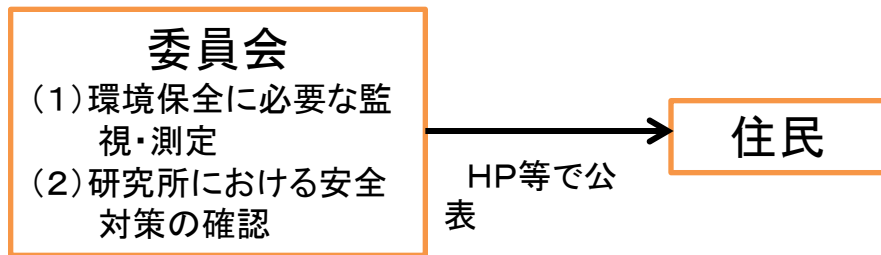


委員会が行う環境保全に必要な 監視及び測定(案)について

平成27年6月4日

安全監視委員会の業務

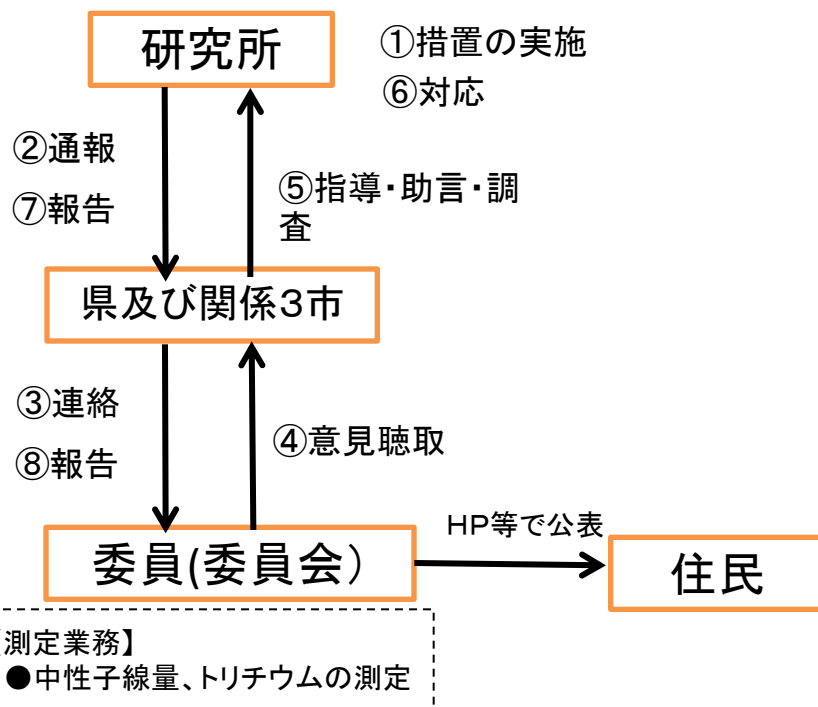
平常時



【測定業務】

- 中性子線量の測定
- トリチウムの測定

非常時(異常値を計測した場合、事故発生時等)



【測定業務】

- 中性子線量、トリチウムの測定

委員会の業務

- ① 研究所の監視及び測定結果の確認
- ② 委員会による監視・測定結果の検証(クロスチェック)
- ③ 研究所の安全対策設備の整備状況の確認
- ④ 研究所の教育・訓練の実施状況の確認
- ⑤ 非常時における研究所の対応等の確認
- ⑥ その他必要な事項の実施

①研究所の監視及び測定結果の確認

□測定体制の説明

現状
実験前
実験中
実験後

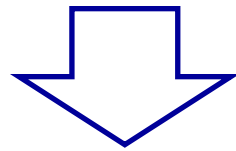
測定機器の種類、設置場所、測定頻度、校正状況等

□測定結果の報告

バックグラウンド
実験中の計測
実験後の計測

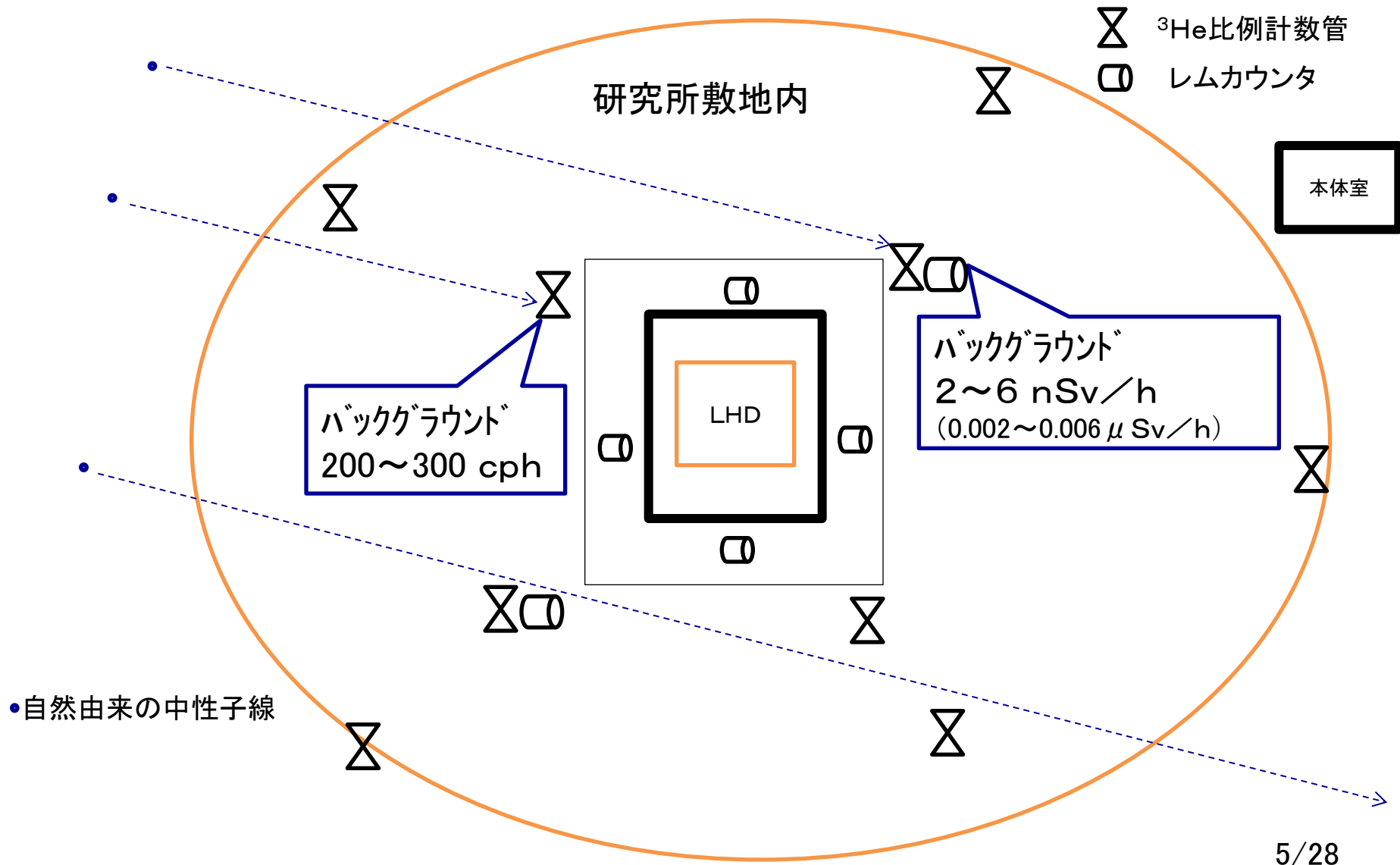
測定期間、測定値等

②委員会による監視・測定結果の検証 (クロスチェック)



