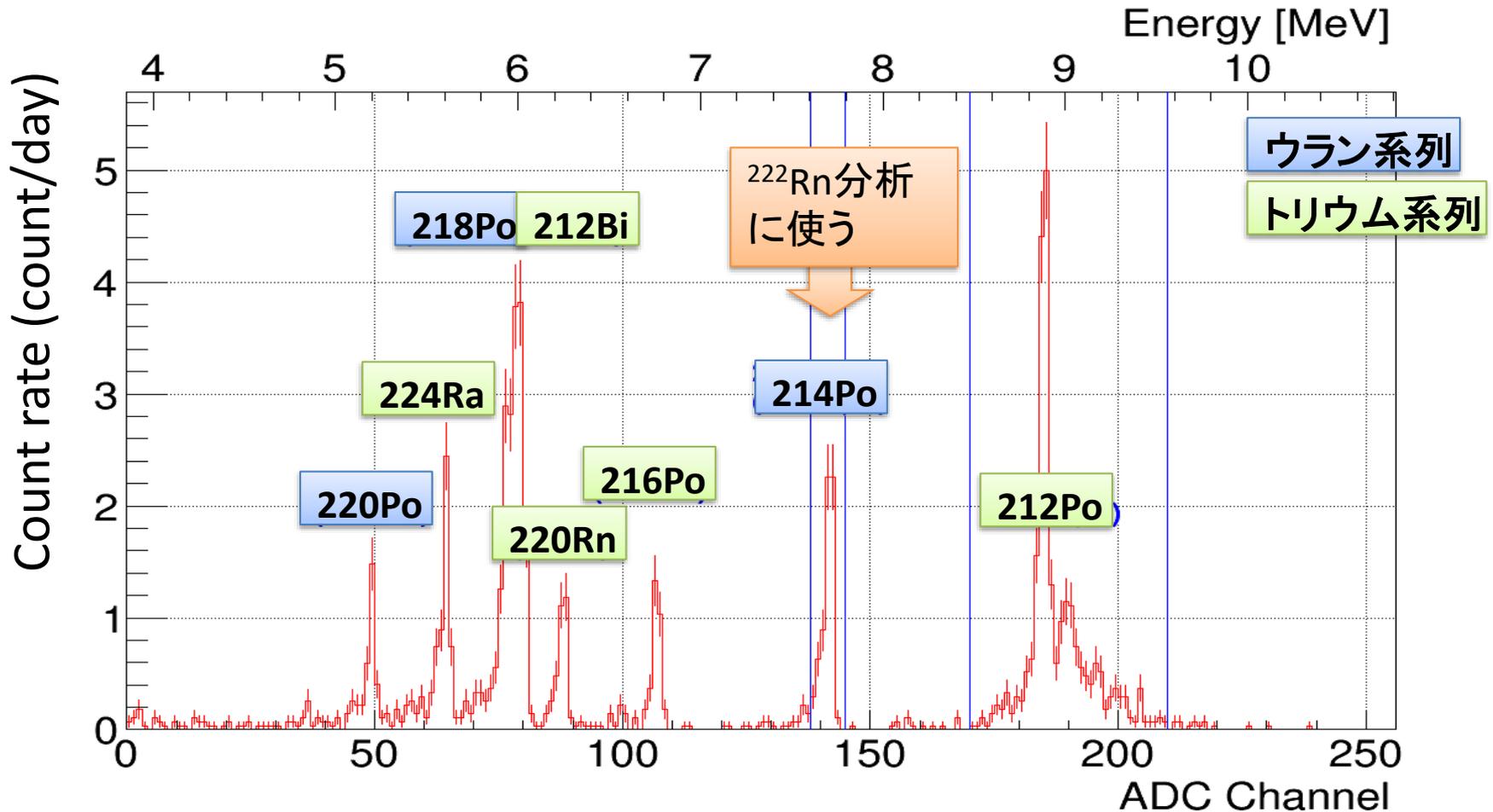
- J. of Phys. Conf. Series 469 (2013) 012007
- PTEP 2015, 033H01
- NIMA 867, 108 (2017)

