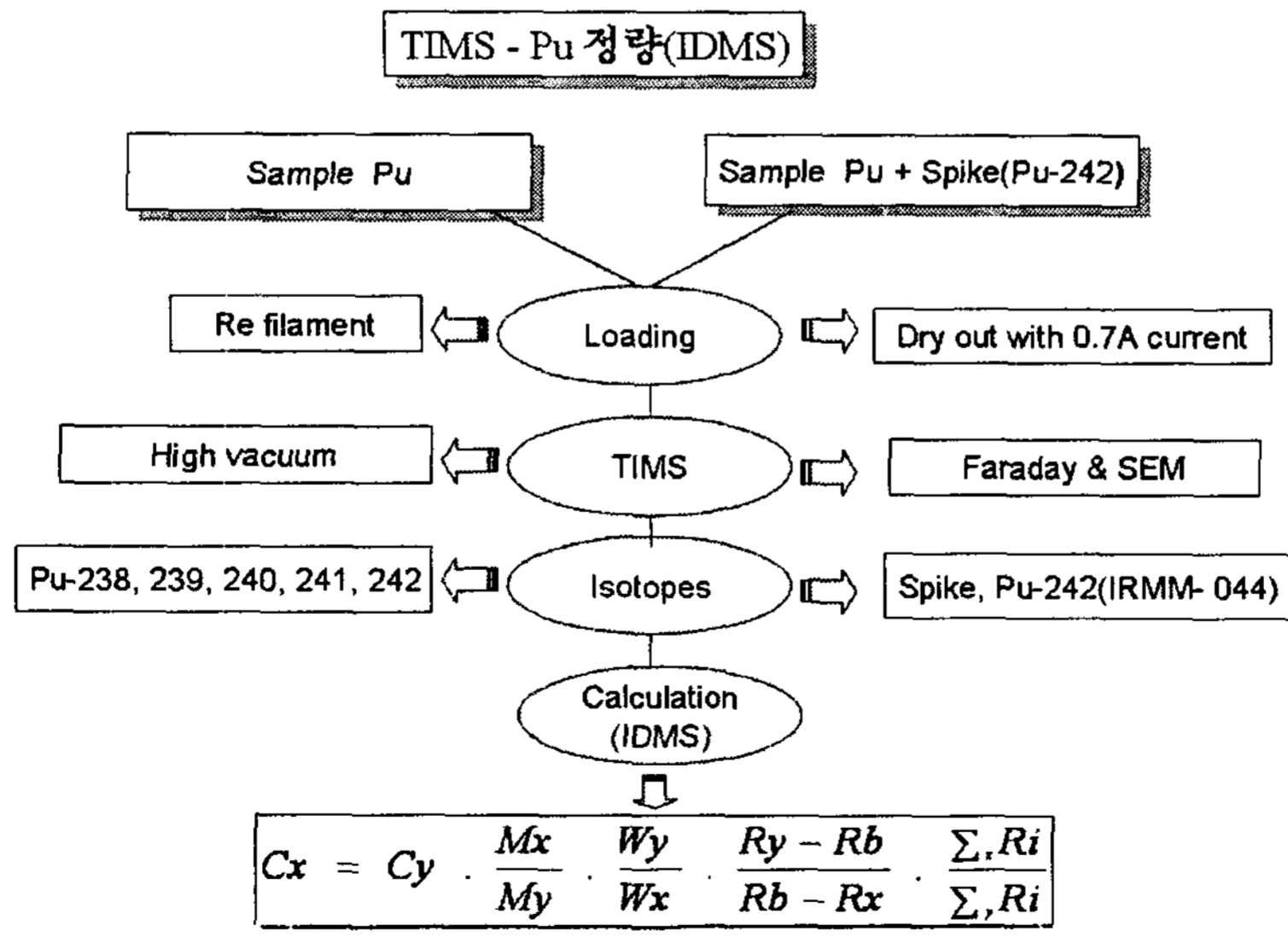
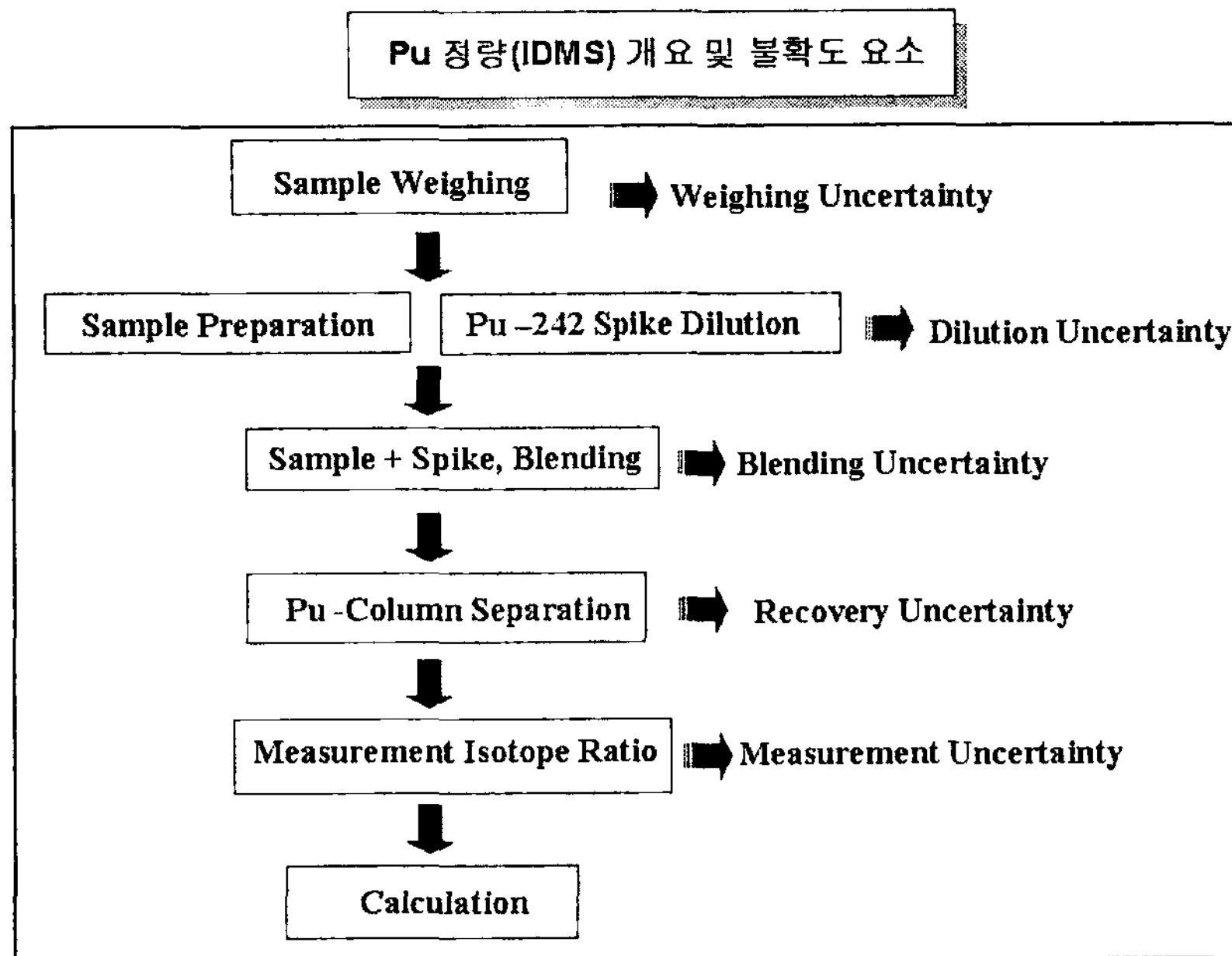


