



VF NUCLEAR



原子力発電所



廃棄物の管理



研究設備

WAM シリーズ 放射性廃棄物 分析モニター



WAM-300

特徴

- ・ 様々な形状のドラム缶に対応、検出器のカスタマイズ対応
- ・ 複数の測定器でドラム缶の表面線量率の高速スキャン
- ・ ドラム缶内の放射能(Bq)と密度分布を断層測定分析
- ・ スペクトル測定からの核種識別、放射能(Bq)解析
- ・ 密度測定の結果から全光電ピークの減衰を補正
- ・ 自動調節機能を備えたコリメーター絞付きHPGe検出器
- ・ 廃棄ドラム缶内の3次元ブロック(最小0.6L)ごとの測定
- ・ 廃棄ドラム缶の重量測定
- ・ 統合制御ソフトウェアと密度・放射能解析レポート出力

3タイプのWAM

廃棄物分析モニター WAMは、高さ、形状、重量が異なる放射性廃棄物（ドラム缶）の放射性物質の放射能(Bq)、核種識別、最大表面線量を測定する原子力発電所向けのモニターです。放射性廃棄物貯蔵所に保管される低レベル、および中レベルの破棄物分析に利用できます。

- ・ **WAM-200**は、ドラム缶を上から下まで9分割して放射能(Bq)と、ドラム缶表面の最大放射線量を測定するガンマ断層測定スキャナーです。
- ・ **WAM-300**は、同様に9分割で放射能(Bq)測定、表面の最大放射線量を測定します。さらに放射線源を利用してドラム缶を透過させた減衰測定により密度の測定ができるガンマ断層測定スキャナーです。
- ・ **WAM-400**は、WAM-300の機能に加えて、ドラム缶を0.6~1リットルごとのブロックに分けて放射能と密度の分布図を視覚化できる3次元映像ガンマ線スキャナーです。

WAM 標準搭載システム

- ・ 重量測定スケールを搭載したドラム缶回転プラットフォーム
- ・ HPGe 検出器(液体窒素冷却、効率15%)と放射性核種を識別する固定コリメーター測定システム
- ・ 垂直昇降機構によりドラム缶全体の高さの測定とセグメントごとの断層測定システム
- ・ 廃棄物ドラム缶分析を行う制御ソフト、レポート出力

WAM-300, WAM-400のみ

- ・ ドラム缶の中の密度を測定するために放射線源(Eu152 370 MBq)が使われています。ドラム缶を回転させながら放射線源の減衰を測定し密度の分布を測定してスペクトル測定時のピーク減衰補正係数を自動的に計算します。これにより各階層またはブロック体積ごとの核種ごとの放射能を正確に測定できます。

追加できるオプション

- ・ 廃棄物の放射能に応じて異なる効率のHPGe検出器と交換
- ・ 検出器の冷却システム（電気または液体窒素とのハイブリッド）
- ・ 高速スキャンが可能なコリメートされた複数の線量計
- ・ 表面線量の高速スキャン結果をもとにコリメーターの絞りを自動調節してHPGe 検出器の効率を最大化
- ・ ロボットアームによる完全自動の放射性廃棄ドラム検査システム
- ・ 放射性廃棄ドラムの表面の拭き取り表面汚染検査システムの追加
- ・ ドラム缶からのバーコード、QRコード、RFIDなどの自動読み取り

断層ガンマ測定スキャナー

WAM-200, WAM-300の放射能と密度測定を誤差5～20%で実行します。WAM-200 はドラム内の放射能と物質密度が均一なものとして測定、WAM-300 はドラム缶を上から下に9分割して各断面で均一な分布として測定します。

3次元影像ガンマ測定スキャナー

WAM-400 は、放射線源を使い回転するドラム缶を通過する放射線の減衰を測定することで内部の物質密度を3次元ブロック的に測定します。これによりスペクトル測定のピーク減衰補正を行い核種ごとの放射能(Bq)を正確に測定できます。通常 5 ～ 20% (最大 50%) の範囲の誤差で放射能と密度測定が可能です。