Method = PIN photodiode + Electrostatic collection



- 帯電したラドン娘核をフォトダイオード表面に静電場により捕集する
- フォトダイオード表面での α 崩壊のエネルギーを測定し、カウントする

ADC分布の例 (電解研磨前)



- 坑内の石などを検出器内に入れて測定した後、検出器内部が汚染された。
- 電解研磨後のBGLレベル: 0.81 ± 0.08 (stat.) (count/day) ($^{222}\text{Rn} \sim 0.4 \text{ mBq/m}^3$ 相当)

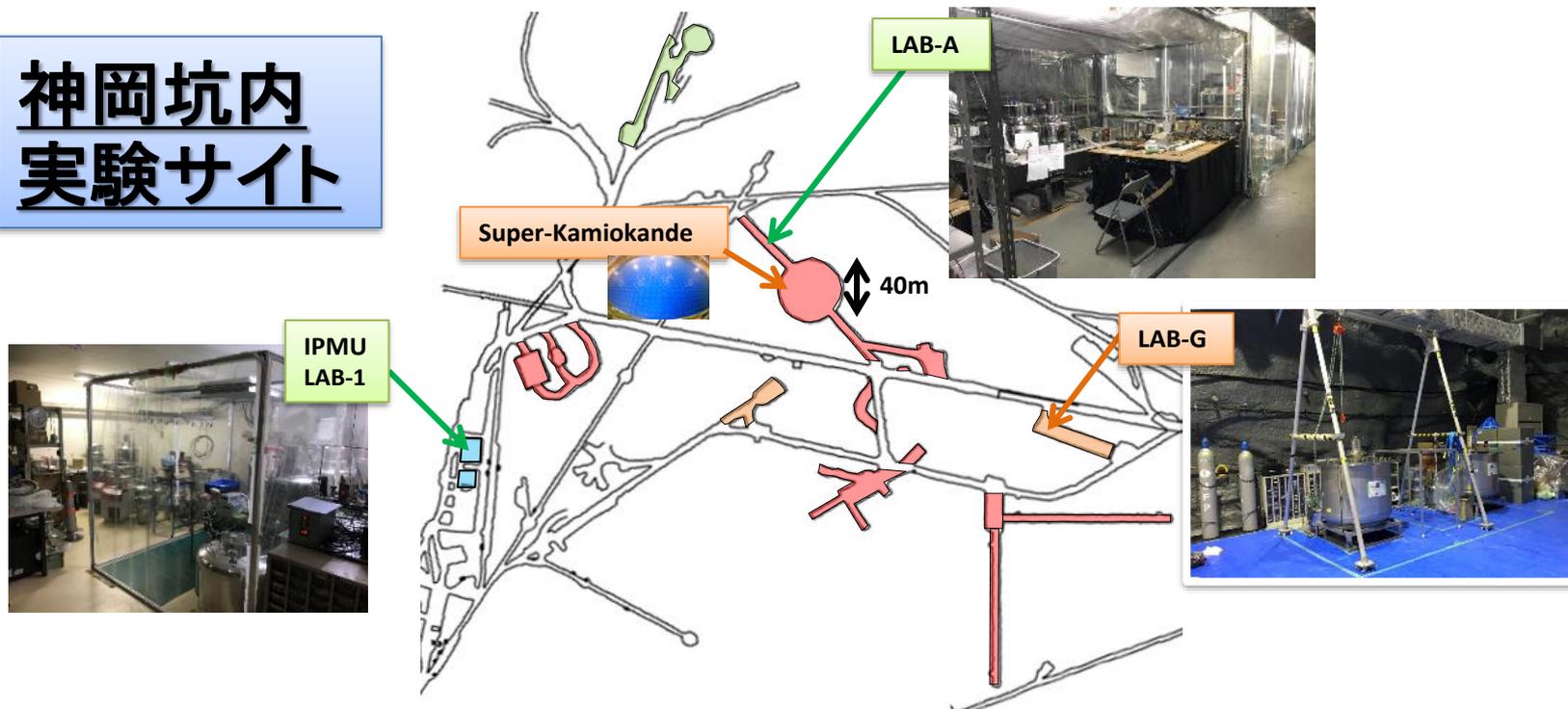
ラドン放出率・透過率測定装置

- 「地下素核」、「ニュートリノ」で開発・運用を行ってきた。
- ラドン放出率測定装置
 - LAB-1 (関谷@第1回)
 - LAB-G (塩沢(神戸大)@第5,6回)
- 膜透過ラドン分析装置(空気中)@LAB-A (小林@第3,4回)
- 膜透過ラドン分析装置(水中)@LAB-A (宮辺@第4,5回)

