

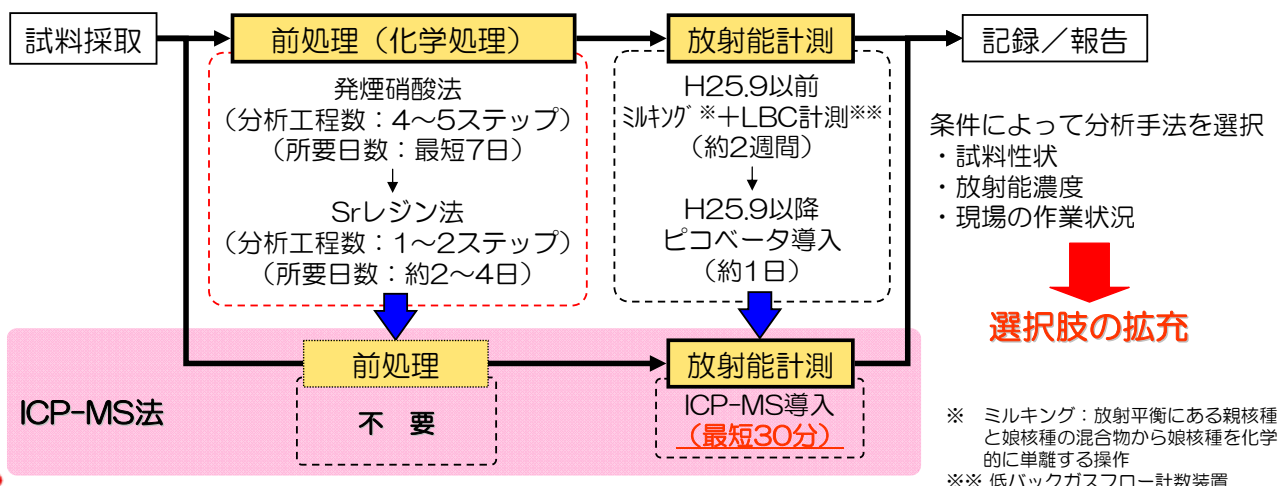
# ICP-MSによるストロンチウム分析の 運用開始について

平成26年11月27日  
東京電力株式会社

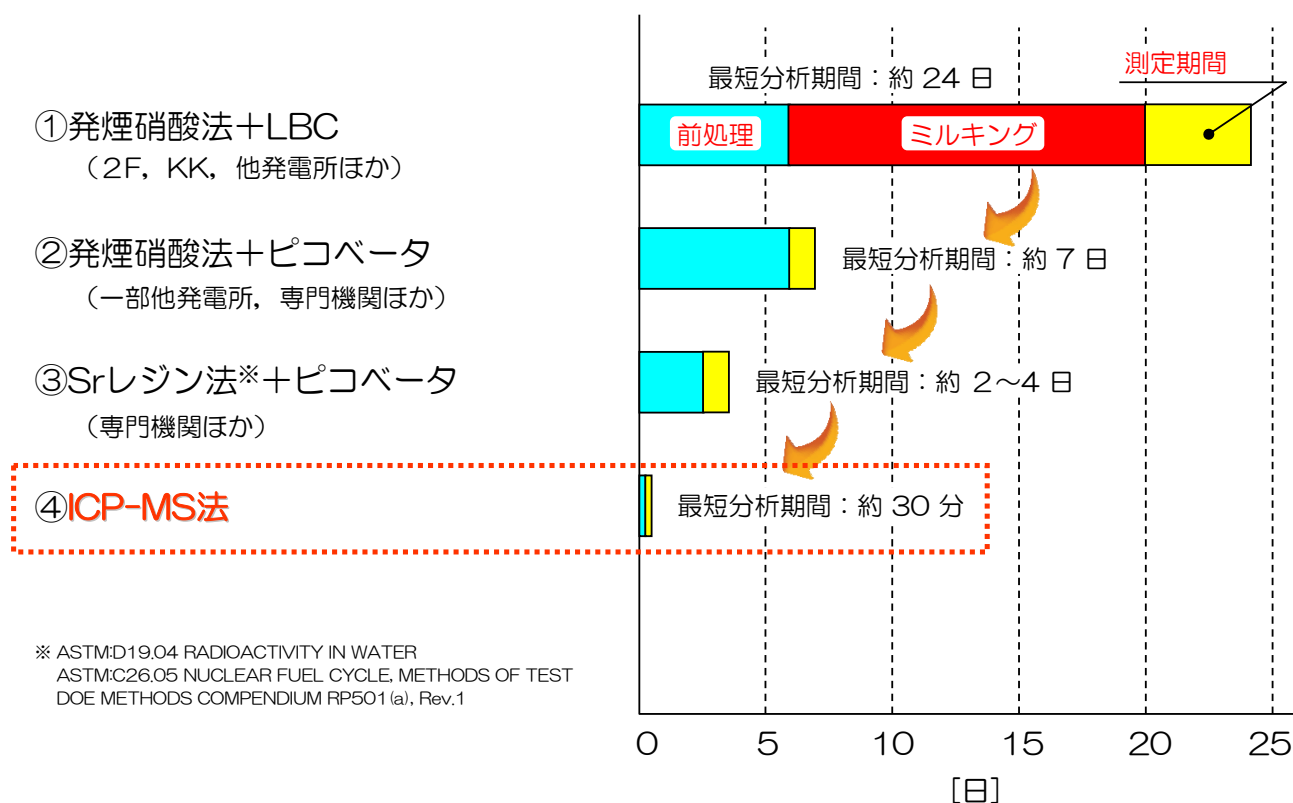


## 1. ストロンチウム分析の現状と選択肢の拡充

- ストロンチウム分析は難易度の高い前処理を必要とすることから、高度な専門技術と分析に長時間を要する。
- 平成25年9月より、分析時間の短縮化を目的として「β核種分析装置（ピコベータ）」を導入し大幅な時間短縮を実現。
- 平成26年8月より、前処理（化学的処理によるストロンチウムの抽出）の簡便化と更なる分析時間の短縮化を図るべく、【発煙硝酸法】から【Srレジン法】に変更。
- 福島大学を中心に開発している、**ICP-MSによるストロンチウム90分析法**（前処理が不要になり、**液体1試料あたり最短30分程度で測定が可能**）の導入を検討し、実試料等による実証試験データの確認が完了したため、**平成26年12月1日から運用開始**する。



