

## 공부를 하던 중 궁금한 점이 (석사과정)

크게 2가지 질문이 있습니다.

(1) 물성을 측정할 때 B형 표준불확도에 측정장비와 관련된 불확도가 포함되는 것으로 알고 있습니다. 이 부분에 대해 조사를 하다 보니 “교정 성적서”를 바탕으로 불확도를 측정하면 되는 것 같은데, 이 경우에 장비의 측정 요소들의 불확도를 모두 조사해주어야 하는지에 대해 여쭙고 싶습니다. 측정장비가 저희가 직접 제작한 장비인데, 이 부분을 저희가 임의로 정해서 진행해도 되는지, 아니면 어떠한 기준이 있는지 여쭙고 싶습니다.

(2) 저희가 제작한 측정장비로 샘플들의  $\text{R}\text{R}\text{R}$ 를 측정하는 것이 목표인데,  $\text{ooo}$ 으로 측정한  $\text{R}\text{R}\text{R}$  값을 기준으로 하여 저희 장비로 측정한  $\text{R}\text{R}\text{R}$  값의 불확도를 평가하려고 하고 있습니다. 이 경우에  $\text{ooo}$ 으로 측정한  $\text{R}\text{R}\text{R}$  값이 불확도에 영향을 주는 요인인지, 아니면 상관없는 요인인지 여쭙고 싶습니다.

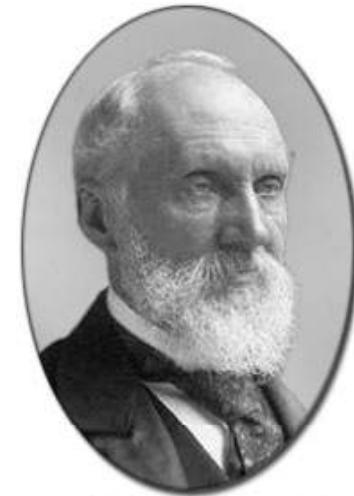
•또한 불확도에 포함된다면 어떠한 방안으로 계산이 되는지 알려주십시오.

---

If we don't express what we know  
in the form of **numbers**,  
we really don't know much about it.

If we don't know much about it,  
we can't **control** it.

If we can't control it,  
we are at the mercy of chance.



Lord William Thomson Kelvin  
(1824-1907)

숫자로 일을 챙길 때, **꼭** 알고 있어야 하는

## 측정과 불확도

### - 1. 개념 과 필요성 -



Value  $\pm$  something

$(72.12 \pm 0.05) \text{ kg}$

## We measure to know it better.

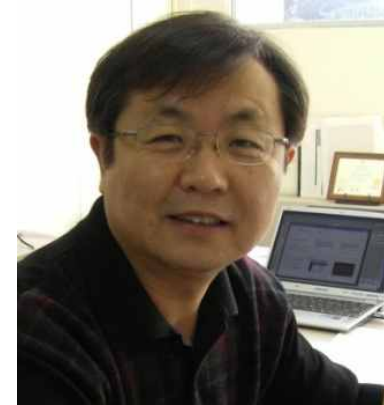
Global Metrology Academy

Uncertainty committee of KRISS

### *Field of Interest*

- Quality of Management (2005 -)
- Vocabulary in Metrology (2004 -)
- Uncertainty in Measurement (2003 -)
- Reliability of Chemical Measurement (National Research Laboratory 1999)
- Uncertainty in Chemical Measurement (1995-)
- Analytical chemistry

- More than 290 Lectures on
  - Measurement & Uncertainty,
  - Reference Materials,
  - Proficiency Testing,
  - QMS, QA, QC etc

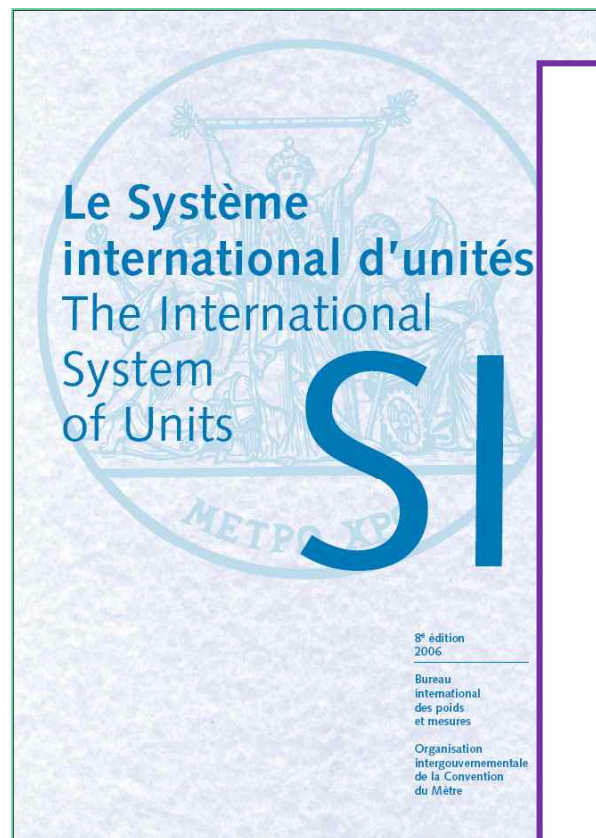


측정인지 아닌지 그걸 알아야 하든지 말든지 하겠지요.

---

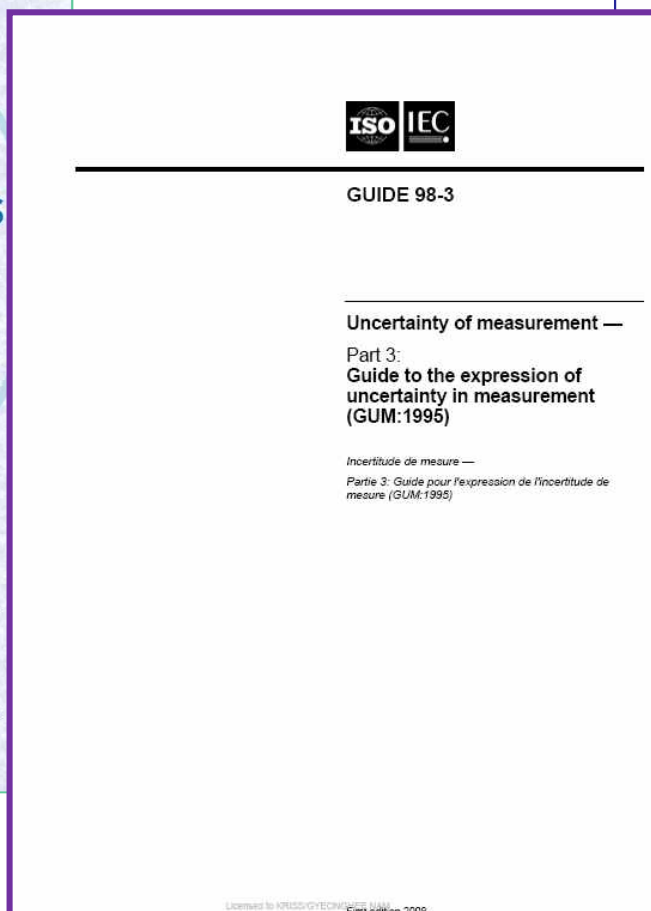
1. 이 방의 온도는 몇도 인가 알아보자.
2. 이 환자의 혈당량을 알아본다.
3. 지금이 몇 시인지 알아본다.
4. 공기중의 이산화탄소 농도를 알아본다.
5. 우리 공장의 이산화탄소 배출량을 추정한다.
6. 우리 애들의 IQ를 테스트한다.
7. 다섯 사람을 키 큰 순서대로 번호를 정한다.
8. 인사고과에 따라 개인 연봉을 결정한다.
9. 고객만족도에 따라 개인 연봉을 조정한다.
10. 대입 합격생을 선정한다.