「極低放射能技術」研究会

「極低放射能技術」研究会
(ポスター)

神岡坑内 実験サイト



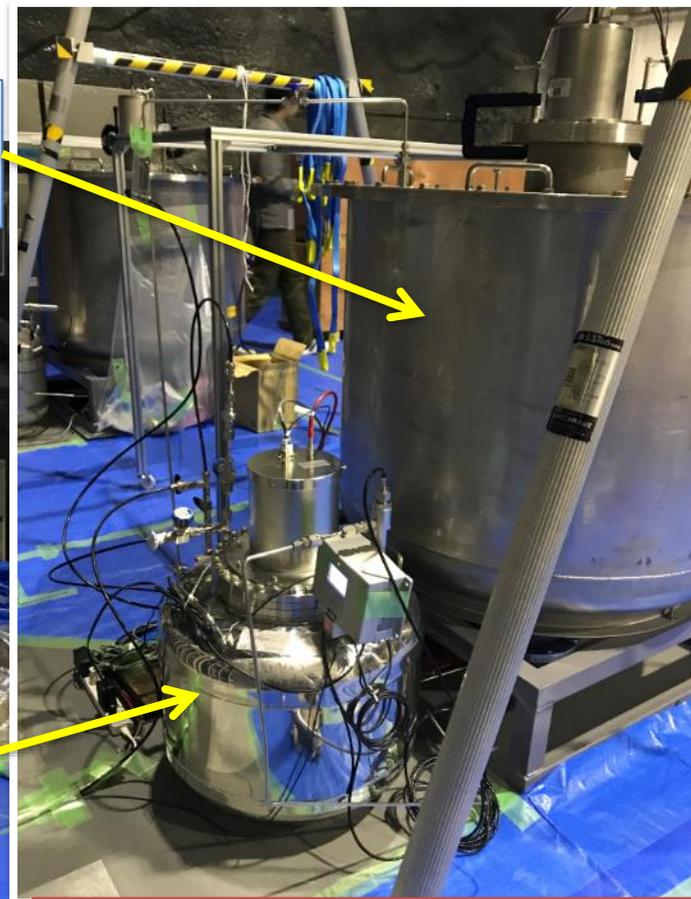