## 2. ストロンチウム分析手法の迅速化



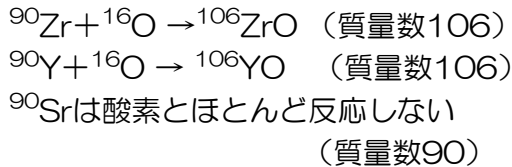
## 3. ICP-MSによるストロンチウム分析の概要 (1/2)

- ICP-MSによるストロンチウム90の分析手法は既に実用化されているが、福島大学と株式会社パーキンエルマー・ジャパンを中心に、日本原子力研究開発機構（JAEA）や海洋研究開発機構（JAMSTEC）の協力のもと開発している新しい分析法で、ICP-MSで**1Bq/Lを測定できる手法としては世界初の技術**。
- ストロンチウム90と同じ質量数を持つ同重体（イットリウム90やジルコニウム90）を“**カラム分離**”と“**金属酸化反応分離**”の2段階の分離操作により、**ストロンチウム90を単独ピークとして取得し、ストロンチウム90の定性定量分析が可能**。
- 本分析法は、「Analytical Methods」誌に論文が掲載されている。また、国内の学会やアイソトープニュースでも発表されている。

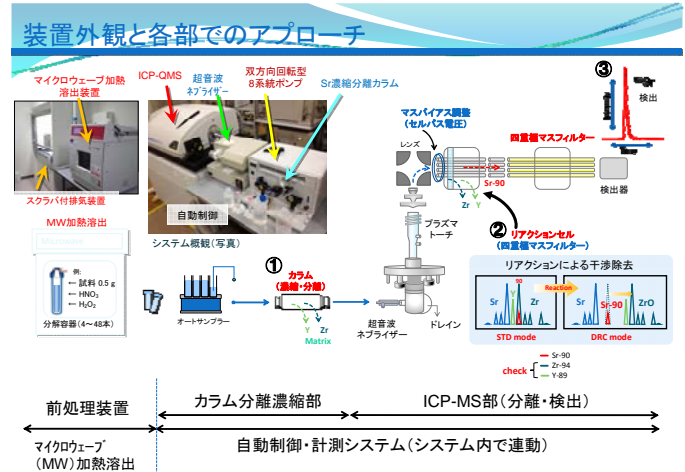
### 3. ICP-MSによるストロンチウム分析の概要 (2/2)