実際の測定作業

放射性廃棄物を回転台に載せると重量が測定されます。次に測定開始ボタンを押すと断層スキャンが自動で実行されドラム缶表面の最大線量率を測定します。高速スキャンのオプションがある場合には、複数の測定器を同時に使ってより短時間で最大線量率の測定が行われます。

次にゲルマニウム半導体検出器 HPGe 検出器を使い、ドラム缶からのスペクトルを回転させながら計測します。コリメータ開口サイズは表面線量のデータを元に検出効率を最大化するために自動的に調整されます。

WAM-300, 400は、放射線源を使用して廃棄物ドラムの密度測定を実行しドラム内の物質の密度を3次元階層、または3次元ブロック的に測定します。密度測定の結果に応じてピーク減衰補正係数を設定することで、核種ごとの放射能を算出することが可能となります。

制御ソフトウェア

- ・新しい放射性廃棄物・ドラム缶測定の開始
- ・手動 WAM 制御、校正の実行
- ・これまでに測定結果の表示
- ・実行された校正の履歴
- ・エラー表示、これまでの履歴
- ・廃液ドラムの測定結果のレポートの印刷
- ・WAM 調整・メンテナンスレポートの印刷

仕様

検出器	HPGe
・ 効率	10～30%
・ 効率(WAM-400)	50%
測定範囲(¹³⁷ Cs)	3 kBq ～ 3 T Bq
分解能 FWHM (122 keV)	< 0.85 keV
分解能 FWHM (1330 keV)	< 1.85 keV
コンプトンピーク比	60 : 1
温度	5 ～ 55 °C
湿度	最大80% (結露なし)
気圧	86～106 kPa
電源	100 VAC, 220-240 VAC
高速スキャン検出器	CdTe (コリメータ)
ドラム缶の重量	< 800 kg
ドラム缶の直径	610 mm
ドラム缶の容量	200 リットル
放射線源	Eu152, 350 MBq

