

核種移行挙動メカニズム解明のための 超高感度測定装置の開発

浅井雅人、先端基礎研究センター

概要

1 mBq/kg程度まで定量可能な超低バックグラウンド γ 線測定システムの構築を目指して、測定システムの開発・整備を行った。超低バックグラウンドGe検出器と低バックグラウンド鉛遮蔽を導入し、宇宙線（ミュオン）起源のバックグラウンドを低減するため、それらを原子力機構の大型実験施設の地下に設置して、低バックグラウンド化を図った。加えて宇宙線逆同時計数測定システムを導入して、ミュオン起源のバックグラウンドの更なる低減化を図った。これにより、通常の地上レベルでの低バックグラウンド測定に比べて一桁程度低いバックグラウンドでの γ 線測定を実現できる見通しを得た。この装置を用いて極低レベルの環境試料等の測定を実施し、核種移行メカニズムの解明等に貢献する。

目的

現在行われている食品モニタリング等の放射能測定の検出下限値は ~ 1 Bq/kg程度であり、汚染確認や食品安全等の目的には十分であるが、環境中に広く拡散した放射性核種の移行メカニズムを明らかにし汚染の将来予測や低減方針に生かすためには、「1 Bq/kg以下」といった上限値では意味がなく、定量的な値を求める必要がある。本研究では、1 mBq/kg程度まで定量可能な超低バックグラウンド γ 線測定システムを開発・整備し、検出下限値を大幅に低減することで、福島の実環境中で起こっている核種移行挙動を定量的に明らかにする。また、その移行メカニズムを明らかにすることで、農水産物等への移行の効果的な低減対策の提案に生かし、福島産業復興に貢献する。

新たな超低バックグラウンド γ 線測定施設の必要性

日本には金沢大学尾小屋地下実験施設がある
山頂下135 mのトンネル内
18台のGe検出器

1試料当たり1~2週間測定
(検出器1台当たり年間40試料程度)

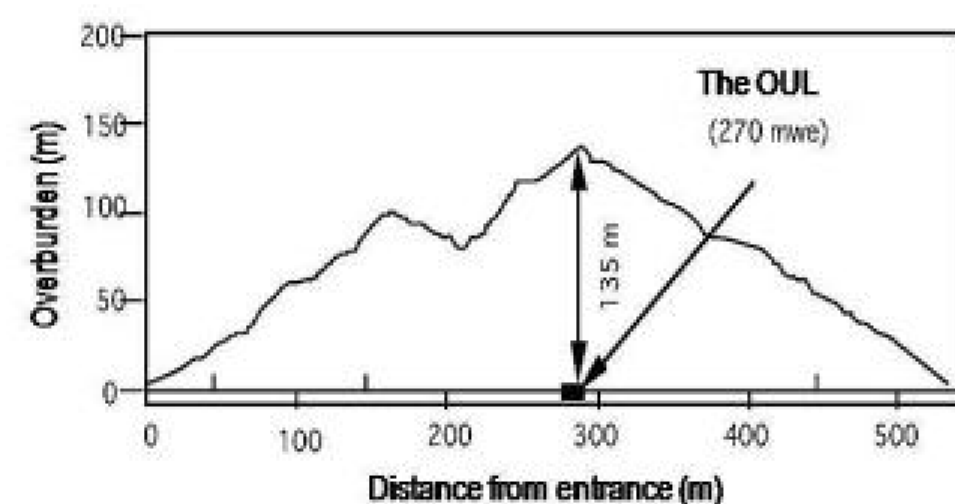
定常的に極低レベル放射能測定を継続するなら自前の施設が必要

原子力機構の深地下施設での測定の可能性は？

一方で、深地下測定施設を数多く整備することは極めて困難なため、地上レベルにある既存の測定施設でバックグラウンドを一桁程度低減した測定ができるようにすることも重要な課題

例えば地下10 m程度で宇宙線逆同時計数手法等を駆使

→ 原科研タンDEM加速器施設地下2階に検出器を設置



金沢大学尾小屋地下実験施設

低バックグラウンド化対策

- 深地下測定にも対応できる超低バックグラウンドGe検出器の導入
- 遮蔽は鉛15 cm厚（内側2.5 cmは50年前の鉛を使用）
- 更に内側に無酸素銅製内部遮蔽（厚さ4 cm）
- 空気中のラドン起源のバックグラウンド低減のため遮蔽内部を窒素置換
- 検出器を原科研タンDEM加速器施設の地下2階に設置
- 遮蔽の外側をプラスチックシンチレータで囲い、逆同時計数測定