## Unit



**SI 2006 (8<sup>th</sup> Ed.)**

## Uncertainty







FAO/ WHO Food Standards

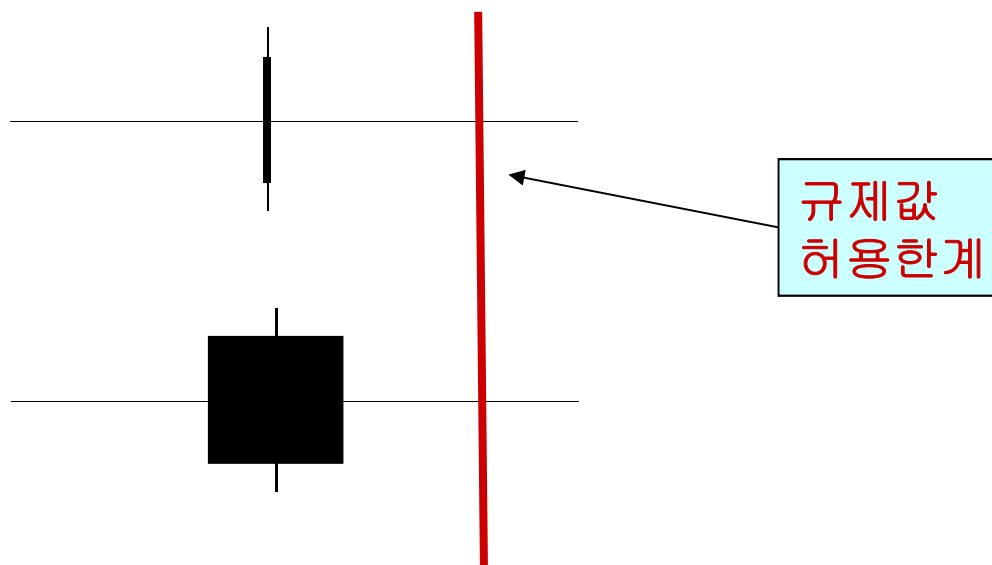
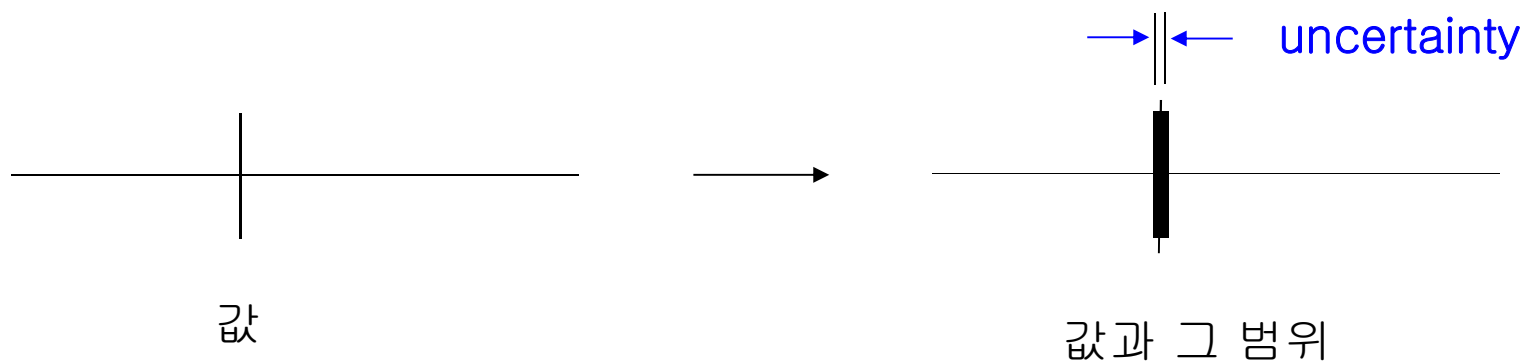
**CODEX** alimentarius





- **양, Quantity** 어떤 기준을 바탕으로 크기를 정해줄 수 있는, 현상이나 물체 또는 물질의 성질, property of a phenomenon, body, or substance, to which a number can be assigned with respect to a reference
- **값, Value** 숫자와 기준에 의해서 표현되는 양의 크기,  
number and reference together expressing magnitude of a quantity
- **측정량, Measurand** 재려고 하는 양, quantity intended to be measured
- **측정, Measurement** 양에 대한 값을 실험으로 구하는 과정  
process of **experimentally** obtaining one or more quantity values that can reasonably be attributed to a quantity
- **측정결과, Measurement result**
  - 측정량에 부여되는 값의 집합에 대한 정보 information about the set of quantity values being attributed to a measurand

# 측정결과와의 개념 변화



## - 적합성평가 순서

1. 적합성평가 **측정** (예; 시험)
2. 기준(표준, 규정, 법령) 과 비교
3. **적합성 평가** (적합여부 판정) (예; 검사, 인증...)

**Conformity assessment measurement**

**Inspection measurement**



혈중 알코올 농도	형사처분	내용(벌금)	행정처분
0.05~0.09%	형사 입건	50~100만원	100일정지, 벌점 100
0.10~0.15%	형사 입건	50~100만원	면허취소, 벌점 100
0.16~0.25%	형사 입건	100만원~200만원	운전면허취소
0.26~0.35%	형사 입건	200만원~300만원	면허취소, 2년간 취득자격 정지
0.36%이상	형사 입건(구속)	2년 이하의 징역	운전면허취소
0.05%이상에서 인사사고	형사 입건(구속)	2년 이하의 징역	운전면허취소
음주 측정 불응	형사 입건	형사 입건	운전면허취소

## 음주 : 오차? 감안 단속

경찰청은 30일 음주측정기의 오차가 있다는 대법원 판례에 따라 이를 재조정할 때까지 음주단속에서 혈중 알코올농도 **0.053%**부터 단속하도록 지시, 이와 유사한 사례에 대한 소송이 잇따를 것으로 보인다.