関連製品

MK-30P : サンプル測定器

PAM-170 : ハンディ表面汚染サーベイメータ

MDG-12S : 指向性線量測定モジュール

YouTube



WAM-400の紹介動画はこちらから
<https://www.youtube.com/watch?v=Jc-jGECV-DI>



WAM シリーズ

放射性廃棄物分析モニター



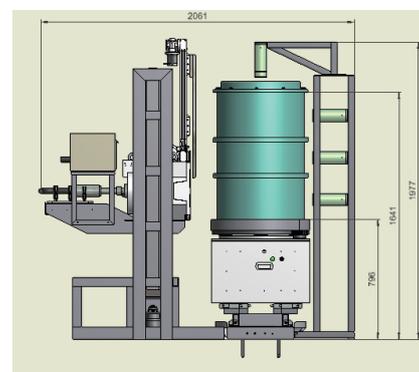
WAM-200



WAM-300



WAM-400



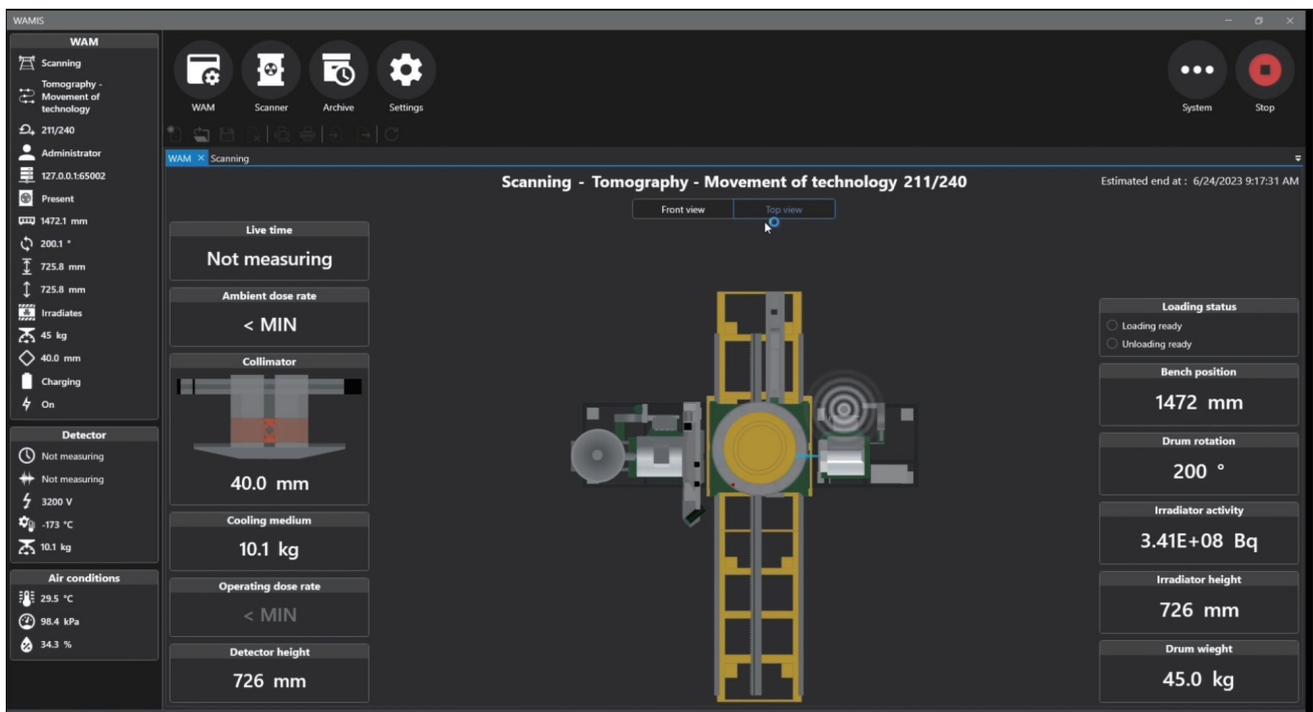
高速スキャンオプション

WAM シリーズ 放射性廃棄物分析モニター

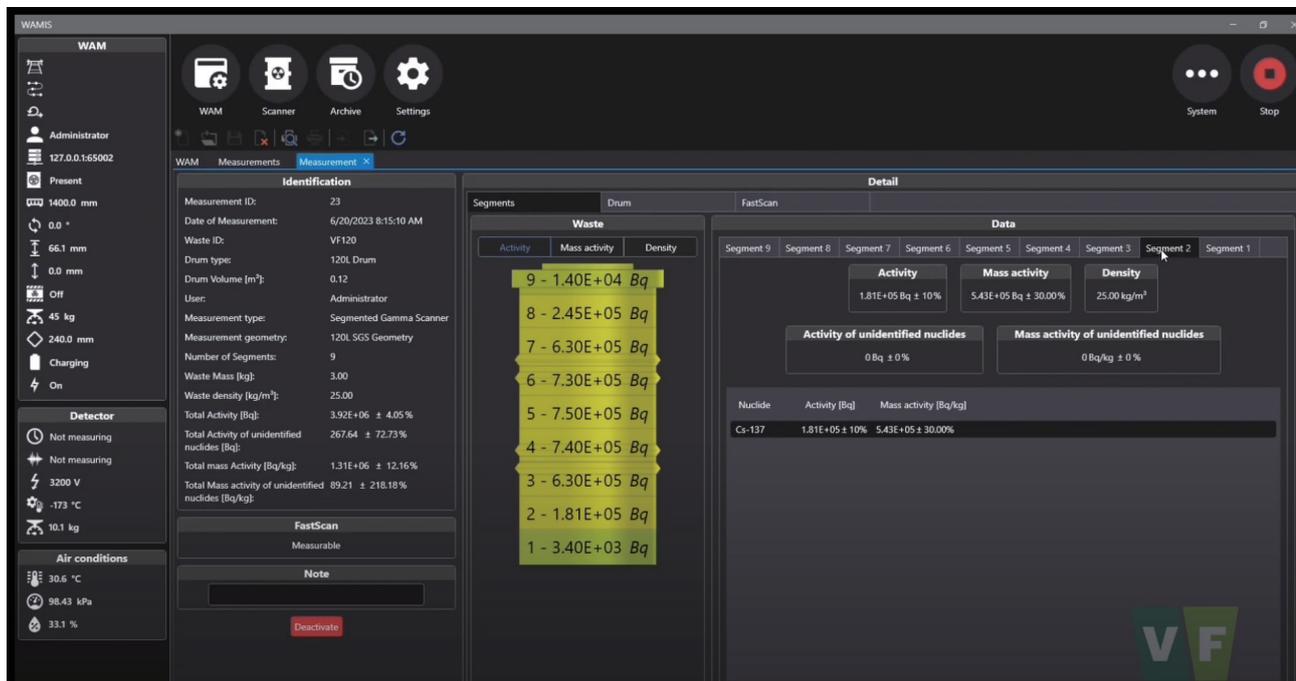
WAM-400 シリーズ、制御端末の導入例



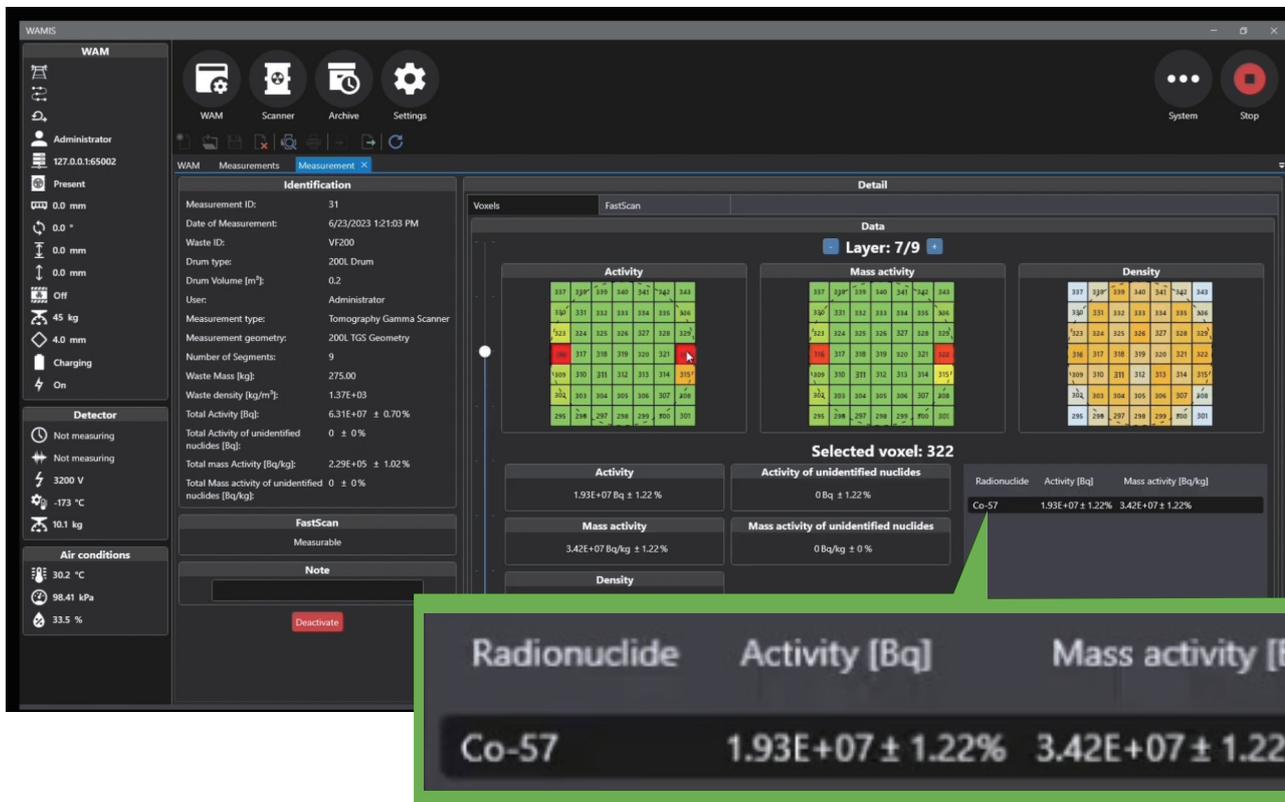
WAMIS - 制御端末の表示



9分割したドラム缶の各階層ごとの放射能の測定結果



ドラム缶を縦方向に9分割、各階層を49分割した測定結果



Radionuclide	Activity [Bq]	Mass activity [Bq/kg]
Co-57	1.93E+07 ± 1.22%	3.42E+07 ± 1.22%



WAM シリーズ

放射性廃棄物分析モニター