委員会が行う環境保全に必要な
監視及び測定(案)について

研究所による中性子線の測定について (現在)



研究所による中性子線の測定について (実験期間中)

✂ B10又は³He比例計数管(計画)

✂ 屋上(計画)

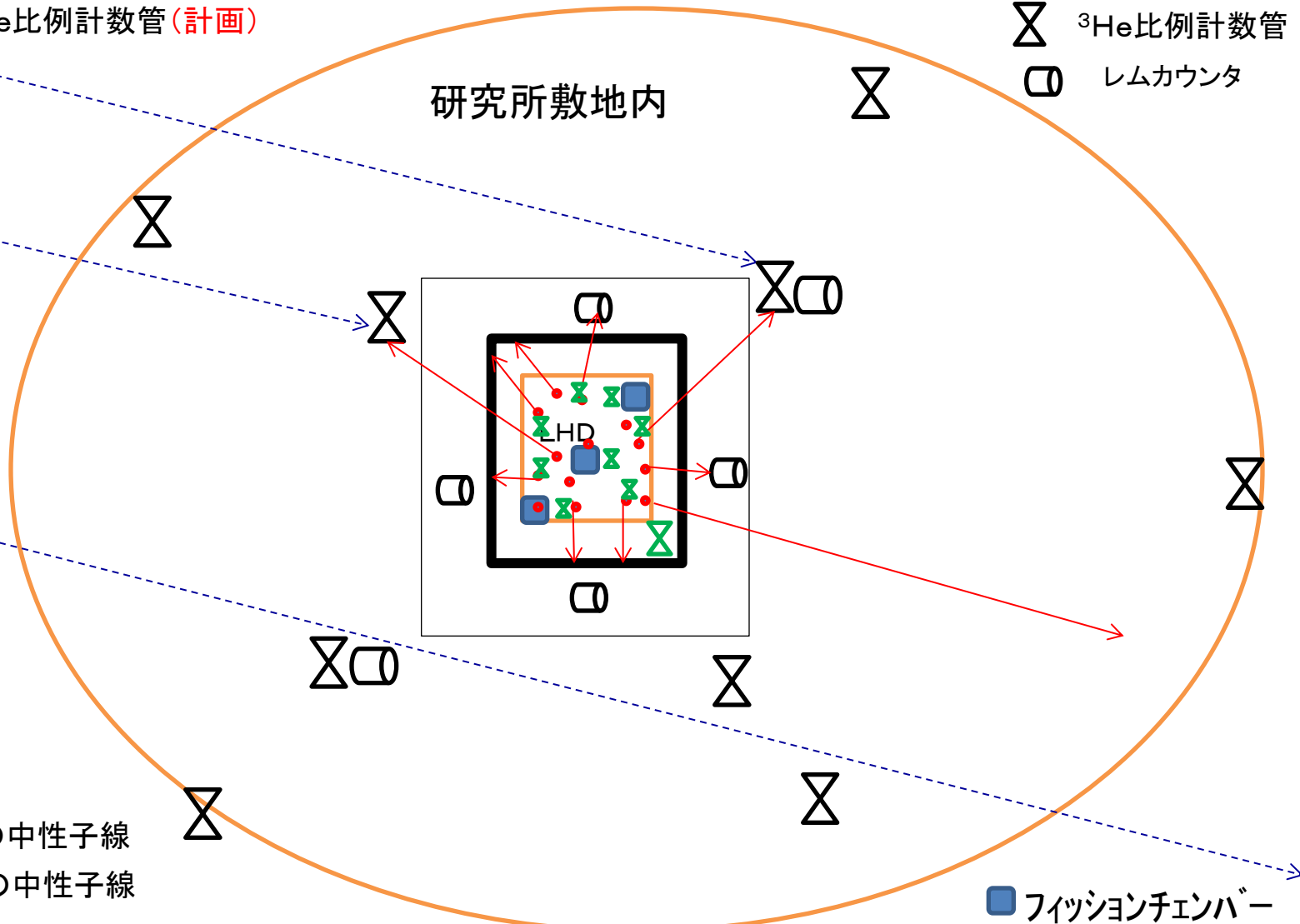
✂ ³He比例計数管

☉ レムカウンタ

研究所敷地内

- 自然由来の中性子線
- 実験起因の中性子線

■ フィッションチェンバー



研究所による中性子線の測定について (実験で発生する中性子数の計測)

- 本体室 フィッションチェンバー3台 (counts)
 B10又は³He比例計数管8台 (counts) (計画)

・3台のフィッションチェンバーにそれぞれ1台、計3台併設
・5台のNBIにそれぞれ1台、計5台設置



壁コンクリート厚:2 m 天井コンクリート厚:1.3 m

2m のコンクリート壁により中性子は1千万分の1に減衰

- 周辺室 レムカウンタ4台 (Sv)
 ³He比例計数管1台 (counts)



- 屋外
 敷地 ³He比例計数管9台 (counts)
 レムカウンタ2台 (Sv)
 屋上 ³He比例計数管1台 (counts) (計画)