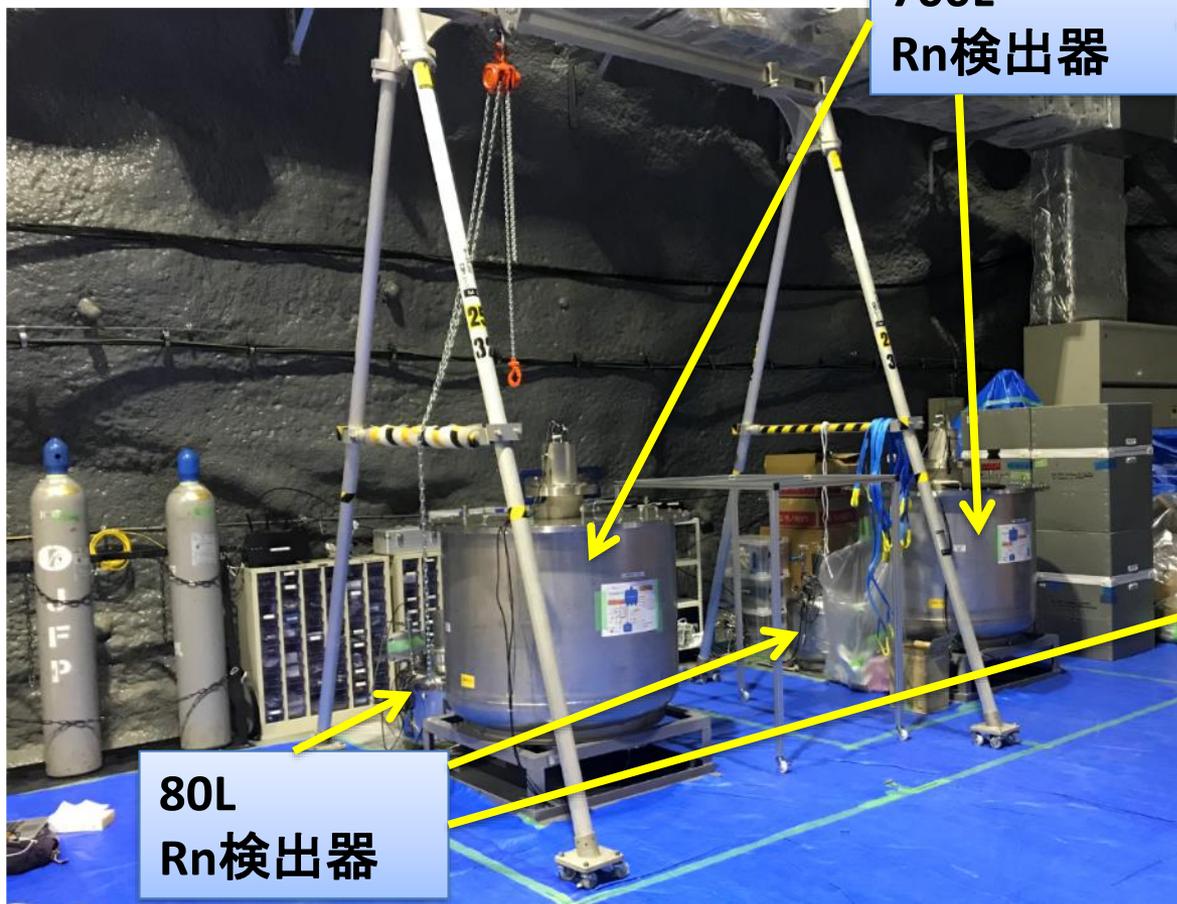
ラドン放出率測定装置@LAB-1