9分割したドラム缶の各階層ごとの測定結果

Total activity	Mass activity	Density
9 - 0 Bq	9 - 0 Bq/m ³	9 - 0.51 kg/m ³
8 - 0 Bq	8 - 0 Bq/m ³	8 - 0.51 kg/m ³
7 - 7.02E+03 Bq	7 - 2.63E+03 Bq/m ³	7 - 34.00 kg/m ³
6 - 5.03E+04 Bq	6 - 1.89E+04 Bq/m ³	6 - 63.44 kg/m ³
5 - 7.42E+04 Bq	5 - 2.78E+04 Bq/m ³	5 - 63.44 kg/m ³
4 - 8.28E+04 Bq	4 - 3.10E+04 Bq/m ³	4 - 78.67 kg/m ³
3 - 8.22E+04 Bq	3 - 3.08E+04 Bq/m ³	3 - 91.35 kg/m ³
2 - 3.16E+04 Bq	2 - 1.19E+04 Bq/m ³	2 - 101.50 kg/m ³
1 - 2.20E+04 Bq	1 - 8.24E+03 Bq/m ³	1 - 106.58 kg/m ³

3分割したドラム缶の各階層ごとの測定結果

3 - 1.00E+06 Bq
2 - 2.05E+06 Bq
1 - 6.28E+05 Bq

レポート出力

**Waste Measurement Report
No. 45**

Date: 19/06/2023 14:14 Measured by: Administrator

Identification:
 Waste ID: VF200
 Type of drum: 200L Drum
 Volume of drum: 0.2 m³
 Measurement type: Tomography Gamma Scanner

Results of measurements - Summary:
 Mass: 278.5 kg Density: 1.39E+03 kg/m³

Identified nuclides:
 Total activity: 4.90E+07 Bq ± 6.75% Total mass activity: 1.76E+05 Bq/kg ± 6.79%

Non identified Nuclides:
 Total activity: 0 Bq ± 0% Total mass activity: 0 Bq/kg ± 0%

高線量シールドを追加したWAMシステム



Identified nuclides:

Nuclide	Total activity [Bq]	Mass activity [Bq/kg]
Ba-133	3.22E+07 ± 6.71%	1.16E+05 ± 6.75%
Co-57	1.68E+07 ± 14.91%	6.03E+04 ± 14.93%