이는 지난 11일 대법원이 혈중 알코올농도 **0.05% 상태에서 운전**, 도로교통법 위반으로 단속된 공소사실에 대해 음주측정기 오차로 혈중 알코올농도 **0.048%에서 0.052%까지** 단속될 수 있다는 가능성을 인정, 피고인에게 무죄를 선고했기 때문이다.

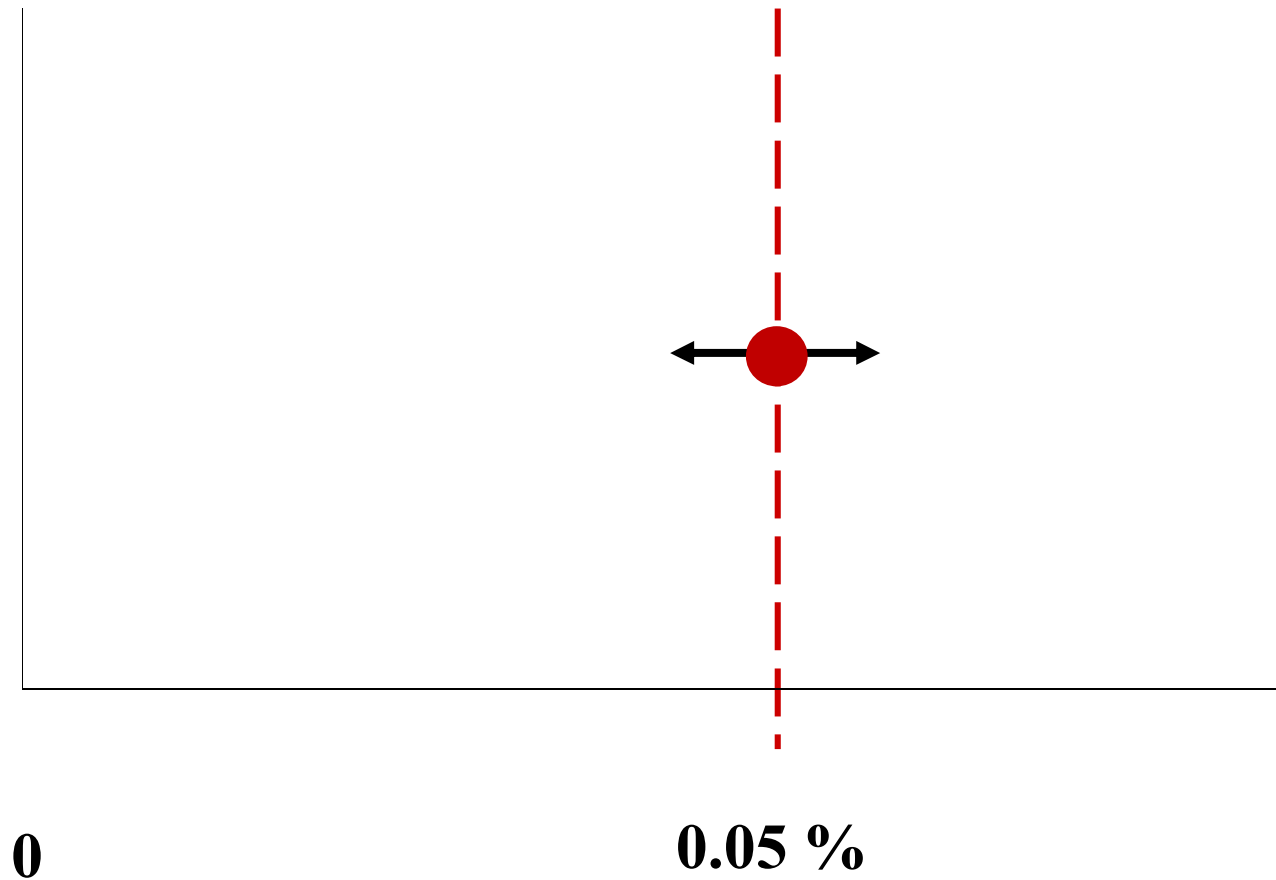
경찰은 이 판결에 따라 오차를 반영, 재교정한 음주측정기가 나올 때까지 음주측정에서 혈중 **알코올농도 0.053%부터 단속하고**, 면허정지는 **0.104%까지**, 면허취소는 **0.105% 이상부터** 적용키로 했다.

경찰청 관계자는 "오차를 반영한 새로운 음주측정기가 다시 제작되려면 2개월가량 걸릴 것으로 보인다"면서 "새로운 음주측정기가 나올 때까지 음주측정 단속을 오차범위 내에서 완화하기로 했다"고 말했다.