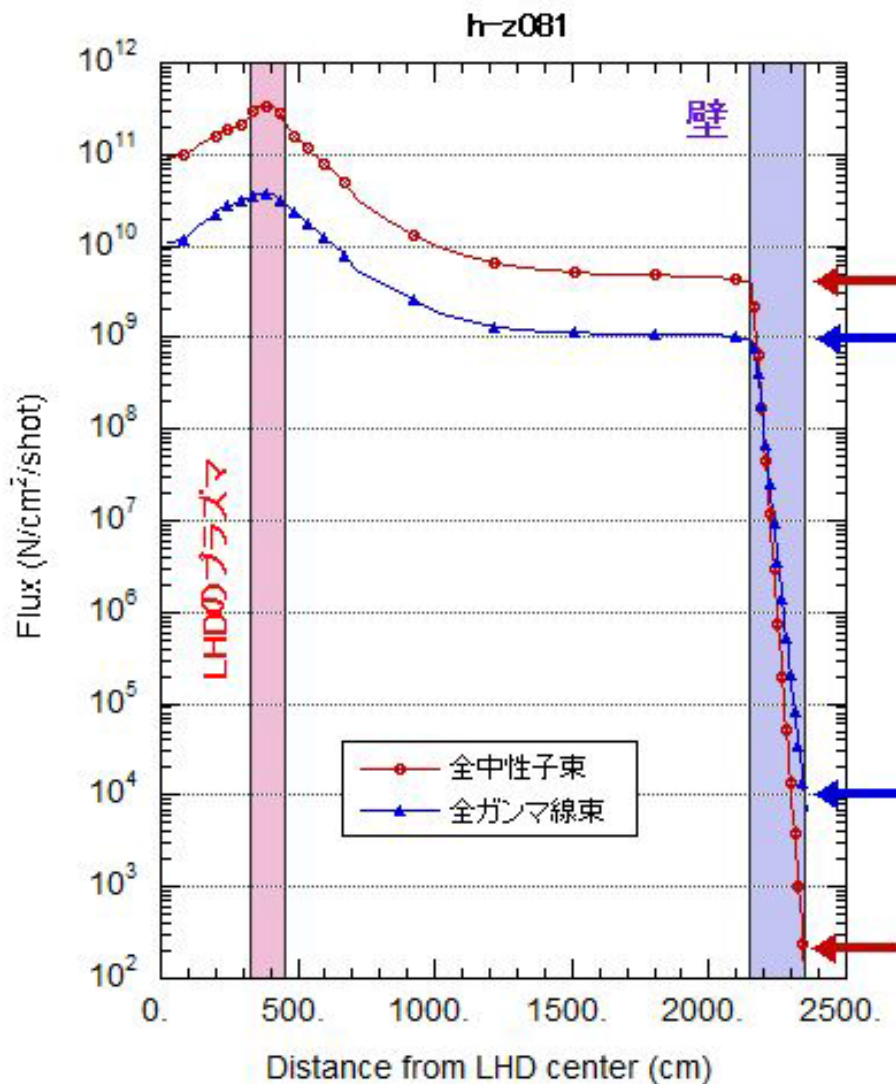
測定結果

発生総量

屋内量

屋外量

研究所による中性子線の測定について (中性子束およびガンマ線束の半径方向分布) [プラズマ水平断面]



標準放電条件での
プラズマ生成中に
人が最も近寄れる
実験室の壁の外側
では、1回の実験で
0.012マイクロシー
ベルトの放射線量

中性子発生数は、
最大中性子発生率
のプラズマを対象と
し、 1.9×10^{16} n/秒
(2.45MeV)、
 3.3×10^{14} n/秒
(14MeV)、1ショット
=3秒として評価

2mのコンクリート壁に
より中性子は1千万分
の1に減衰する

研究所による中性子線の測定について (実験に起因する中性子)

- プラズマ実験によってバースト状に中性子が発生することがある。
- 各測定局の中性子線検出器は光ケーブルを介して計数をスケーラに送り、スケーラは中央制御装置によって計数の記録モードを制御される。
- バーストを検知する前の通常記録モードはバックグラウンド(BG)モードである。バースト状放射線が発生したと認識された場合は、バーストモードに変更され、50ミリ秒間のパルスを積算測定し、これを105回繰り返すことでバースト発生直前から5.25秒分の時間変動データを記録する。記録されたデータは実験起因放射線量として、BGとは区別して扱う。
- 実験起因の中性子がレムカウンタによりカウントされた場合、カウント数からシーベルト換算も可能である。
- 大型ヘリカル実験棟及び敷地内に設置されたRMSAFEを構成する複数の放射線モニター(中性子用とガンマ(X)線用)は、独立した測定点の寄せ集めではなく、同時刻に得られた測定値から線量の空間分布も把握でき、放射線発生情報として、位置、方向、強度を類推し事象を詳細に説明することができる。

委員会による中性子線の測定について (方針)

- 委員会は県が所有する中性子サーベイメータ(アロカ社製: TPS-451BS)を用いて実験によるバーストで発生した中性子の環境への影響が少ないことを確認する。

測定場所: 1カ所

(研究所測定場所のうちLHDと標高差の少ない地点(IC))

測定回数: 実験前と実験中の2回

測定時間: 9時から17時までの8時間とする。

測定内容: 中性子のカウント数と線量率とする。

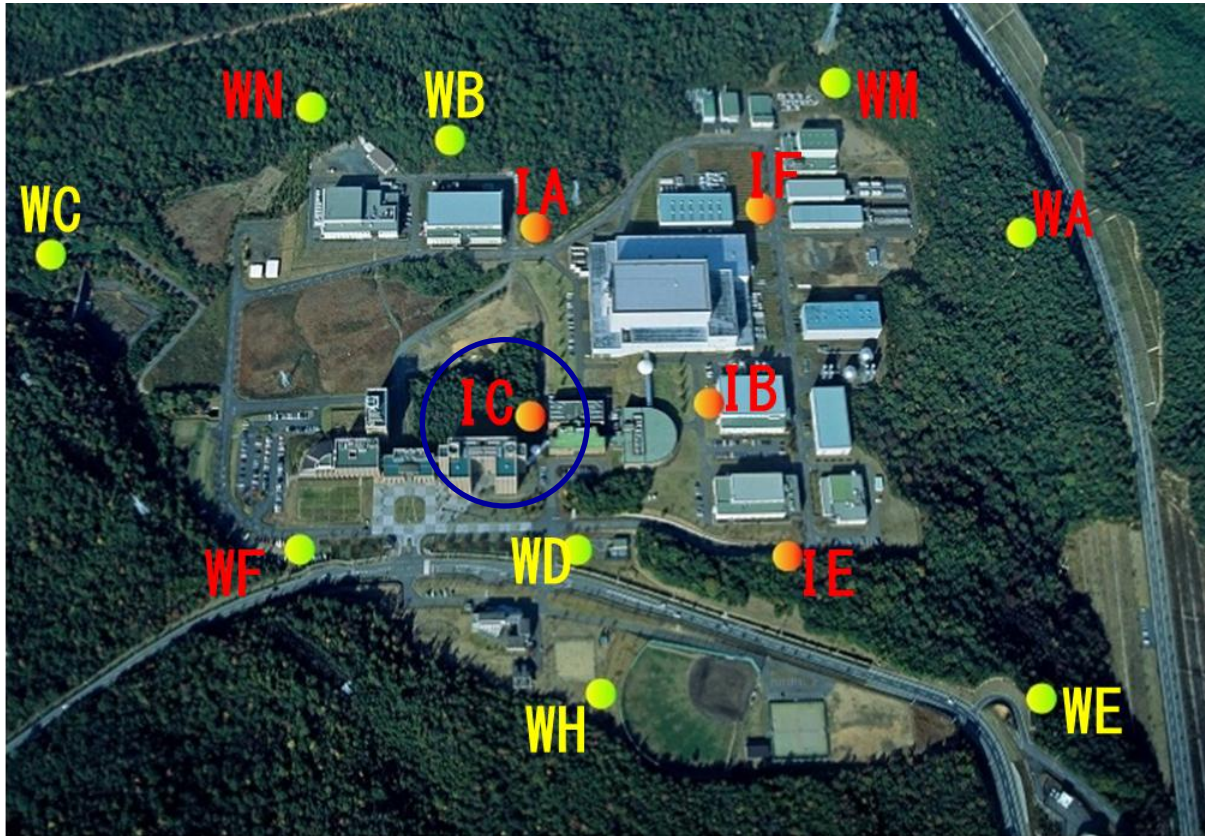
(※カウント数測定には、別途スケーラーを装着)