- SK-Gd, HK, XMASS, D01関連
- 80L検出器 × 5台

ラドン放出率測定装置@LAB-G

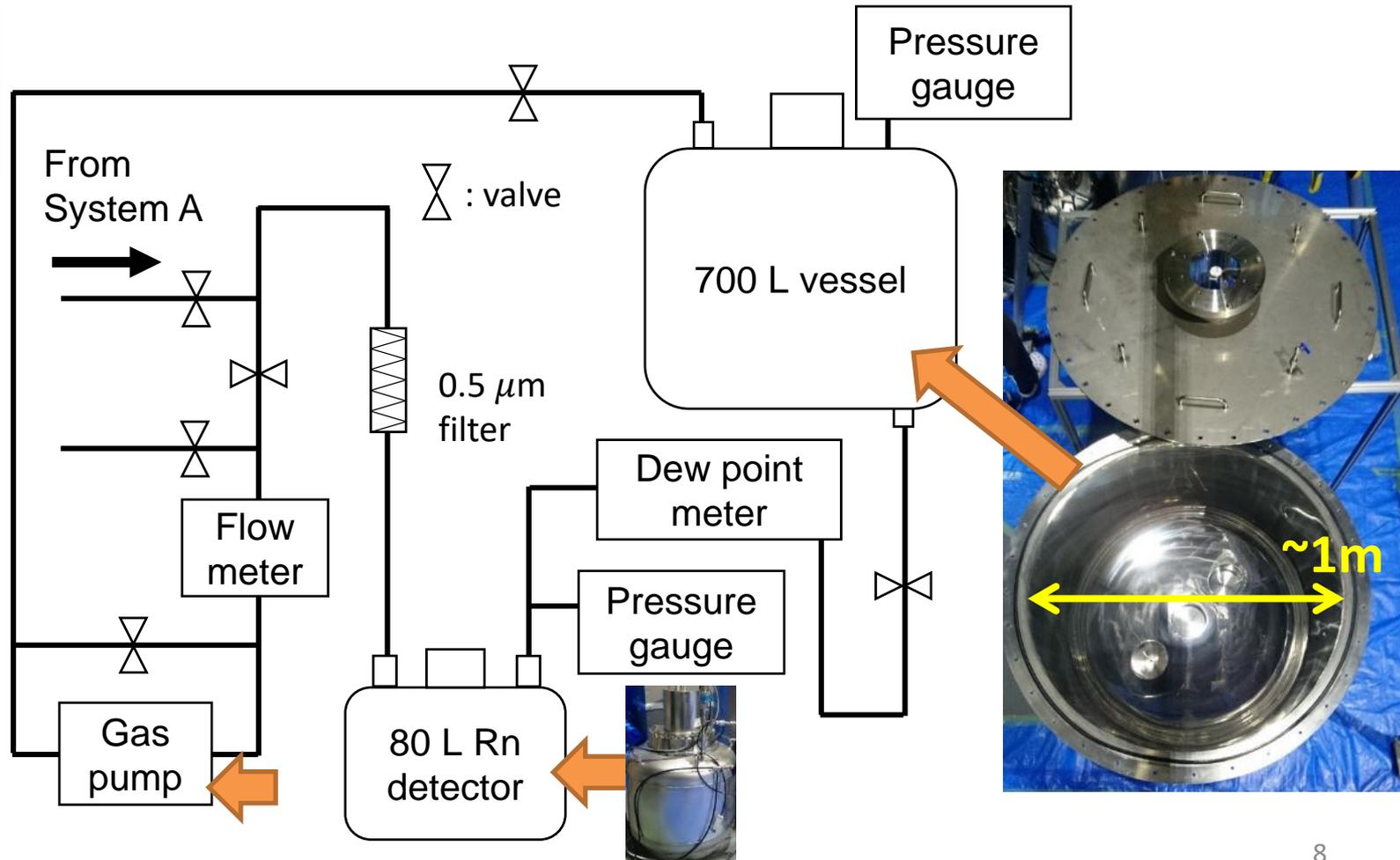
- HK用の光センサー等からのラドン放出率の測定
- 700L Rn検出器(20-inch PMTを入れる容器)+80L Rn検出器(測定)