#### <各装置の機能 (図中の丸数字と対応) >

- ① カラム分離濃縮部では、**ストロンチウム吸着樹脂**を使用して、ジルコニウム90，イットリウム90，ゲルマニウム74等の**干渉となりうる元素の分離を行う**。
- ② 超音波ネブライザーで水の粒子を小さくした後、ICP-MS装置内の**リアクションセル**で、元素に対する酸化性の違いを利用し、ストロンチウム90と**干渉するジルコニウム90，イットリウム90のみを質量変換 (酸化性ガスを使用した酸化分離)**させて、**同重体の精密分離を行う**。



- ③ ①及び②の分離操作により、**質量数90付近のピークは、ストロンチウム90のみとなる**ため、**選択的にストロンチウム90を測定できる**。

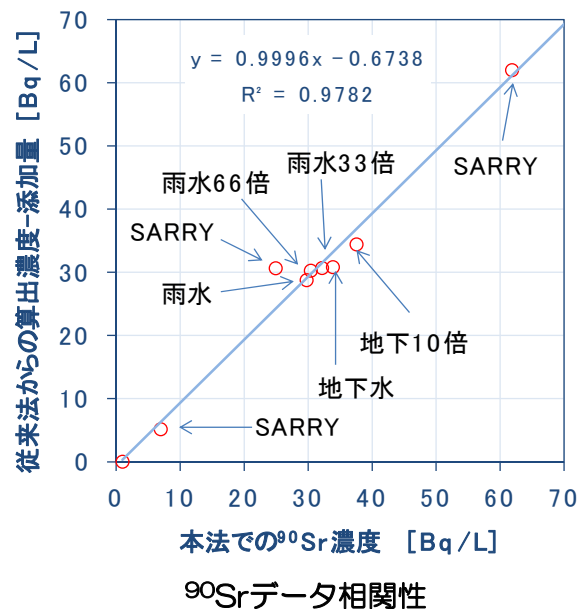


### 4. ICP-MSによるストロンチウム分析の実証試験結果 (JAEAラボ)

- JAEAラボにて【SARRY出口水】【堰内雨水の模擬試料】及び【地下水バイパス水の模擬試料】に放射性ストロンチウムを添加した試料で実証試験を行い、**従来法にて測定した結果と有意な差がない**ことを確認。(右下図「 ${}^{90}\text{Sr}$ データ相関性」)

- JAEAラボでの実証試験では、検出限界値1.7Bq/Lを取得。当初、当社へ導入する新型ICP-MSは、3.3倍の感度向上が期待され、0.5Bq/L程度の検出限界値が得られる見込みだった。

実際、福島第一ラボで分析した結果、**0.3Bq/Lの検出限界値**を得た。



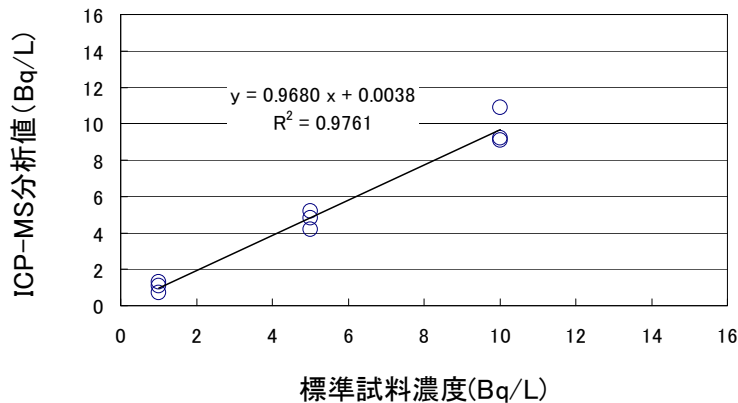
## 5. ICP-MSによるストロンチウム分析の実証試験結果（福島第一ラボ）

### 標準試料の分析結果

単位: Bq/L

核種	標準試料濃度 (Bq/L)	ICP-MSでの分析結果(Bq/L)		
		1回目	2回目	3回目
Sr-90	1	0.7	1.3	1.1
	5	4.2	4.8	5.2
	10	9.2	9.1	10.9