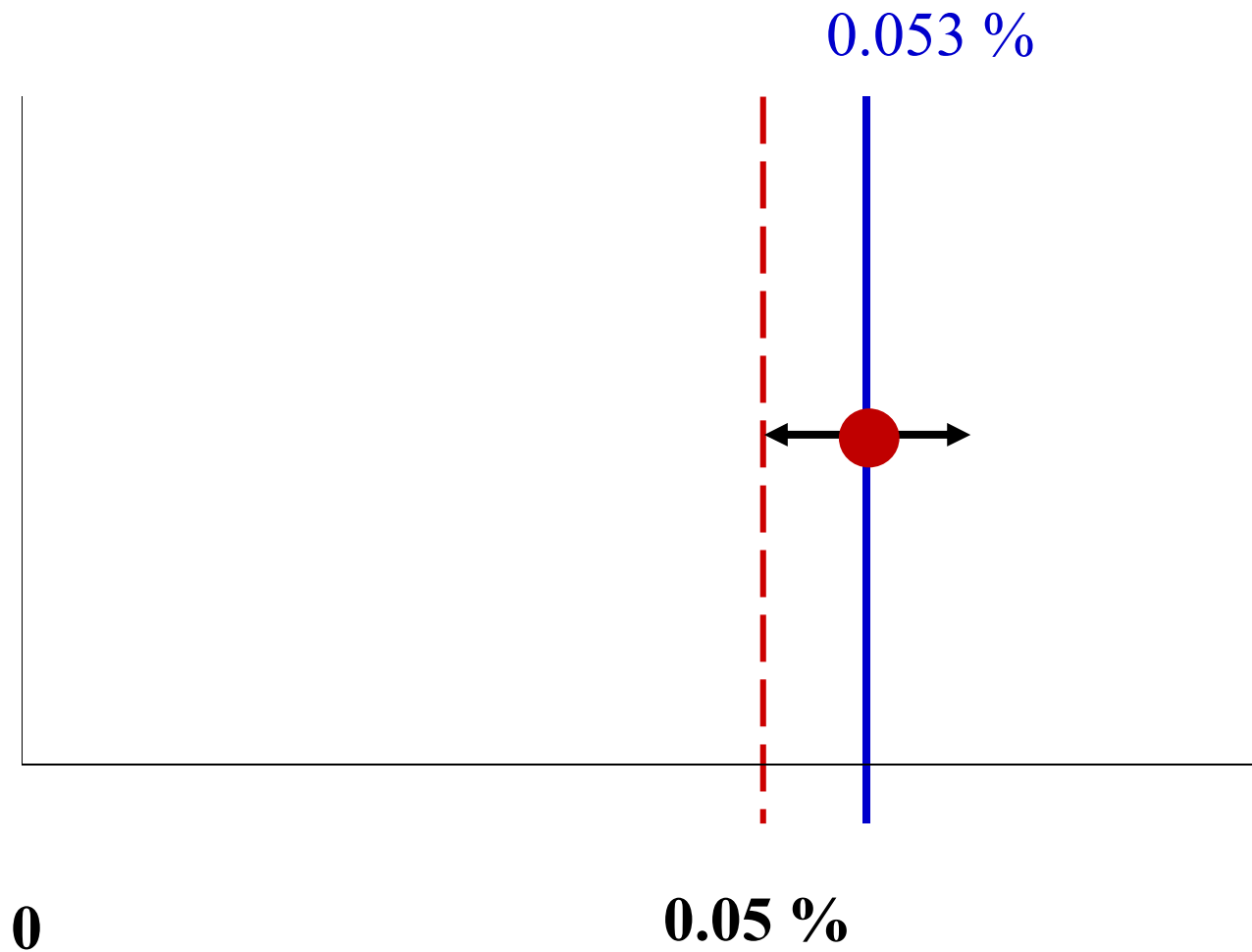
(서울=연합뉴스) 김종우기자

기사 입력시간 : 2002.01.30 14:13

## 음주측정 I : 억울한 사람이 얼마나 생길까?



억울한 사람?





# “음주측정 처벌근거 못된다”

## 大法, 운전자에 무죄선고

경찰의 음주측정기 측정 결과는 면허를 취소하거나 벌금을 부과하는 확실한 근거가 되지 못한다는 대법원 판결이 나왔다.

이에 따라 경찰과 검찰이 음주측정기 측정 결과를 면허취소나 형사처벌 자료로 사용하기 위해서는 객관적인 측정 방법을 마련해야 한다.

대법원 2부(주심 이강국 대법관)는 경찰 음주측정 결과 혈중알코올농도 0.058% 상태에서 운전한 혐의로 기소된 유 모씨에게 무죄를 선고했다고 17일 밝혔다.

군인인 유씨는 2004년 8월 강원도 철원군 도로를 1.5km가량 운전하다 군·경 합동 음주단속에 걸렸다. 5번 측정해 최저 0.058%에서 최고 0.079%까지 나왔다.

검찰은 가장 낮은 수치를 적용하더라도 면허정지 기준인 혈중알코올농



도 0.05% 이상이라며 유씨를 기소해 1심에서 벌금 600만원이 선고됐다.

대법원은 다르게 판단했다. 대법원은 판결문에서 “경찰 음주측정 결과는 운전면허 정지나 취소, 그리고 이후 수사와 재판의 중요한 자료로 사용되기 때문에 정확성과 객관성이 담보되는 공정한 방법과 절차에 따라 이뤄져야 한다”고 전제했다.

재판부는 “유씨의 경우 음주측정용 불대를 바꾸지 않은 채 5분 새 5번 음주 여부를 측정했고 결과도 0.02

1%포인트나 차이가 났다”며 “상황이 이렇다면 경찰은 음주측정기에 문제가 있는 것은 아닌지, 측정 방법에 문제가 있지는 않았는지 검토하고 제대로 측정해야 했다”고 설명했다.

재판부 관계자는 “경찰 단속 지침에는 음주 후 20분이 지나지 않은 때는 입 안 알코올농도가 혈중농도보다 높을 수 있어 음주측정을 하지 못하도록 돼 있다”며 “그 밖에도 운전자 입 안에 술기운이 남아 있을 가능성에 대비해 측정 전에 생수로 입을 헹구게 하는 등의 조치가 필요하다”고 설명했다. 이 관계자는 그러나 “대법원 판결은 경찰의 모든 측정 결과를 부인하는 것은 아니지만 객관적인 근거 없이 측정기 수치만으로 면허취소나 벌금 부과를 할 수 없다는 취지”라며 “경찰이 하루빨리 과학적 근거에 바탕한 기준을 마련해 제시해야만 잇따르는 소송을 막을 수 있을 것”이라고 말했다. **아연경제** 이범준 기자

## 벌금을 때리느냐? 참아야 하나?

### Regulator vs. CEO

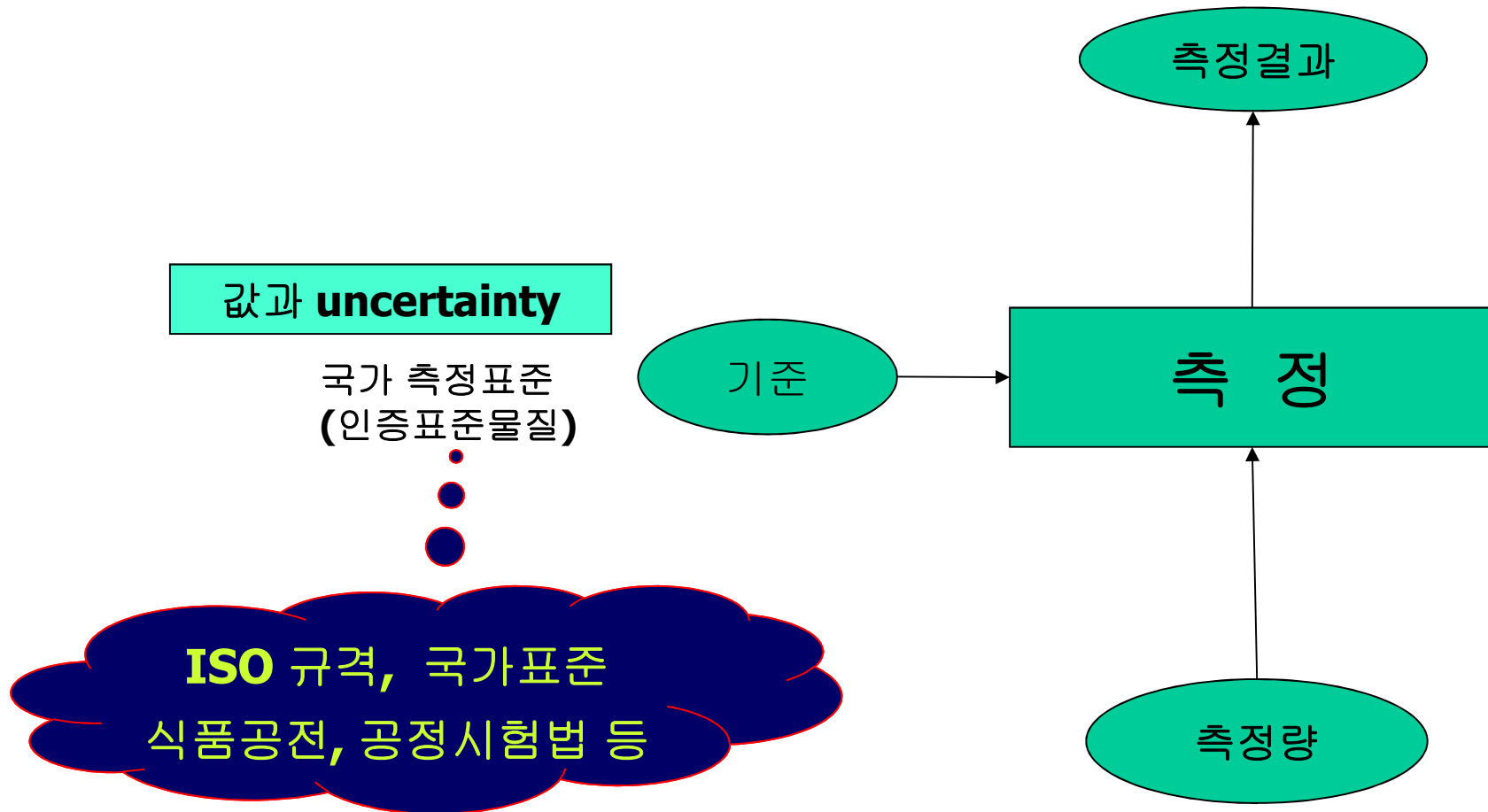
(mg/kg)