ラドン放出率分析装置の例

- 80L検出器と測定対象を入れる容器を接続し、空気循環ポンプで内部の空気を循環する。
- ADCカウントの他、流量、圧力、気温、露点温度、をモニターする。

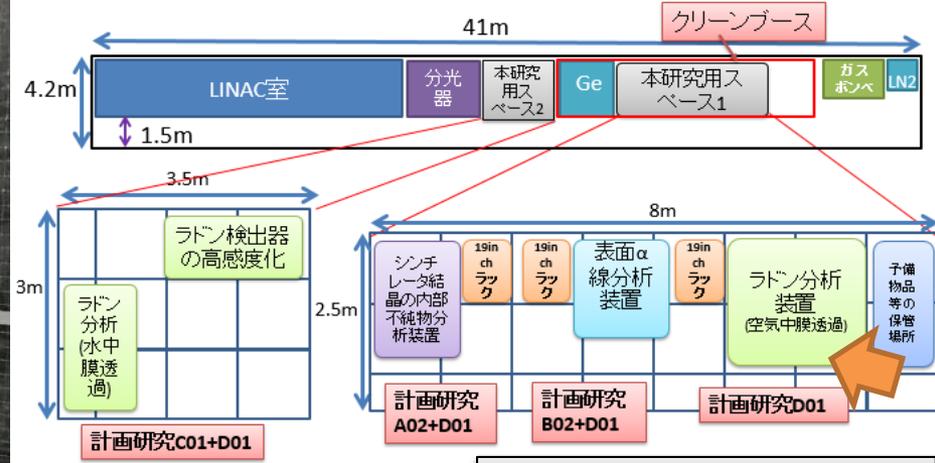
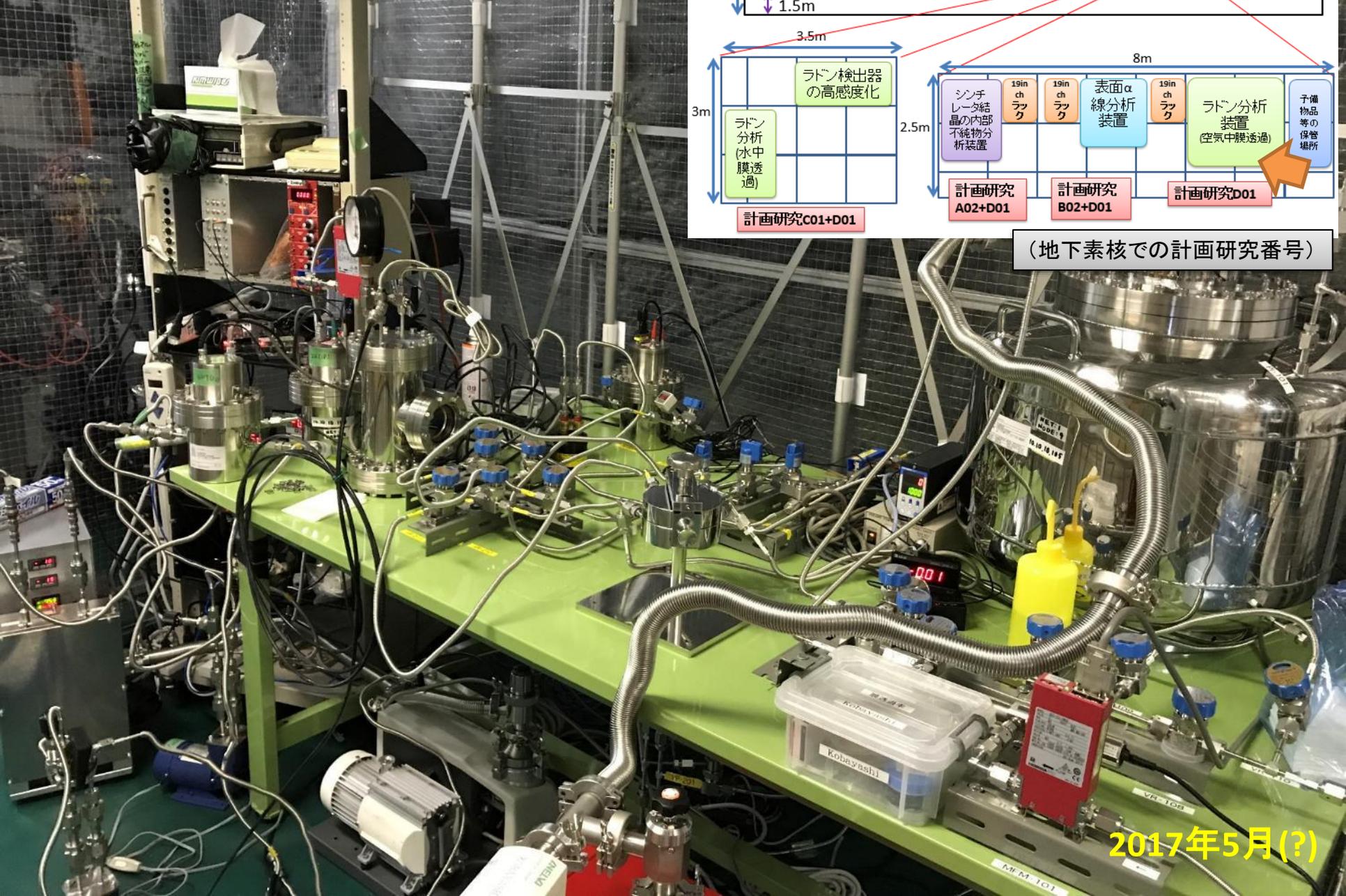
LAB-G での例