#	Total activity	Mass activity	Density																																																																																																																																																			
9	<table border="1"> <tr><td>415</td><td>436</td><td>417</td><td>438</td><td>419</td><td>440</td><td>441</td></tr> <tr><td>420</td><td>429</td><td>430</td><td>431</td><td>432</td><td>433</td><td>434</td></tr> <tr><td>421</td><td>422</td><td>423</td><td>424</td><td>425</td><td>426</td><td>427</td></tr> <tr><td>414</td><td>415</td><td>416</td><td>417</td><td>418</td><td>419</td><td>420</td></tr> <tr><td>437</td><td>438</td><td>439</td><td>440</td><td>441</td><td>442</td><td>443</td></tr> <tr><td>400</td><td>401</td><td>402</td><td>403</td><td>404</td><td>405</td><td>406</td></tr> <tr><td>393</td><td>394</td><td>395</td><td>396</td><td>397</td><td>398</td><td>399</td></tr> </table>	415	436	417	438	419	440	441	420	429	430	431	432	433	434	421	422	423	424	425	426	427	414	415	416	417	418	419	420	437	438	439	440	441	442	443	400	401	402	403	404	405	406	393	394	395	396	397	398	399	<table border="1"> <tr><td>415</td><td>436</td><td>417</td><td>438</td><td>419</td><td>440</td><td>441</td></tr> <tr><td>420</td><td>429</td><td>430</td><td>431</td><td>432</td><td>433</td><td>434</td></tr> <tr><td>421</td><td>422</td><td>423</td><td>424</td><td>425</td><td>426</td><td>427</td></tr> <tr><td>414</td><td>415</td><td>416</td><td>417</td><td>418</td><td>419</td><td>420</td></tr> <tr><td>437</td><td>438</td><td>439</td><td>440</td><td>441</td><td>442</td><td>443</td></tr> <tr><td>400</td><td>401</td><td>402</td><td>403</td><td>404</td><td>405</td><td>406</td></tr> <tr><td>393</td><td>394</td><td>395</td><td>396</td><td>397</td><td>398</td><td>399</td></tr> </table>	415	436	417	438	419	440	441	420	429	430	431	432	433	434	421	422	423	424	425	426	427	414	415	416	417	418	419	420	437	438	439	440	441	442	443	400	401	402	403	404	405	406	393	394	395	396	397	398	399	<table border="1"> <tr><td>415</td><td>436</td><td>417</td><td>438</td><td>419</td><td>440</td><td>441</td></tr> <tr><td>420</td><td>429</td><td>430</td><td>431</td><td>432</td><td>433</td><td>434</td></tr> <tr><td>421</td><td>422</td><td>423</td><td>424</td><td>425</td><td>426</td><td>427</td></tr> <tr><td>414</td><td>415</td><td>416</td><td>417</td><td>418</td><td>419</td><td>420</td></tr> <tr><td>437</td><td>438</td><td>439</td><td>440</td><td>441</td><td>442</td><td>443</td></tr> <tr><td>400</td><td>401</td><td>402</td><td>403</td><td>404</td><td>405</td><td>406</td></tr> <tr><td>393</td><td>394</td><td>395</td><td>396</td><td>397</td><td>398</td><td>399</td></tr> </table>	415	436	417	438	419	440	441	420	429	430	431	432	433	434	421	422	423	424	425	426	427	414	415	416	417	418	419	420	437	438	439	440	441	442	443	400	401	402	403	404	405	406	393	394	395	396	397	398	399
415	436	417	438	419	440	441																																																																																																																																																
420	429	430	431	432	433	434																																																																																																																																																
421	422	423	424	425	426	427																																																																																																																																																
414	415	416	417	418	419	420																																																																																																																																																
437	438	439	440	441	442	443																																																																																																																																																
400	401	402	403	404	405	406																																																																																																																																																
393	394	395	396	397	398	399																																																																																																																																																
415	436	417	438	419	440	441																																																																																																																																																
420	429	430	431	432	433	434																																																																																																																																																
421	422	423	424	425	426	427																																																																																																																																																
414	415	416	417	418	419	420																																																																																																																																																
437	438	439	440	441	442	443																																																																																																																																																
400	401	402	403	404	405	406																																																																																																																																																
393	394	395	396	397	398	399																																																																																																																																																
415	436	417	438	419	440	441																																																																																																																																																
420	429	430	431	432	433	434																																																																																																																																																
421	422	423	424	425	426	427																																																																																																																																																
414	415	416	417	418	419	420																																																																																																																																																
437	438	439	440	441	442	443																																																																																																																																																
400	401	402	403	404	405	406																																																																																																																																																