10

0



# 측정의 본질



소급성 : 문서화된 끊어지지 않은 교정의 사슬을 통하여 측정결과를 기준에 결부시킬 수 있는 측정결과의 특성이며, 각 단계는 측정불확도에 기여한다.

Traceability : Property of a **measurement result** where by the result can be related to a reference through a documented unbroken chain of **calibrations**, each contributing to the **measurement uncertainty**

불확도 : 측정값의 분산을 나타내는 파라미터

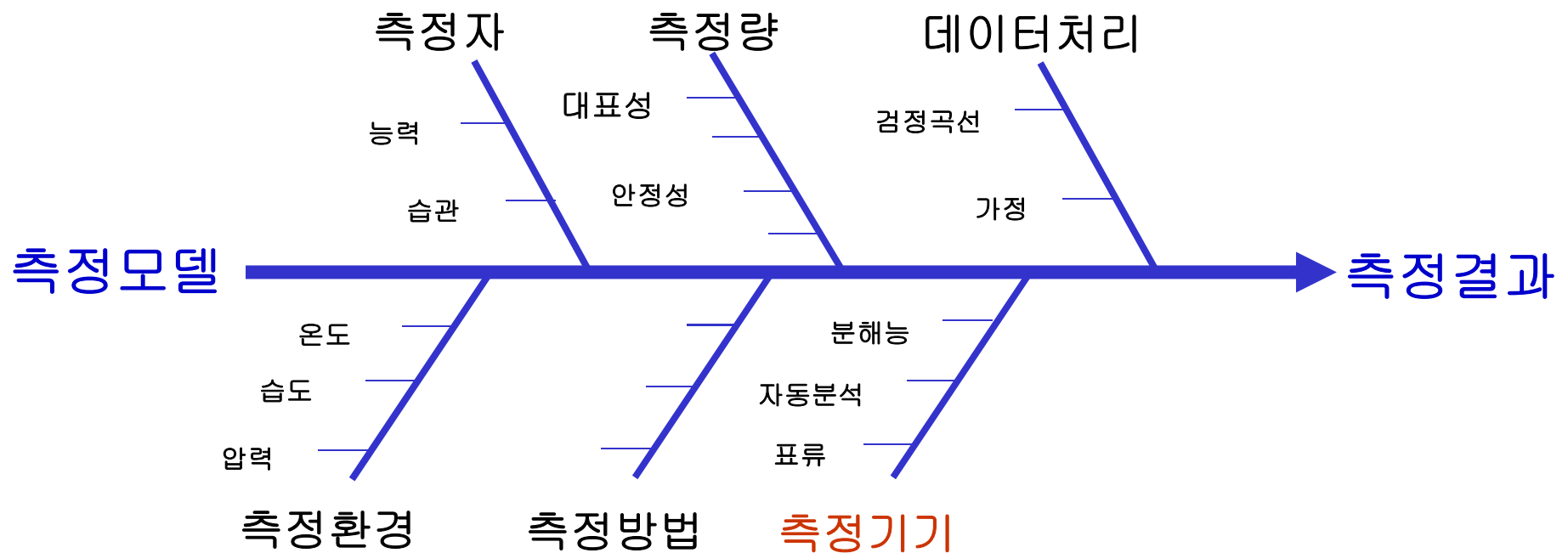
Uncertainty : Parameter that characterizes the dispersion of the quantity value that are being attributed to a measurand, based on the information used.

**Guide to the expression of Uncertainty in Measurement (GUM),**

측정 불확도 표현지침 1993, BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML

2008, ISO Guide 98-3

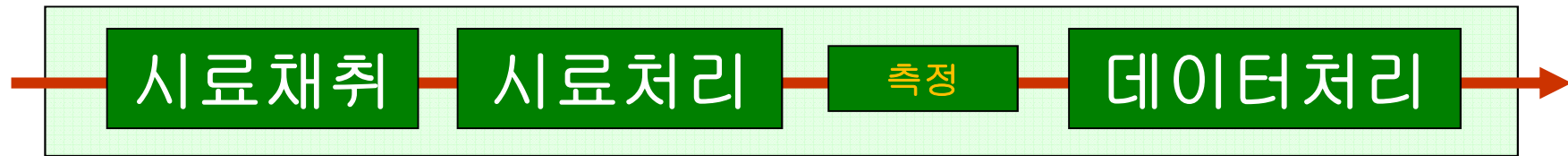
**측정과정의 각 요소들의 변화 : 파악 및 정량화**



# Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement (화학측정에서의 불확도 계산)