- 平常時と実験中のカウント数の差を確認・評価
- 研究所の測定結果との比較評価・検証
- 測定は、委員会事務局が行い、速報値をホームページで公開

委員会と研究所の測定機器比較

主な仕様	委員会	研究所	
機器名称	中性子サーベイメータ (TPS-451BS)	中性子測定器(RMSAFE)	レムカウンタ(RMSAFE)
検出器	^3He 比例計数管	^3He 比例計数管	^3He 比例計数管
減速	ポリエチレン(高密度)	ポリエチレン(高密度)25mm 厚	ポリエチレン(高密度)
内部吸収材	ホウ素化合物(エネルギー 特性補正用)	なし	ホウ素化合物(エネルギー 特性補正用)
測定エネルギー範囲	0.025eV～約15 MeV (ICRP51レスポンス準拠)	熱中性子エネルギー0.025eV (摂氏20℃)～10-20 MeV程度。	0.025eV～15 MeV (ICRP74レスポンス準拠)
中性子感度	1.5 cps/ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	約43 cps/nv [nは中性子密度 m^{-3} 、vは速度 m/s]	1.6 cps/ $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$
自然計数率	0.01 cps 以下	0.056～0.083 cps(実測値)	0.02 cps以下
測定範囲	0.01～10000 $\mu\text{Sv/h}$	計数率の領域として $0\sim 10^5 \text{min}^{-1}$	0.01～10000 $\mu\text{Sv/h}$
パルス出力	○	○	○
バースト測定	○	○	○

委員会の中性子線測定場所について



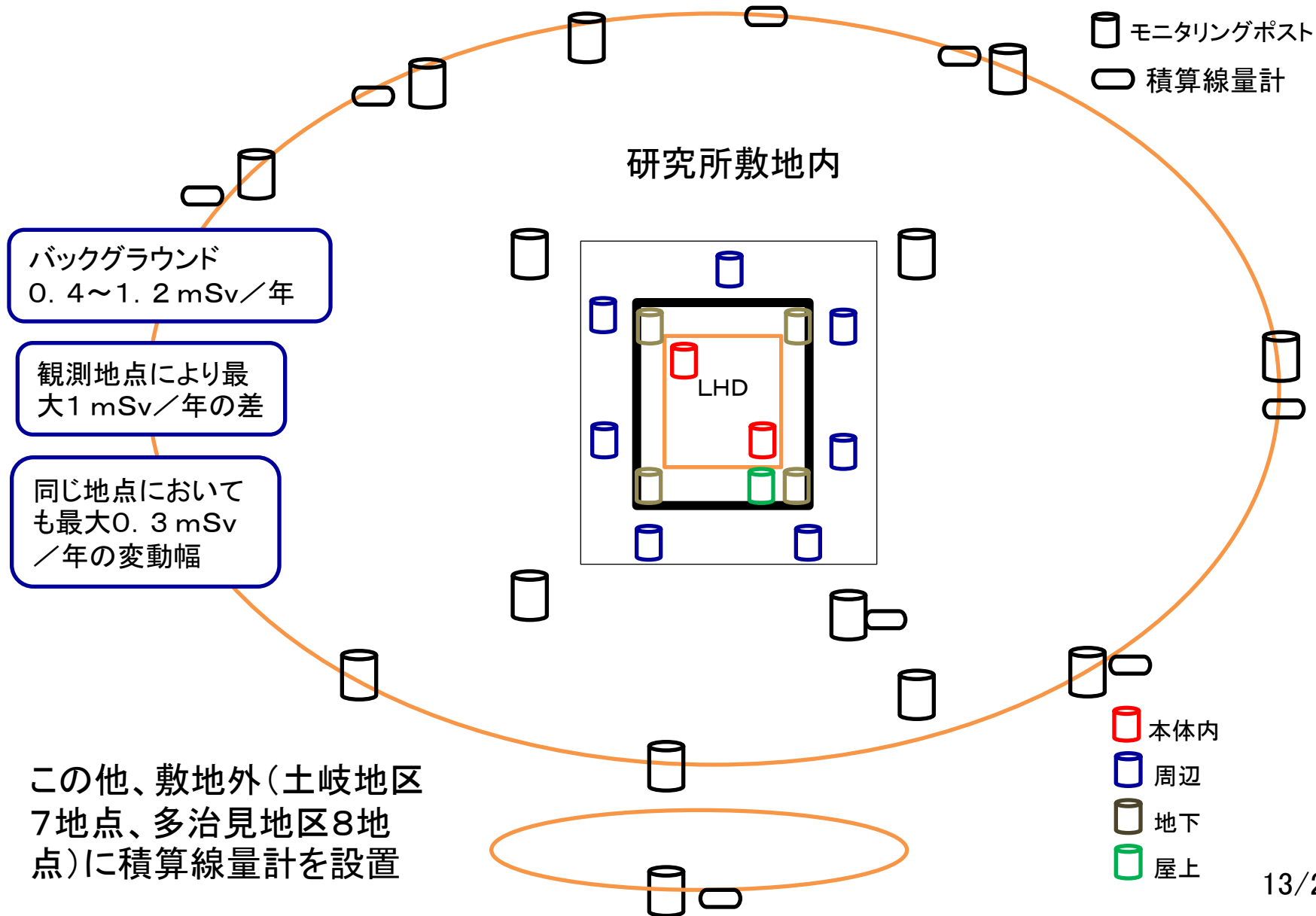
○ 測定場所案

RMSAFEによる研究所の中性子線測定状況

^3He	設置年	レムカウンタ	設置年
WA	H3		
WF	H8		
WM	H8		
WN	H14		
IA	H4		
IB	H4		
IC	H8	IC	H26
IE	H8		
IF	H8	IF	H26

研究所は、赤文字ポストにおいて、X(γ)線検出器に加えて、中性子線検出器を併設

研究所によるガンマ(X)線の測定について



研究所によるガンマ(X)線の測定について (実験で発生するガンマ(X)線の計測)

- 本体室 RMSAFE2台 (Sv)



壁コンクリート厚: 2 m 天井コンクリート厚: 1.3 m

2m のコンクリート壁により
ガンマは3万分の1に減衰



- 本体室地下 RMSAFE4台 (Sv)
- 周辺室 RMSAFE8台 (Sv)



- 屋外
屋上 RMSAFE1台 (Sv)
敷地 RMSAFE14台 (Sv)
積算線量計8箇所 (Sv)