393	394	395	396	397	398	399																																																																																																																																																
8	<table border="1"> <tr><td>356</td><td>357</td><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td></tr> <tr><td>353</td><td>350</td><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td></tr> <tr><td>372</td><td>373</td><td>374</td><td>375</td><td>376</td><td>377</td><td>378</td></tr> <tr><td>365</td><td>366</td><td>367</td><td>368</td><td>369</td><td>370</td><td>371</td></tr> <tr><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td><td>363</td><td>364</td></tr> <tr><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td><td>356</td><td>357</td></tr> <tr><td>344</td><td>345</td><td>346</td><td>347</td><td>348</td><td>349</td><td>350</td></tr> </table>	356	357	358	359	360	361	362	353	350	351	352	353	354	355	372	373	374	375	376	377	378	365	366	367	368	369	370	371	358	359	360	361	362	363	364	351	352	353	354	355	356	357	344	345	346	347	348	349	350	<table border="1"> <tr><td>356</td><td>357</td><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td></tr> <tr><td>353</td><td>350</td><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td></tr> <tr><td>372</td><td>373</td><td>374</td><td>375</td><td>376</td><td>377</td><td>378</td></tr> <tr><td>365</td><td>366</td><td>367</td><td>368</td><td>369</td><td>370</td><td>371</td></tr> <tr><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td><td>363</td><td>364</td></tr> <tr><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td><td>356</td><td>357</td></tr> <tr><td>344</td><td>345</td><td>346</td><td>347</td><td>348</td><td>349</td><td>350</td></tr> </table>	356	357	358	359	360	361	362	353	350	351	352	353	354	355	372	373	374	375	376	377	378	365	366	367	368	369	370	371	358	359	360	361	362	363	364	351	352	353	354	355	356	357	344	345	346	347	348	349	350	<table border="1"> <tr><td>356</td><td>357</td><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td></tr> <tr><td>353</td><td>350</td><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td></tr> <tr><td>372</td><td>373</td><td>374</td><td>375</td><td>376</td><td>377</td><td>378</td></tr> <tr><td>365</td><td>366</td><td>367</td><td>368</td><td>369</td><td>370</td><td>371</td></tr> <tr><td>358</td><td>359</td><td>360</td><td>361</td><td>362</td><td>363</td><td>364</td></tr> <tr><td>351</td><td>352</td><td>353</td><td>354</td><td>355</td><td>356</td><td>357</td></tr> <tr><td>344</td><td>345</td><td>346</td><td>347</td><td>348</td><td>349</td><td>350</td></tr> </table>	356	357	358	359	360	361	362	353	350	351	352	353	354	355	372	373	374	375	376	377	378	365	366	367	368	369	370	371	358	359	360	361	362	363	364	351	352	353	354	355	356	357	344	345	346	347	348	349	350
356	357	358	359	360	361	362																																																																																																																																																
353	350	351	352	353	354	355																																																																																																																																																
372	373	374	375	376	377	378																																																																																																																																																
365	366	367	368	369	370	371																																																																																																																																																
358	359	360	361	362	363	364																																																																																																																																																
351	352	353	354	355	356	357																																																																																																																																																
344	345	346	347	348	349	350																																																																																																																																																
356	357	358	359	360	361	362																																																																																																																																																
353	350	351	352	353	354	355																																																																																																																																																
372	373	374	375	376	377	378																																																																																																																																																
365	366	367	368	369	370	371																																																																																																																																																
358	359	360	361	362	363	364																																																																																																																																																
351	352	353	354	355	356	357																																																																																																																																																
344	345	346	347	348	349	350																																																																																																																																																
356	357	358	359	360	361	362																																																																																																																																																
353	350	351	352	353	354	355																																																																																																																																																
372	373	374	375	376	377	378																																																																																																																																																
365	366	367	368	369	370	371																																																																																																																																																
358	359	360	361	362	363	364																																																																																																																																																
351	352	353	354	355	356	357																																																																																																																																																
344	345	346	347	348	349	350																																																																																																																																																



Atucha IIで導入