原子力機構タンDEM加速器施設地下2階通路に設置したGe検出器

結果や期待される効果

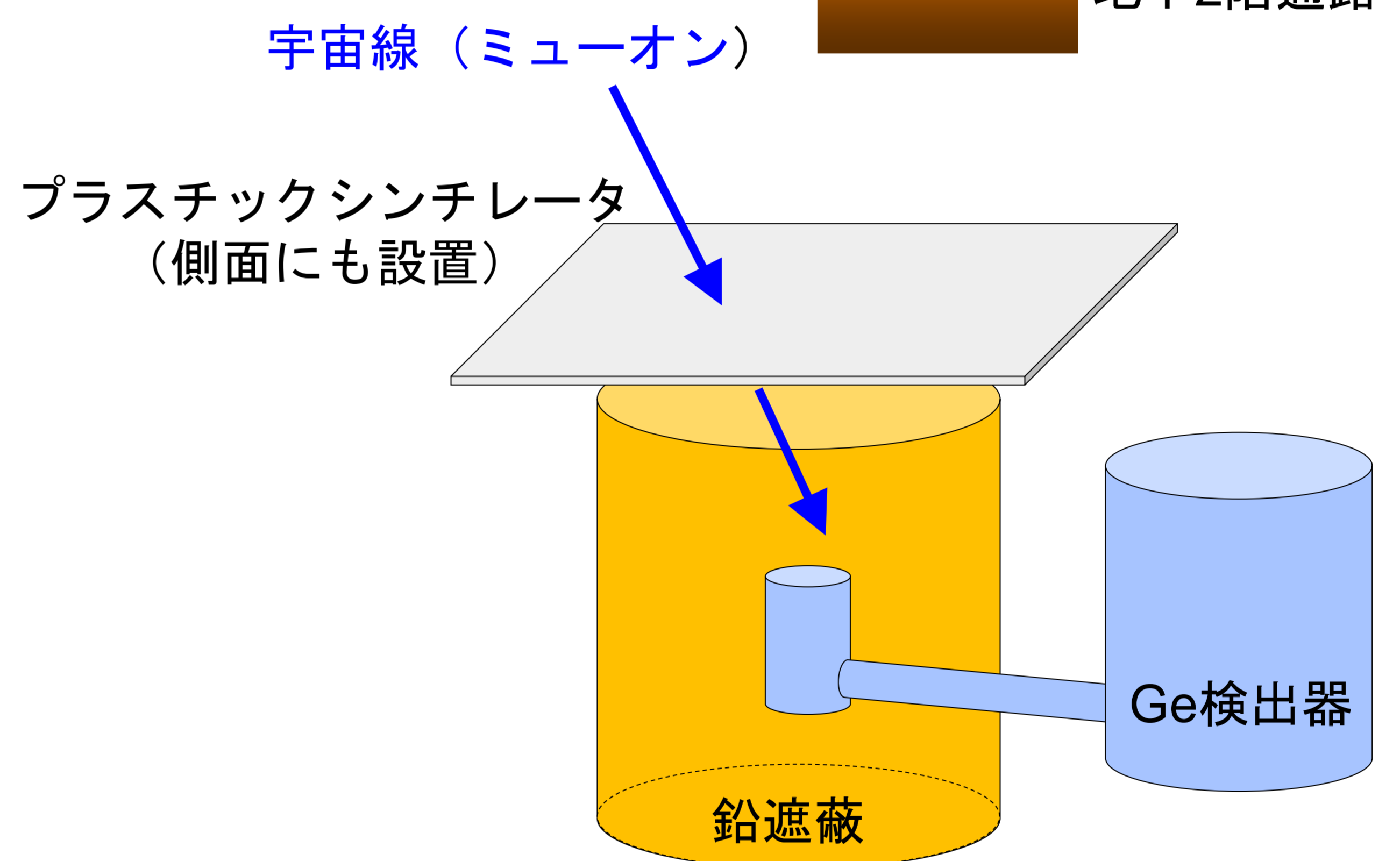
宇宙線逆同時計数手法等で比較的簡便に低バックグラウンド化を達成するノウハウを確立すれば、全国の分析機関の多数のGe検出器を低バックグラウンド化することが可能になる。それによって数多くの低濃度試料を測定できる可能性が拓け、様々な視点から移行メカニズム研究が可能になる。