## TIMS/IDMS 방법에 의한 Pu정량 불확도 요소산출

전영신, 김정석, 송병철, 조기수, 한선호, 송규석  
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 150 번지  
 ysjeon@kaeri.re.kr

플루토늄 동위원소 비 측정 및 정량은 핵물질 계량관리 및 안전보장조치 차원에서 매우 중요하다. 열이온화 질량분석기를 이용한 동위원소희석법으로 극미량 플루토늄정량에서 고려되어야 할 불확도 요소들을 알아보았으며, 이들 요소들이 측정값에 미치는 영향을 정량적으로 알아보았다. 또한  $^{241}\text{Pu}$ 이 베타 붕괴하여  $^{241}\text{Am}$ 이 생성되기 때문에 음이온교환수지(Bio-Rad AG1-X4, 100-200 mesh)칼럼을 이용하여 Am을 제거하고, Am을 분리한 후 가능한 한 빠른 시간 내에 열이온화 질량분석기(TIMMS)를 이용하여 플루토늄 동위원소 비를 측정하였다. 처리된 시료용액을 두 개로 반분하여 한쪽의 시료용액은 스파이크, Pu-242(IRMM-044)를 넣고, 다른 한쪽의 시료는 시료자체의 플루토늄을 음이온교환 칼럼을 이용하여 각각 분리하였다. 분리된 두 개의 시료를 열이온화 질량분석기를 이용하여 플루토늄 동위원소 비를 측정하고 이의 결과를 동위원소 희석 질량분석 계산식에 넣어 플루토늄 양을 계산하였다. 측정값에 오차를 유발할 수 있는 요인들로 시료무게 측정에 따른 불확도, 스파이크를 희석하는데 따른 불확도, 스파이크를 섞는데 따른 불확도, 칼럼 분리회수를 불확도, 그리고 동위원소 비 측정 불확도를 산출요소로 정하고 각각에 대한 불확도를 구하였다. 이들 각각에 대한 불확도를 백분율로 나타낸 결과 동위원소 비 측정으로부터 오는 불확도가 제일 큰 60 % 정도 이었으며, 다음이 칼럼 분리 회수율에서 오는 불확도가 18 %, 스파이크를 섞는 데에 따른 불확도 17 %, 그리고 스파이크용액 희석에서 오는 불확도는 5.7 % 이었다. 시료들 중 하나의 최종정량 값을 예시하였으며, 이 값은  $0.013 \pm 0.0015 \text{ ng-Pu/g-sample}$ 로 정량되었으며, 플루토늄 정량의 상대 불확도(2 $\sigma$ )는 11.75 %를 보였다.





요소별 불확도 가중치

불확도 요소	기호	확장불확도 가중치 %	백분율 가중치 %
시료무게	$v(\omega)$	0.014	0.13
스파이크 희석	$v(C_{dil})$	0.67	5.73
시료+스파이크	$v_c(W_{sp})/(W_{spl})$	1.97	16.81
Pu-239/242 측정	$vR_{239/242}$	6.93	59.01
칼럼분리 회수율	$v(R_{reco.})$	2.15	18.32
상대 불확도	$2\sigma$	11.75	100