標準試料による実証試験結果



- 標準試料の分析結果では、相関性のあるデータが得られたため、**1~10Bq/Lの低濃度の測定にも適用できることを確認**。
- 流速等の改良により、1試料あたり測定+洗浄=**23分で測定**を完了。

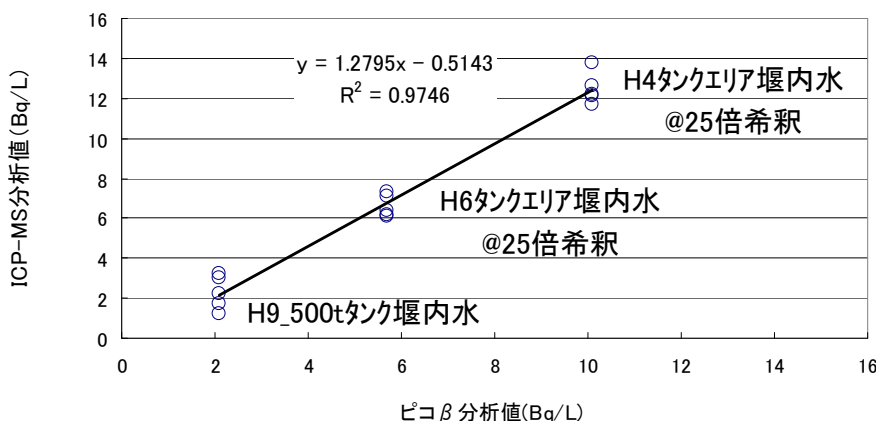
## 5. ICP-MSによるストロンチウム分析の実証試験結果（福島第一ラボ）

### 実試料（堰内雨水）の分析結果

単位: Bq/L

試料名	ピコβでの分析結果	ICP-MSでの分析結果				
		1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
H9 500tタンク堰内水	2. 1	3. 0	3. 2	2. 2	1. 2	1. 7
H6タンクエリア堰内水 @25倍希釈	5. 7	6. 4	6. 2	7. 1	7. 3	6. 1
H4タンクエリア堰内水 @25倍希釈	10. 1	13. 8	11. 7	12. 6	12. 1	12. 2

堰内雨水の実証試験結果



- 堰内雨水の分析結果では、**従来法（ピコベータ）で測定した結果と概ね同等な値が得られたことを確認**。

## 6. ICP-MSによるストロンチウム分析の適用試料及び今後の課題

- ICP-MS法の分析対象は、妨害イオン種が少なく、検出限界値が1 Bq/Lを超える条件で分析する淡水試料（表中緑色部）とする。[まずは、実証試験で確認した堰内雨水のSr測定からICP-MS法を適用し、段階的に適用範囲を拡大する。](#)
- 環境管理棟に1台設置したICP-MSの使用状況、技術開発（検出感度の向上、海水への適用）の結果を踏まえた上で来年度2台を購入予定。
- **今後の課題**：4m盤地下水、海水等は、塩素等の妨害イオン種の除去が必要のため、福島大学、装置メーカー等を軸に最優先で技術開発を進める。これに当社も積極的に協力する。また、0.01Bq/L程度の検出限界値を確保するための技術開発も必要。

試料	計測装置	測定時間	測定頻度(試料数/月)	検出限界値	備考	
タービン建屋地下階滞まり水	LBC (全β測定)	約2時間	2	1E+4~ 1E+6Bq/L	全βによる 代替測定	
堰内雨水	GM管式α-β (Sr測定)	約1時間	約 50	1Bq/L	簡易測定法 による代替測定	
タンク等漏えい監視用観測井戸	LBC (全β測定)	約2時間	約 750	20~30Bq/L	全βによる 代替測定	
地下水 バイパス	LBC (全β測定)	日常排水管理	約2時間	約 20	5Bq/L	全βによる 代替測定
		定期水質管理	約8時間	3		
	詳細分析			1	0.01Bq/L	コンボジット試料
サブドレン水	LBC (Sr測定)	約4週間	2			
海水			10			
4m盤護岸地下水	ピコベータ (Sr測定)	約10日	約 10	2Bq/L		

## 7. 対応スケジュール

- 平成26年8月8日  
： ICP-MSの現場設置
- 平成26年8月中旬 ~ 11月中旬  
： 実証試験，従来法とのクロスチェック
- 平成26年12月1日  
： 運用開始予定