EURACHEM/CITAC Guide, 2ed, 2000

## 화학측정



시료채취의 원칙과 방법

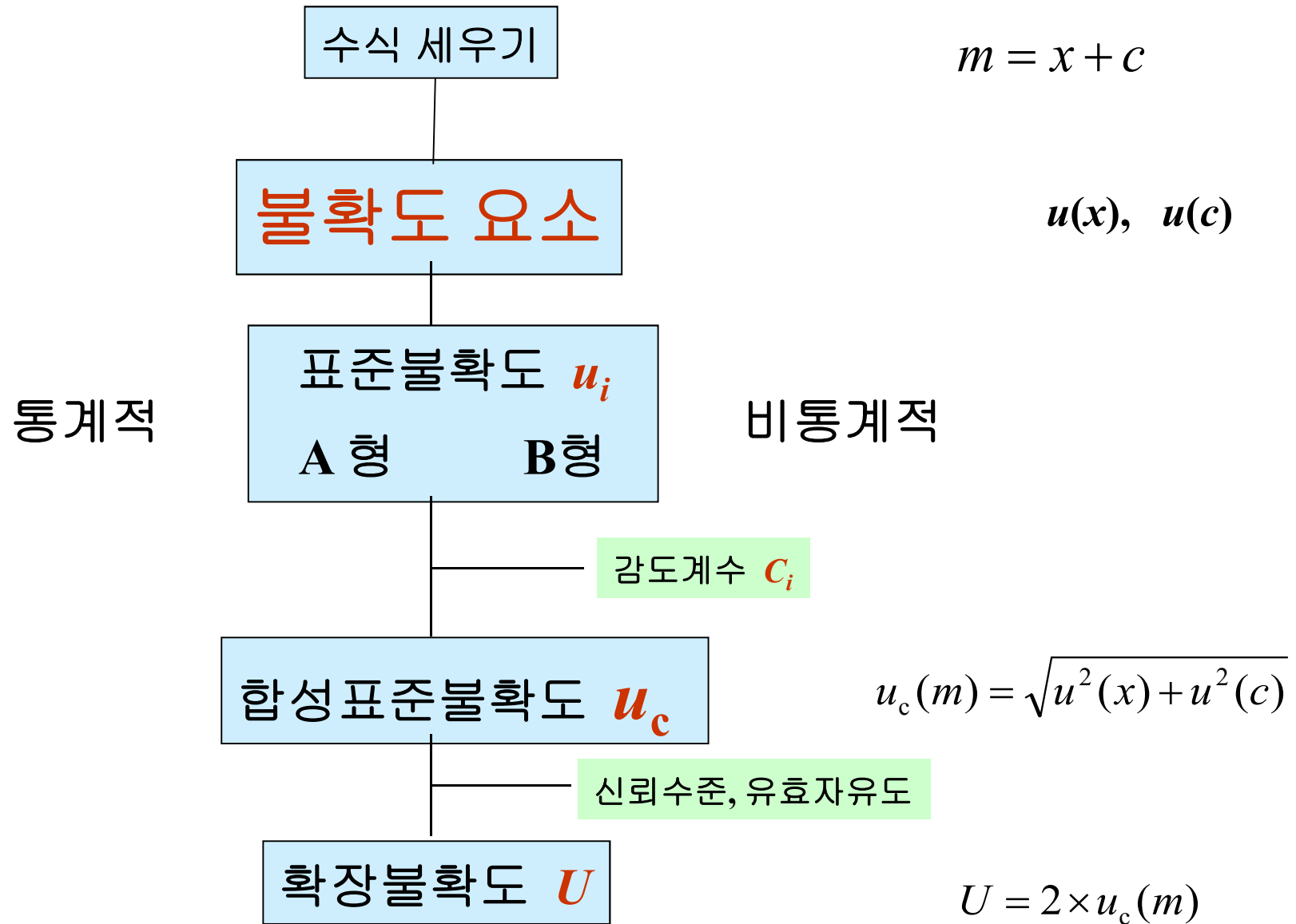
분석법의 검증 원칙과 실행

검출 · 정량한계의 정의와 적용

통계적 데이터의 처리와 보고서 작성

잔류분석의 국제적 인정과 측정불확도  
(최종오 박사, 한국표준과학연구원)

## 불확도 산출 5 단계





- **A형 평가**

반복하여 구한 관측값을 통계적으로 처리

## 데이터 평가

- **B형 평가**

- 통계적이 아닌 방법
  - 다른 실험
  - 기기사양, 설명서
  - 표준물질의 사용
  - 경험적 판단

## 전문가 평가

집에 있는저울을 사용하여 몸무게를 7번 재었더니, **72.45, 72.54, 72.53, 72.44, 72.39, 72.51, 72.33 kg** 이었다.

저울의 교정성적서 :

**72.000,  $(72.12 \pm 0.05)$  kg  $k = 2$**

- 1) 내 몸무게 ?
- 2) 표준불확도 ?
- 3) 확장불확도 ?

## 결과

관측값	72.45	72.39	72.44	72.53		
	72.54	72.51	72.33			
평균	72.455714					
표준편차	0.0774289	분해능	0.01			
표준불확도	0.0292654		0.0029			
읽은값의 표준불확도		0.0294				
보정	-0.12					
표준불확도		0.025	0.05	$k=2$		
측정값	72.336					
합성 표준불확도		0.039				
확장불확도		0.078				

$$m = x + c$$

$$u_c(m) = \sqrt{u^2(x) + u^2(c)}$$

# Traceable measurements



Ancient Egypt

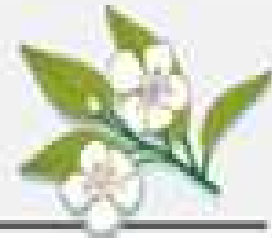


Modern World

<b>Unit:</b>	cube	meter (SI-System)
<b>Primary or Reference Measurement Standard:</b>	granite cube	gauge blocks/laser, Interferometer
<b>Working Measurement Standards:</b>	wooden cube	micrometers, vernier caliper, etc.
<b>Application:</b>	manufacture of stone blocks or pieces	control of dimensions
<b>Recalibration period:</b>	each full moon	according to frequency of usage
<b>Traceability:</b>	local	International

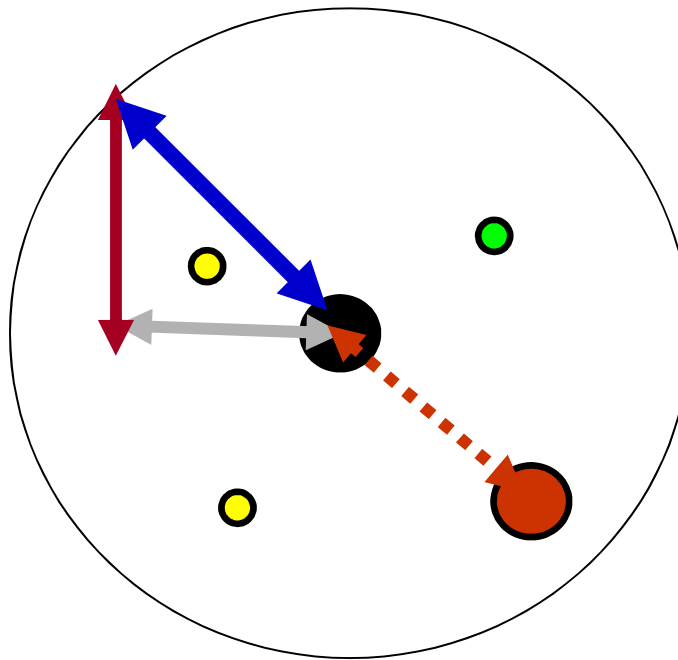
## 기준 : 소급성

### 기상청 계절 관측 기준



기상 상태와 현상	관측 기준
서울 벚꽃 개화	서울 종로구 송월동 서울기상관측소 내 지정 벚나무 꽃이 3송이 이상 필 때
서울 여의도 벚꽃 개화	국회의사당 북문 맞은편 관리번호 118·119·120번 벚나무 꽃이 3송이 이상 필 때
경남 거제 동백 개화	학동 동백군락 보호구역안내판 오른쪽 관리번호 3·4·5번 동백나무 꽃이 3송이 이상 필 때
북한산 단풍시작	북한산 정상 백운산장부터 산 아래쪽 20% 지점까지 단풍이 물들 때
한강 결빙	한강대교 노랑진쪽 2 ~ 4번 교각 아래 상류 100m 지점이 처음 얼 때
매미 출현	3월 하순 ~ 8월 중순 사이 관측자가 처음 매미 소리를 들었을 때