- 敷地外
土岐地区 積算線量計7箇所
多治見地区 積算線量計8箇所

測定結果

本体室値

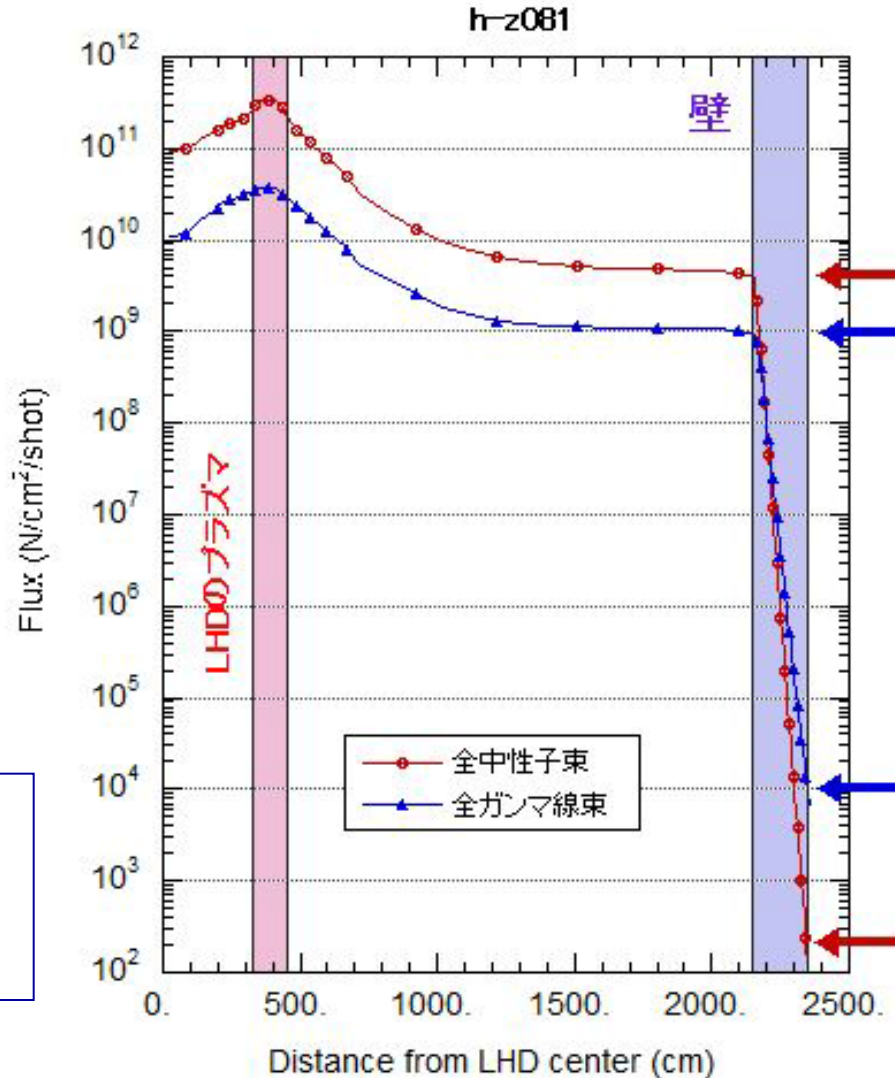
屋内値

敷地内

敷地外

減衰

研究所によるガンマ(X)線の測定について [プラズマ水平断面]



中性子発生数は、最大
中性子発生率のプラズ
マを対象とし、
 1.9×10^{16} n/秒
(2.45MeV)、 3.3×10^{14}
n/秒(14MeV)、1ショット
=3秒 として評価

2m のコンクリート壁により
ガンマ線は3 万分の1
に減衰する

2mの壁の外側の管理
区域境界では、
1.3mSv/3か月以下の
放射線量

研究所によるガンマ(X)線の測定について (実験に起因するガンマ(X)線)

- プラズマ実験に伴ってバースト状にガンマ(X)線が発生することがある。
- ガンマ(X)線の発生方向やエネルギーが実験ショット毎に異なる。
- 各測定局の放射線検出器は光ケーブルを介して計数をスケーラーに送り、スケーラーは中央制御装置によって計数の記録モードを制御される。
- バーストを検知する前の通常記録モードはBGモードである。バースト状放射線が発生したと認識された場合は、バーストモードに変更され、50ミリ秒間のパルスを積算測定し、これを105回繰り返すことでバースト発生直前から5.25秒分の時間変動データを記録する。記録されたデータは実験起因放射線量として、BGとは区別して扱う。
- 大型ヘリカル実験棟及び敷地内に設置されたRMSAFEを構成する複数の放射線モニター（中性子用とガンマ(X)線用）は、独立した測定点ではなく、同時刻に得られた測定値から線量の空間分布も把握でき、放射線の発生情報として、位置、方向、強度を類推し事象を詳細に説明することができる。

委員会によるガンマ(X)線の測定 (方針)

- 県が所有するサーベイメータでの測定は、測定表示が小数点2ケタのマイクロシーベルト単位の表示であることから、微量の変化を読み取ることはできない。また、ガンマ線によるバックグラウンドとその変動は、実験起因の推定線量率に比べて遙かに多いので、実験による変動を捉えることは難しい。
- 県が東濃西部総合庁舎に設置したモニタリングポスト(研究所から直線4.3Km)で平成23年10月から常時監視を行っており、バックグラウンドを把握しているが、実験開始前の現在において、県ポストの降雨などによるガンマ線の変動は、研究所のガンマ線の変動とほぼ同様の動きを示している。
- 県に変動がなく、研究所において変動があれば、研究所において何らかの原因が生じていることが推測できる。また、県のポストにおいても変動の原因核種を特定するスペクトル分布を測定することが可能であることから、線量率が上昇した場合の理由を調査することも可能。
- 以上のことから、実験中において研究所が公表しているガンマ線(X線)の変動と県が東濃西部総合庁舎に設置したモニタリングポストの変動に大きな差がないことを確認する。また、年間積算線量についても変動幅を確認する。