ラドン放出率測定装置@神戸大



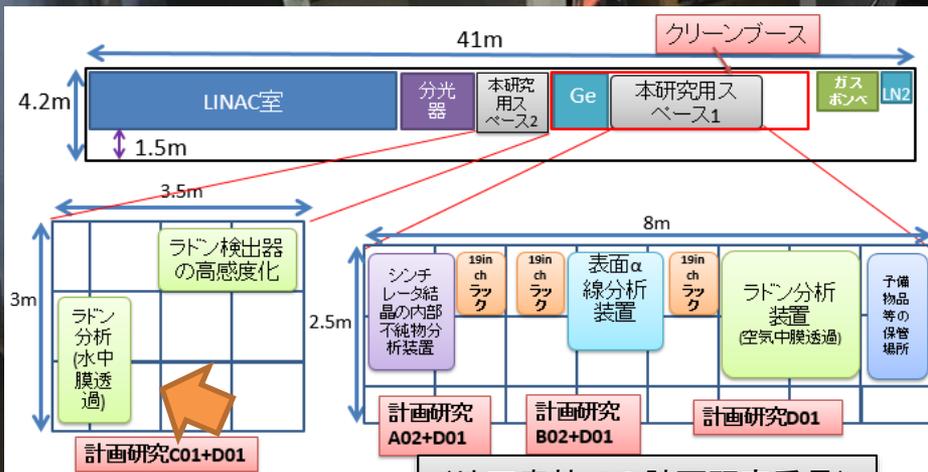
膜透過ラドン分析装置(空气中)@LAB-A



(地下素核での計画研究番号)

2017年5月(?)

膜透過ラドン分析装置(水中)@LAB-A



(地下素核での計画研究番号)

2018年5月5日

膜透過率ラドン分析(空气中)

80L radon detector

Measure the permeated radon

radon permeate the film

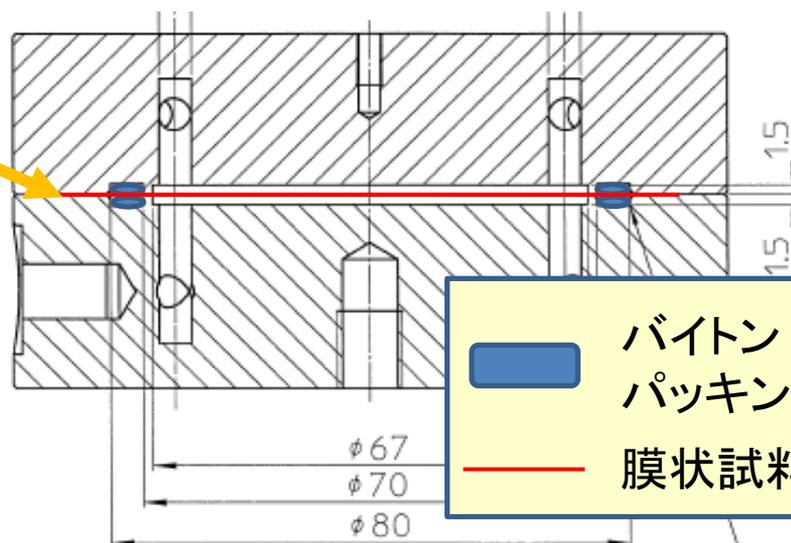
High radon concentration

radon source

1L radon detector



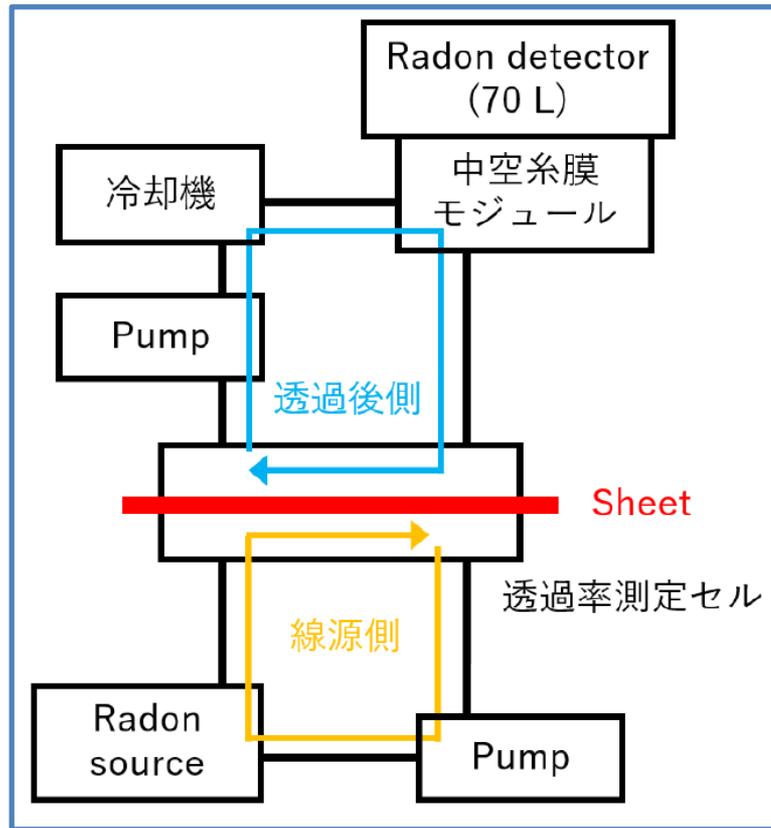
- ラドン濃度の高い空気(10^5 Bq/m³) とBGLレベル(10^{-2} Bq/m³) の80Lラドン検出器の間を測定対象の膜状試料で遮断する。
- フィルムのラドン防護性能評価に利用可能
- HK用HDPEシート of ラドン透過分析も行った。