Using **reference**, before measurement



Against **assigned value**, after your measurement

## 측정불확도 표현지침 (GUM)

불확도 산출의 필수요소는 깊은 사고력, 학자적인 양심, 전문적인 기술이다. 이는 단순한 반복적인 작업도 아니며, 순수한 수학적 일도 아니며, 측정의 세부사항에 따라 달라진다. 보고되는 불확도의 품질과 유용성은 불확도에 대한 이해수준, 분석의 정확한 정도, 계산하는 사람의 인격 등에 달려있다.

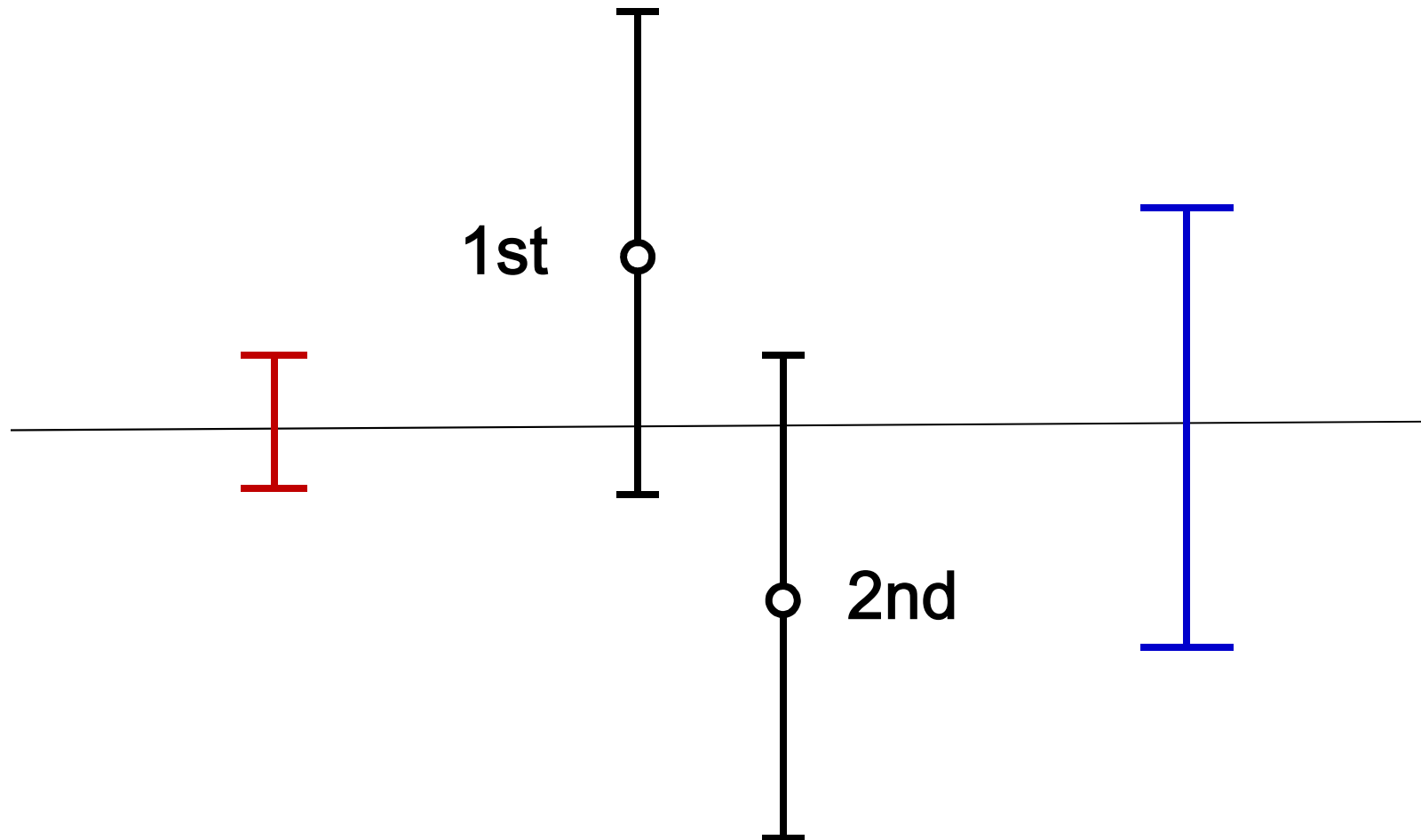
불확도 계산을 오차의 개념으로 계산을 하여도, 그 결과는 같다. 하지만, 이 지침은 오차와 불확도에 대한 혼동을 피할 수 있도록 준비되었으며, 오차에 대한 언급이 전혀 없이 불확도를 산출할 수 있도록 준비하였다.