委員会と研究所の測定機器比較

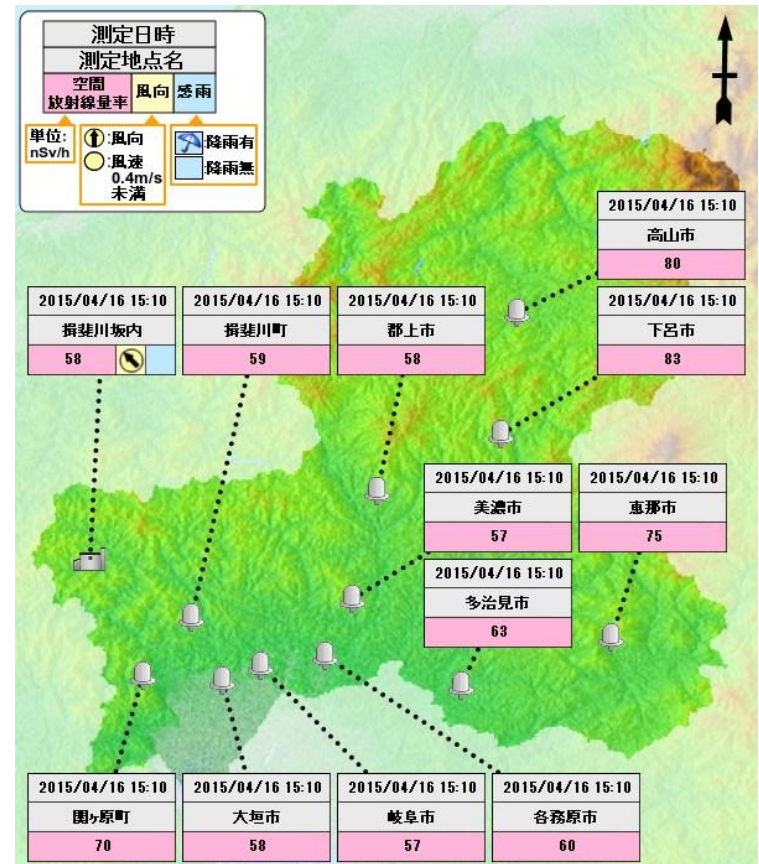
主な仕様	委員会		研究所	
機器名称	モニタリングポスト (MAR-22)	NaIシンチレーションサー ベイメータ(TSC-171B)	モニタリングポスト (RMSAFE)	モニタリングポスト (ガラス線量計)
検出器	φ50.8×50.8mm NaI(Tl) シンチレータ	φ25.4×25.4mm NaI(Tl) シンチレータ	球形電離箱 (敷地内監視用)	ガラス線量計
エネルギー測 定範囲	50keV～3MeV	50keV～3MeV	80keV～3MeV	30keV～3MeV
線量率測定 範囲	BG～10μGy/h (吸収線量率にX線、ガンマ線 の放射線荷重計数が1を乗じ て等価線量率を算出)	BG～30μSv/h BG～30μGy/h	0～50μSv/h	10μSv～10Sv (積算値)
保存データ	1分間の線量率 線量率カウント 計数率及び計数データ 10分間のスペクトルデ ータ	—	30秒毎の線量率(BGファイ ル)、50m秒刻み5秒間の タイムプロファイルデータと バースト積算ファイル	3か月積算データ
表示値	nGy/h	0.01μGy/h(μSv/h)～	nSv/h [敷地内測定データ: http://sewebserv.nifs.ac.jp/ map.php]	—
スペクトル データ出力	10分間のスペクトルデータ×	×	×	×
バースト測定	×	×	○	×

委員会によるガンマ(X)線の測定 (モニタリングポスト)

測定場所: 東濃西部総合庁舎(研究所から直線4.3Km)

測定方法: 常時監視

※ 平成23年10月から稼働し、ホームページでリアルタイム表示

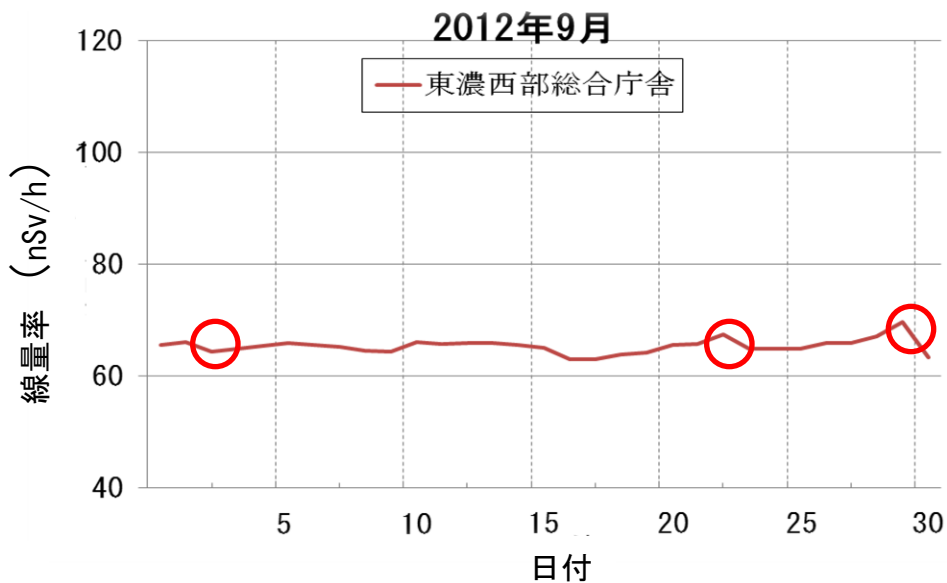
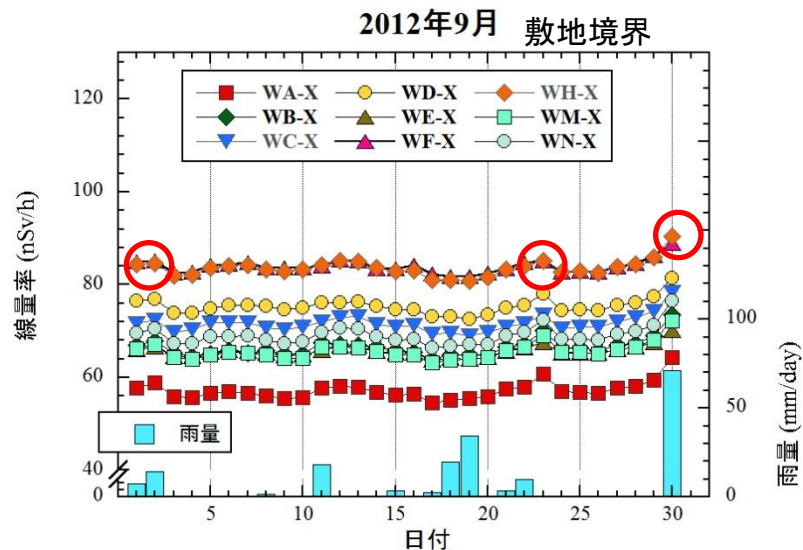
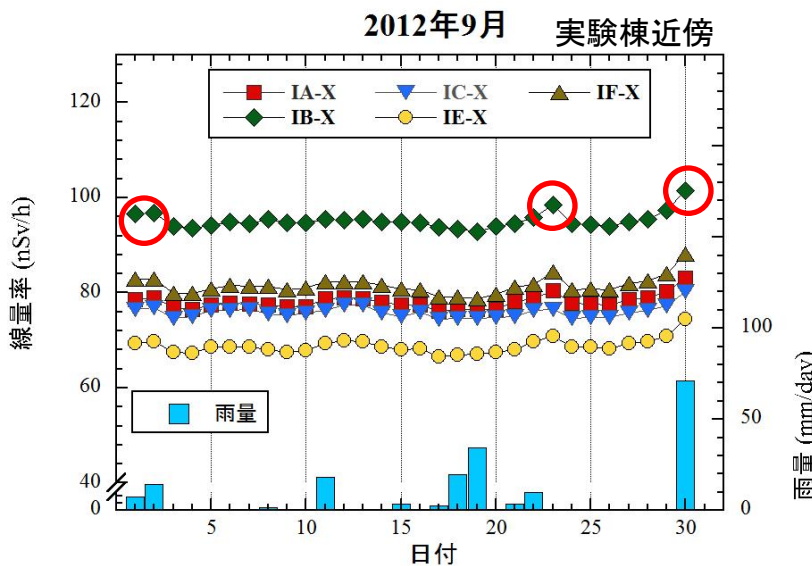