パッキン70X80Xt2(バイトン)

膜透過ラドン分析装置(水中)

- HK用のHDPEシートのラドン透過分析
 - 水中と空気中の透過率の違いは？
- HDPEシートのラドン透過率に関して、有意な差は見られなかった。

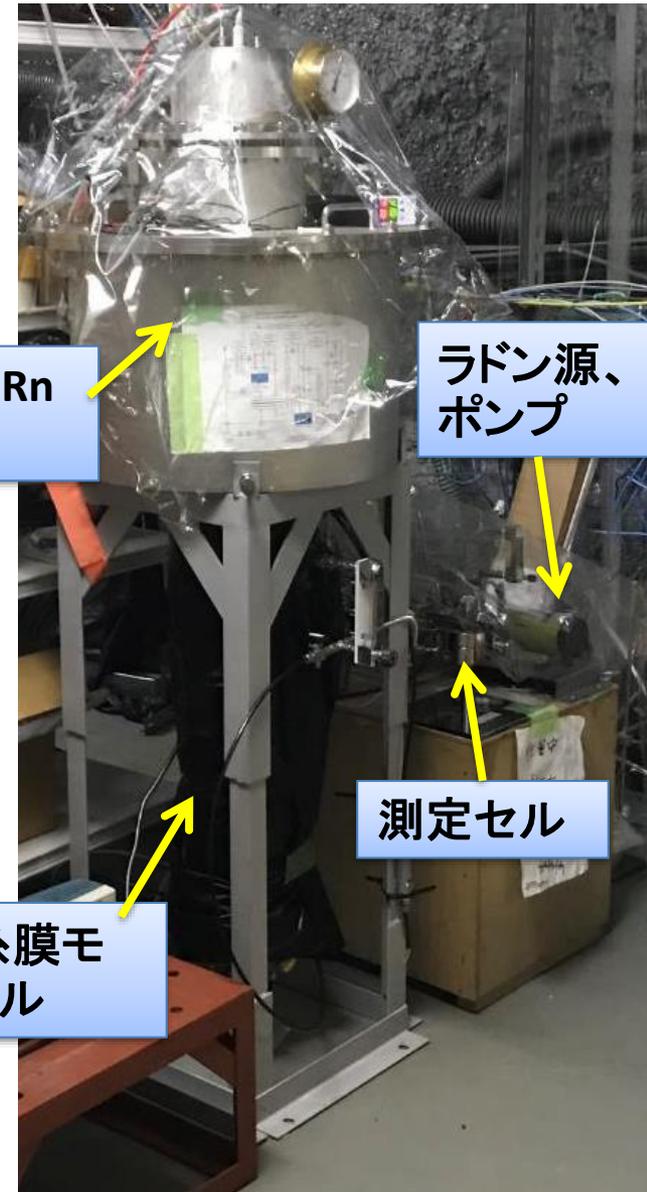


70L水用Rn
検出器

ラドン源、
ポンプ

測定セル

中空糸膜モ
ジュール



まとめ

- 神岡坑内では、ラドン放出率・透過率の測定装置の開発・運用が行われている。
- それらの装置を用いて、スクリーニングも行われている。
 - 放出率： SK-Gdの純水装置部品、HKのPMT、、、
 - 透過率： HKのHDPEシート、坑内での部品保管フィルム、、、