宇宙線起源バックグラウンドの低減

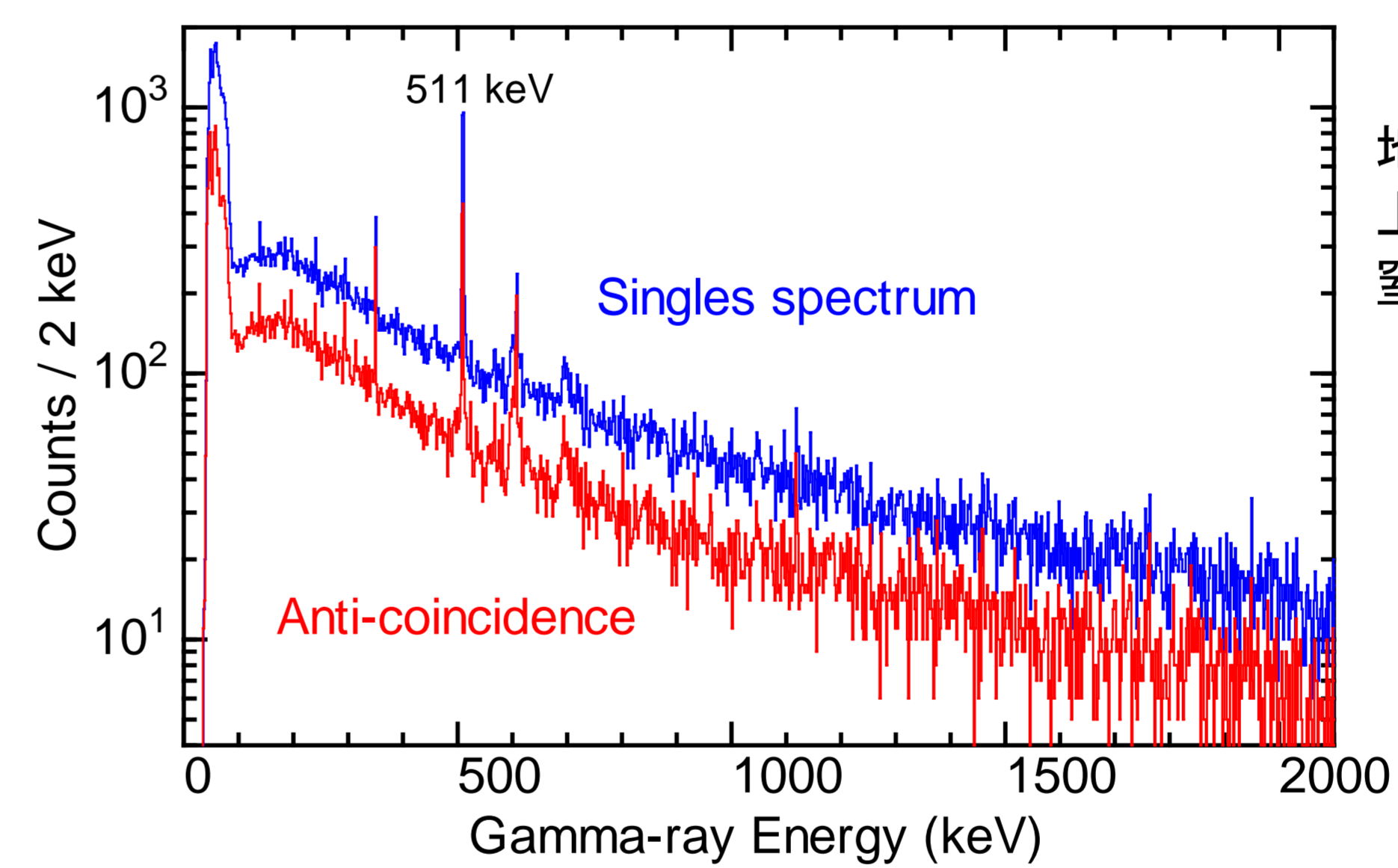
原子力機構タンDEM加速器施設



原子力機構タンDEM加速器施設の地下2階にGe検出器を設置

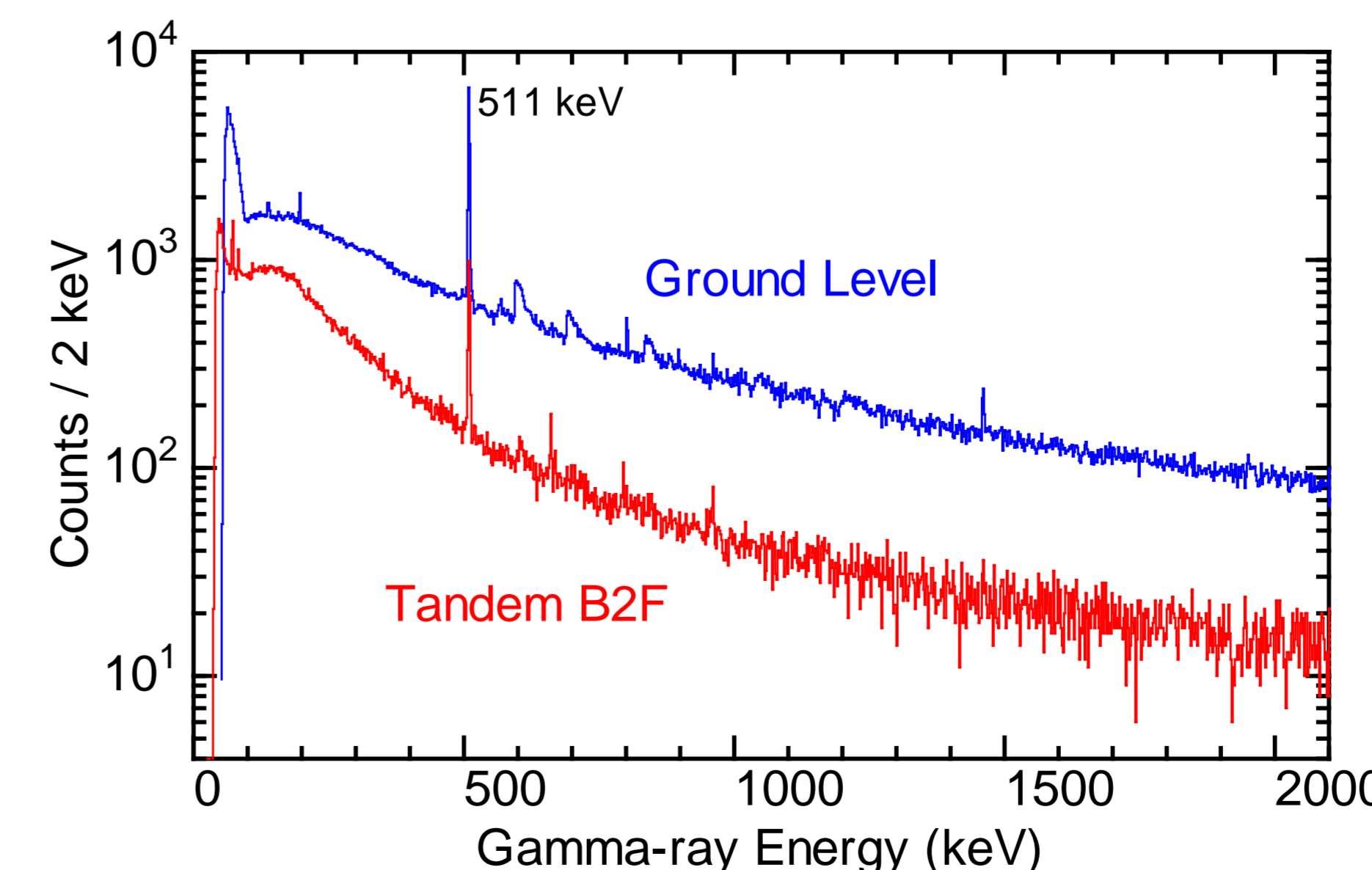


鉛遮蔽内のバックグラウンド γ 線スペクトルとプラスチックシンチレータ（上面のみ）との逆同時計数スペクトルの比較



地上レベルにおける測定
上面シンチレータのみ
窒素置換なし

タンDEM加速器施設の地上レベルに設置したGe検出器と地下2階に設置したGe検出器で測定した γ 線バックグラウンドスペクトルの比較



地上レベルの検出器は直径75mm、長さ73mmの同軸型
地下2階の検出器は直径70mm、長さ30mmの平板型
平板型による低減効果も含む
両者とも窒素置換あり

地下測定と宇宙線逆同時計数法を組み合わせることで、通常の地上レベルでの低バックグラウンド測定に比べて一桁程度低い γ 線バックグラウンドでの測定を実現できる見通しを得た。