委員会によるガンマ(X)線の測定

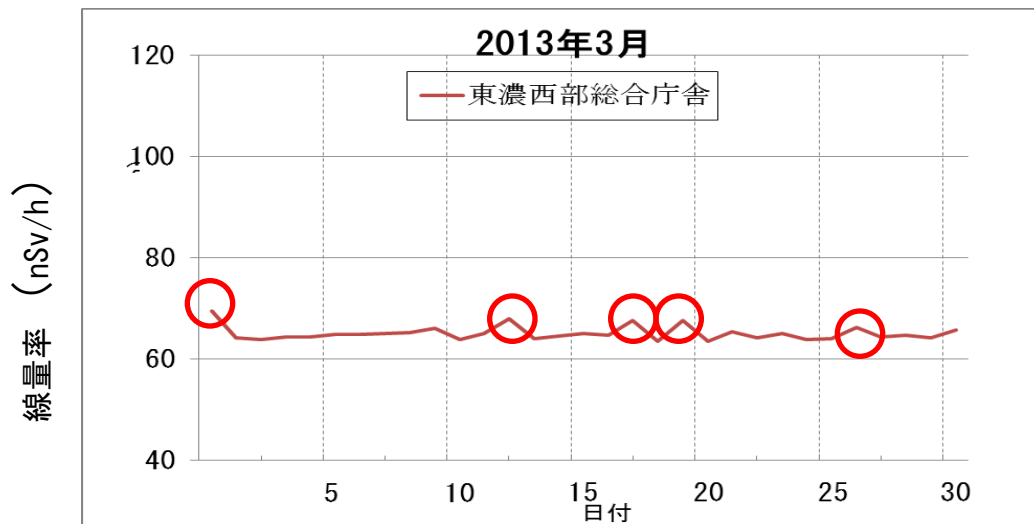
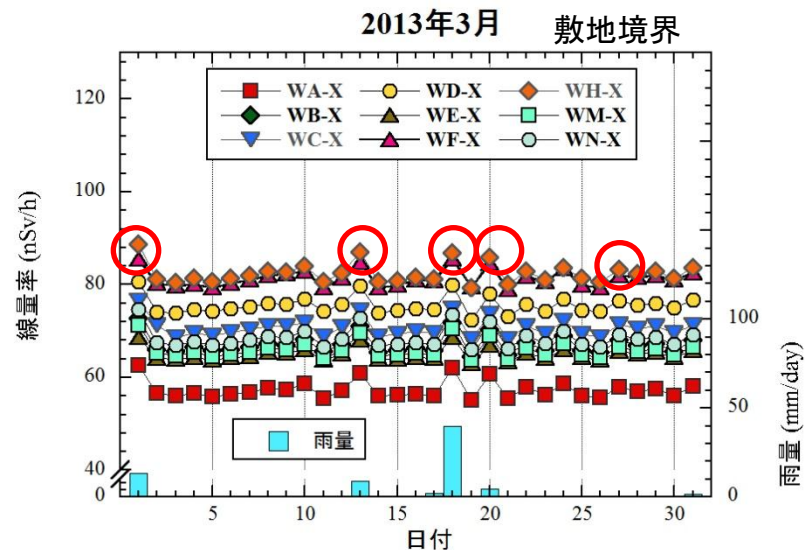
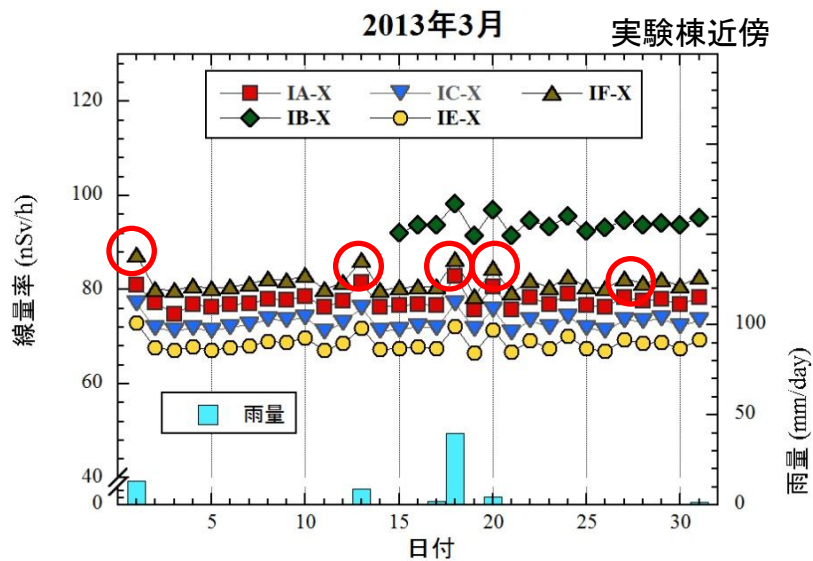
(空間放射線量積算値(μSv))

区分		平成23年	平成24年	平成25年	平成26年
1-3月	積算線量(測定値: μSv)	—	144.32	141.14	140.55
	1時間値最大値(μSv/h)	—	0.096	0.085	0.089
	1時間値最小値(μSv/h)	—	0.063	0.062	0.056
4-6月	積算線量(測定値: μSv)	—	142.01	141.89	141.26
	1時間値最大値(μSv/h)	—	0.084	0.088	0.092
	1時間値最小値(μSv/h)	—	0.061	0.062	0.062
7-9月	積算線量(測定値: μSv)	—	143.59	144.27	143.43
	1時間値最大値(μSv/h)	—	0.101	0.099	0.091
	1時間値最小値(μSv/h)	—	0.062	0.062	0.062
10-12月	積算線量(測定値: μSv)	145.81	146.05	145.19	144.94
	1時間値最大値(μSv/h)	0.086	0.094	0.087	0.102
	1時間値最小値(μSv/h)	0.063	0.062	0.062	0.062
年間	積算線量(測定値: μSv)	578.48	575.96	572.49	570.19
	1時間値最大値(μSv/h)	0.086	0.101	0.099	0.102
	1時間値最小値(μSv/h)	0.063	0.061	0.062	0.056

RMSAFEによる研究所X(γ)線量率測定データと県ポストとの比較



RMSAFEによる研究所X(y)線量率測定データと県ポストとの比較



研究所によるトリチウムの測定について (実験で発生するトリチウムの計測)

- LHD



回収装置(回収率95%)



- 排気塔 ガスモニタ
 トリチウム捕集装置

貯留槽 液体シンレーションカウンタ

- 屋外
 環境水 サンプルング測定
 大気 トリチウム捕集装置

測定結果

発生量

トリチウムを含む水(測定)
日本アイソトープ協会(JRIA)
へ処理委託
(無機液体廃棄物(³H)制限
値: 2 kBq/cc以下、もしくは
割増料金により20 kBq/cc以下)

測定値

管理値: 0.0002 Bq/cc
(3か月平均 法令の25分の1)
年間3.7GBq以下

測定値

管理値: 0.6 Bq/cc
(3か月平均 法令の100分の1)
管理値以下は下水
管理値を超える場合はJRIA

測定値

研究所によるトリチウムの測定について

[環境水に係るトリチウムの測定]