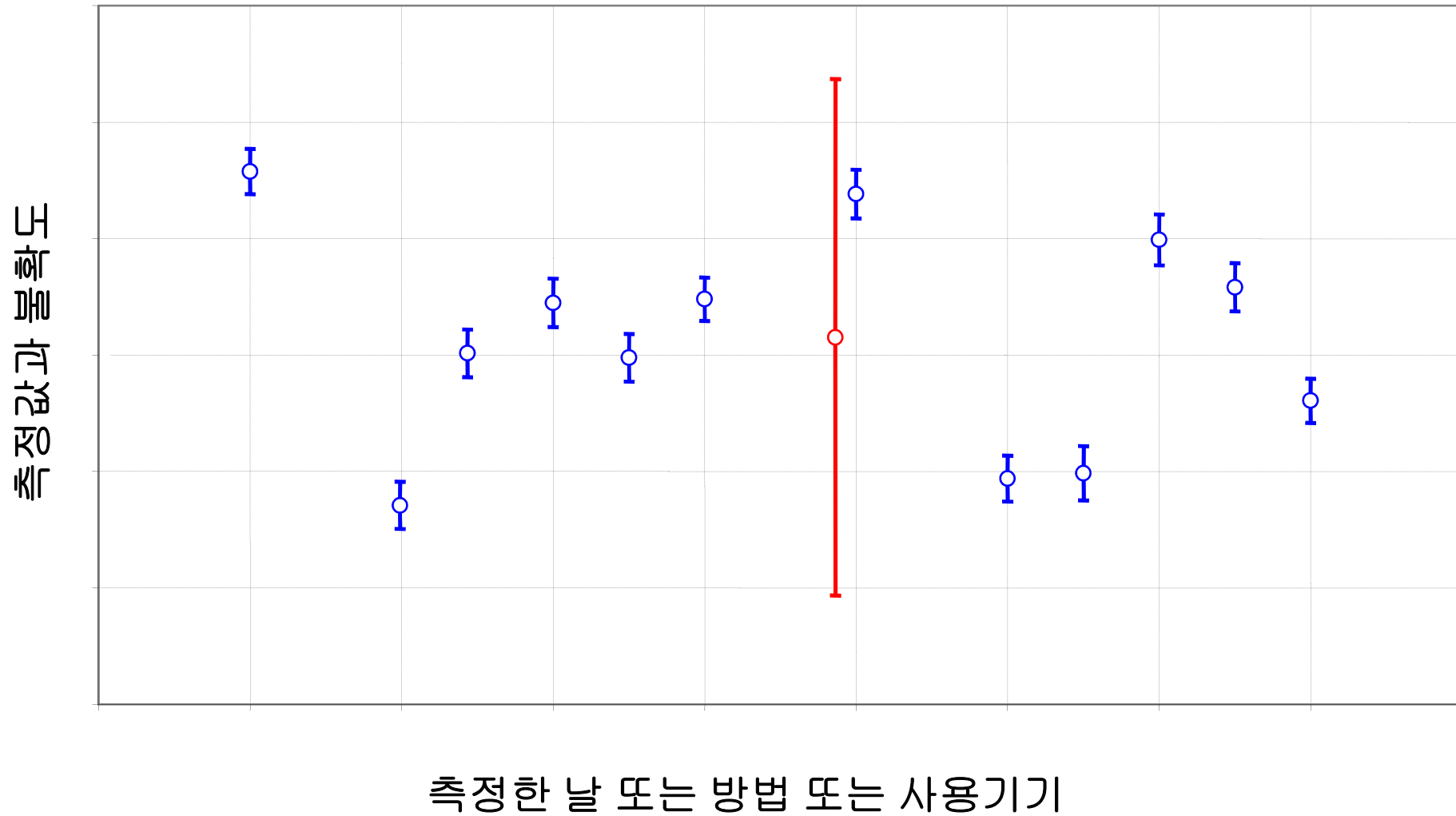
## Errors and Uncertainties ?

- ◆ To physicists and scientists the term ``**error**'' is interchangeable with ``**uncertainty**'' and does **not** have the same meaning as ``**mistake**''.
- ◆ Mistakes, such as ``errors'' in calculations, should be corrected before estimating the experimental error.

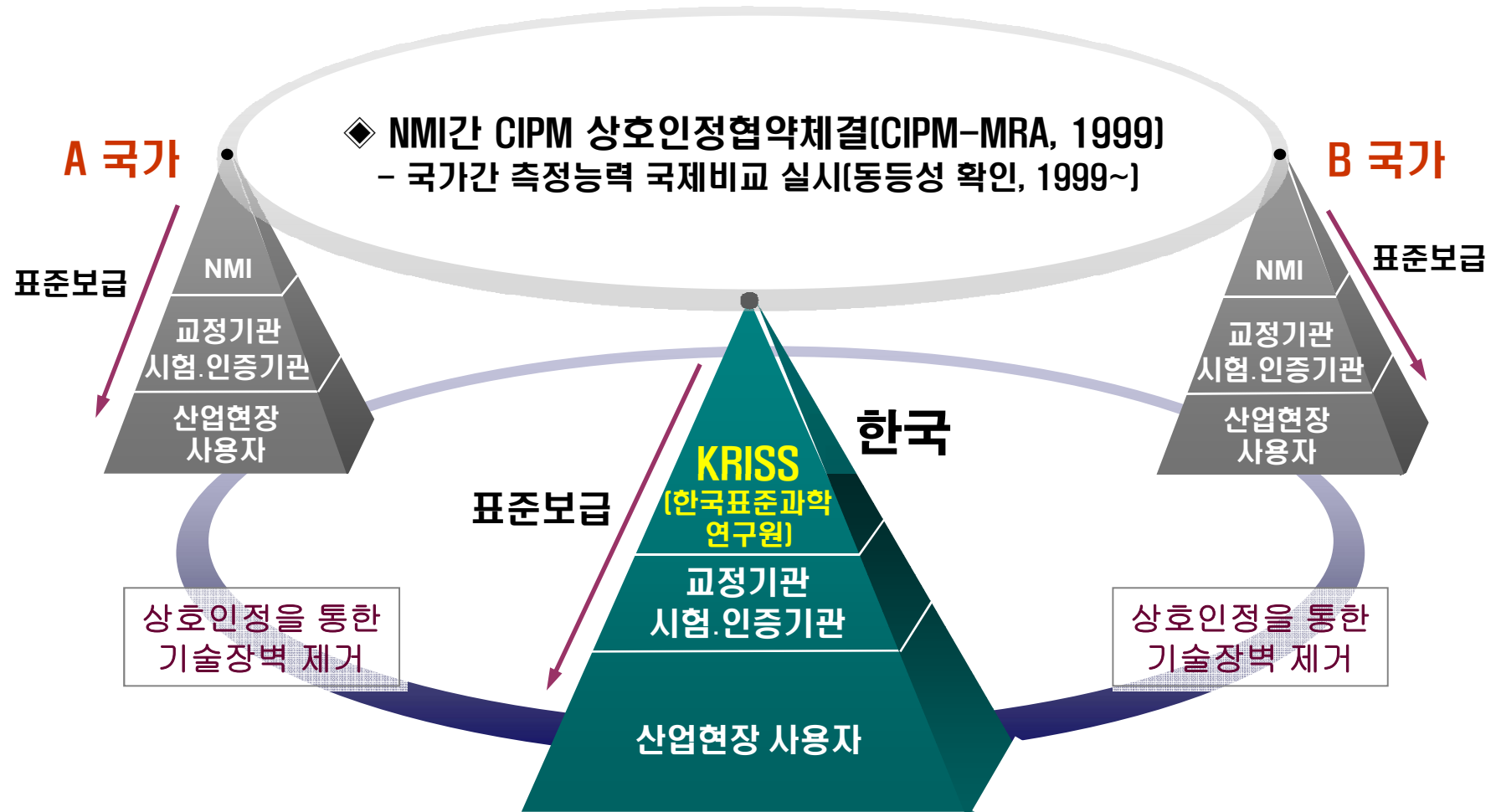
# Range of true value (limit of error) vs. Uncertainty



## 측정결과! 방법, 기기 또는 날에 따라 다를 수 있다 ???



# One Standard, One Test, Everywhere Accepted !



CIPM(국제도량형위원회), IML(국제법정계량기구),  
ILAC(국제시험소인정협약체)



최종오 choijongoh@kriss.re.kr