- ▶ 1982年(昭和57年)から、年4回(2月、5月、8月、11月)測定を実施。
- ▶ 土岐川集水域を対象とし、研究所敷地内にある分水嶺を境に、東側の妻木川集水域および西側の生田川集水域の河川水中トリチウムを監視。
校正は、年1回実施
- ▶ 純水から校正用試料を作成し、試料水を一般財団法人九州環境管理協会で値付けした後、校正に使用

[バックグラウンド]

2001年から2010年

- ▶ バックグラウンド変動幅:
検出下限値以下～1.4 Bq/L(最小値～最大値)

委員会によるトリチウムの測定について (方針)

- 委員会が独自に基準となるバックグラウンドを設定することは、時間的問題を考えれば難しいと考えられる。

※長年にわたりバックグラウンドデータを蓄積している研究所の測定をベースに基準とすべきバックグラウンドを設定



- 研究所の長期的な測定結果について、これまでの測定方法等も含めて委員会として確認・評価する。



- 研究所が設定する自然界の変動幅(バックグラウンド)について、同様に評価する。



- 委員会は、研究所と同時採水を行い、外部機関に試料の前処理と測定を委託し、その結果を基に研究所の測定値とクロスチェックする。
- 研究所の測定値と委員会の測定値を比較・検証する。
- 速報値をホームページで公開する。

委員会と研究所の測定内容の比較

主な仕様	委員会	研究所
前処理と測定	委託業者	委託業者が所内で実施
試料	2L（1L程度使用）	1L程度
前処理	電解濃縮法（アルカリ電解法）	濾過/蒸留処理のみ
測定装置	LSC-LBⅢかLSC-LB5[A社製]	LSC-LB5 [A社製]
液シン溶液	Ultima Gold LLT	Ultima Gold LLT
カクテル容量	100mL [試料: 50mL液シン: 50mL]	130 mL [試料: 65 mL, 液シン: 65 mL]
測定時間	500分	1500分[50分×15回×2サイクル]
検出限界	おおむね0.1Bq/L	0.2～0.3 Bq/L
結果の報告	1～2か月	2か月

文部科学省 放射能測定マニュアル No.9「トリチウム分析法(2002年改訂版)」に準拠

委員会によるトリチウムの測定について (測定回数と測定場所)

項目	委員会	研究所
測定回数	年2回 5月と11月に実施する。 ただし、今年度については5月分を8月に実施する。	年4回 [2月、5月、8月、11月]

※実験期間が約5か月となるため、概ね実験期間中とそれ以外となります。

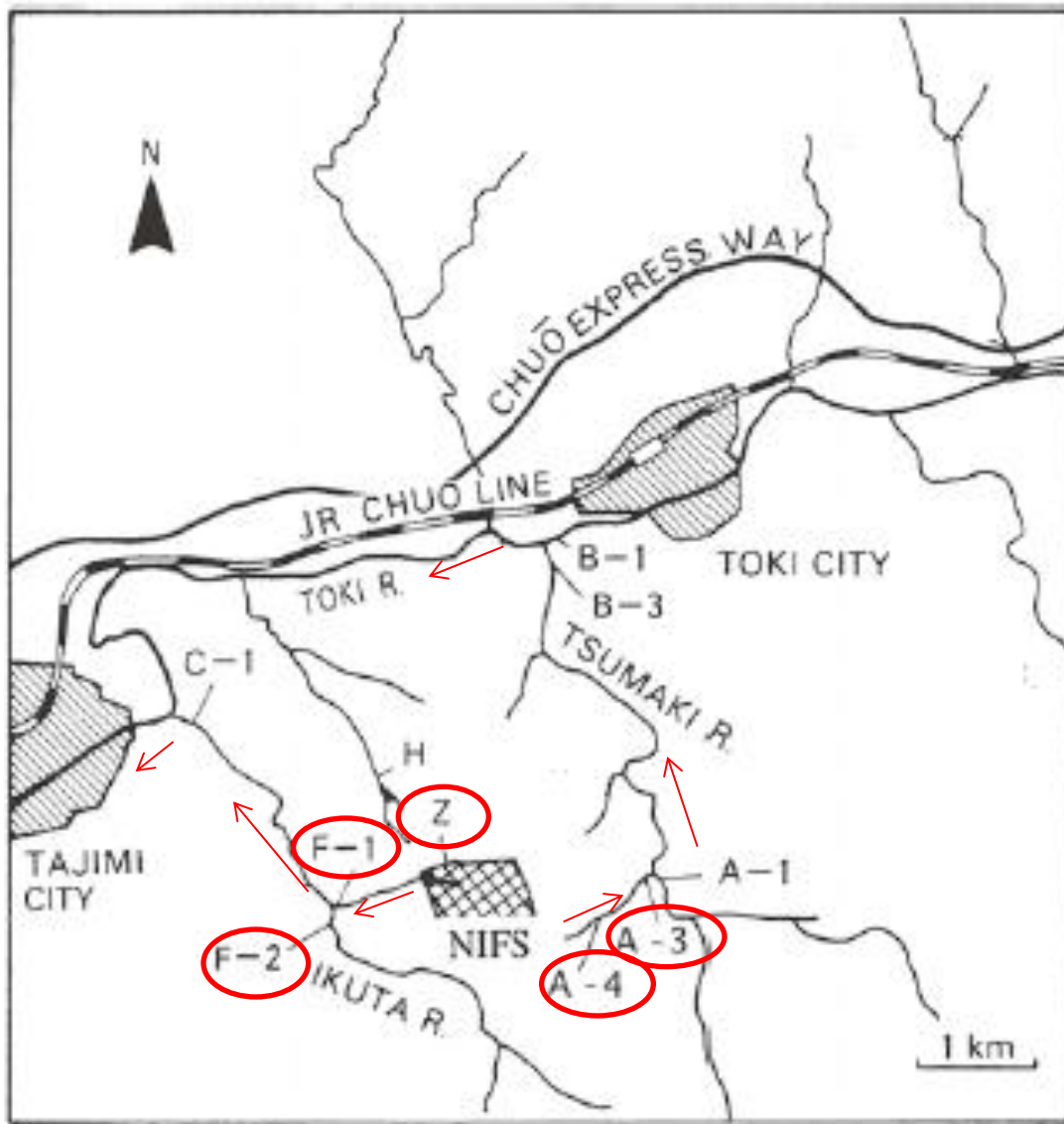
LHDの年間実施計画



※ 上記は計画であり、実験時期・期間については変更になる場合もある。

測定場所

○委員会測定場所



測定場所	委員会	研究所
A-1		採水のみ
A-3	○	測定
A-4	○	測定
B-1		測定
B-3		採水のみ
C-1		採水のみ
F-1	○	測定
F-2	○	測定
H		採水のみ
X		測定
Y		測定
Z	○	測定
雨水 (R)		測定

※クロスチェックとして実施するため現在測定している9地点から選定し、研究所雨水と雨水が直接流入する河川とする。