Monthly User Guide from JMP Korea

제 11호 (2018년 6월)

측정 시스템 분석(Gauge R&R)

* 본 Guide 는 매월 세 번째 수요일에 발행됩니다
** Monthly User Guide 지난 호는 다음 Site 를 참조하세요.
https://www.jmp.com/ko_kr/newsletters.html
*** 본 Guide 의 내용과 관련한 문의는
Ikju.Shin@jmp.com 으로 연락 바랍니다

측정 시스템 분석(MSA : Measurement System Analysis)

JMP 에서 구현되는 측정 시스템 Platform 은 아래와 같습니다.

4가지 Case 를 기준으로 JMP 의 측정 시스템 Platform 중 JMP User 들이 주로 많이 사용하는 부분[기능]을 소개하겠습니다

1. Analyze / Quality and Process / Measurement Systems Analysis

1) EMP Method 와 AIAG Method 지원
2) EMP(Evaluating the Measurement Process) 방법은 Donald J. Wheeler's 의 방법을 기준으로 함 (EMP using Imperfect Data : 2006)

Case 1 : EMP 방법

Case 2 : AIAG 방법

2. Analyze / Quality and Process / Variability, Attribute Gauge R&R Chart

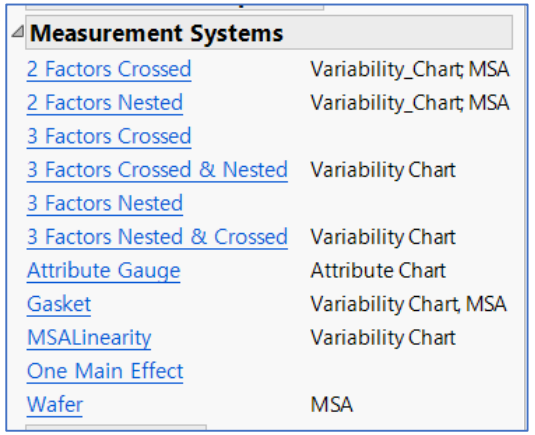
1) Chart 를 이용하여 산포의 원인 분석
2) 범주형 측정결과(정성 평가 등) 에 대한 측정 시스템 분석
3) Gauge Bias 및 Linearity 분석

Case 3 : Attribute Gauge R&R

Case 4 : Gauge Linearity 분석

* 본 자료에서는 Help / Sample Data Platform / Sample files categorized by type of analysis 의 'Measurement Systems' 의 Sample Data 를 활용하였음

** MSA 는 경우에 따라, MCA(Measurement Capability Analysis), Gauge Study, Repeatability and Reproducibility (R&R) Study, Interlaboratory Uniformity (ILU) Study, Method Validation 및 Round Robin Study 등의 다양한 이름으로 불리웁니다



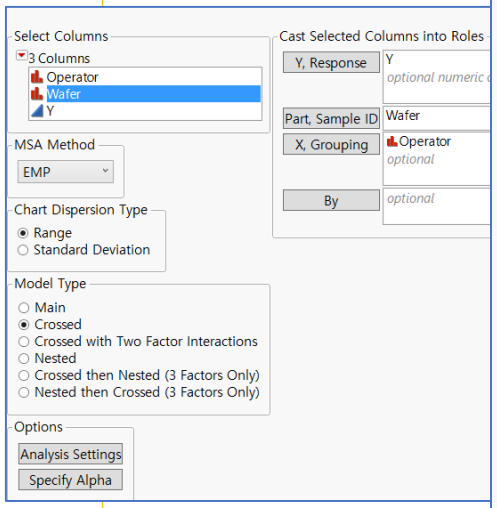
Case 1 : EMP 방법

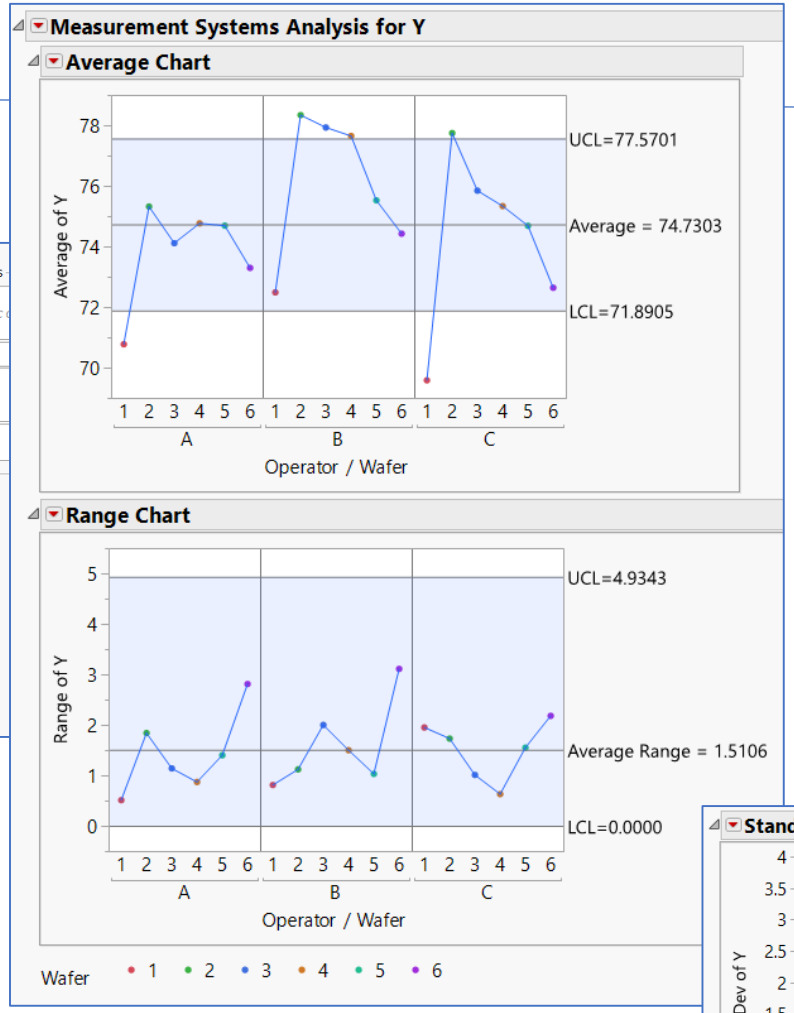
1. Sample file : wafer.jmp
 1) 3명이 6개의 Sample 에 대해 2회 반복 측정
 2) 3명*6개*2회 = 36 개의 data

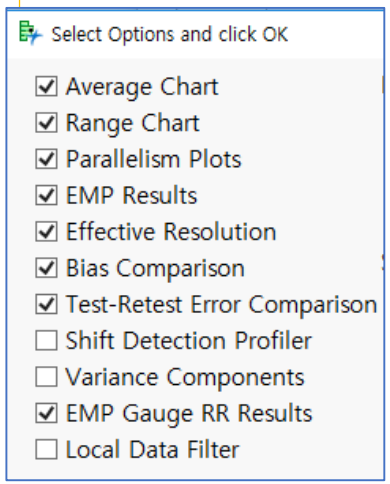
2. 입력 화면
 1) 오른쪽과 같이 입력하고
 2) MSA Method 에서
 'EMP' 선택
 3) Chart Dispersion Type 에서
 'Range' 선택
 4) Modeling Type 에서 'Crossed' 선택
 (교호 작용을 확인하기 위해서
 보통 'Crossed' 를 선택)

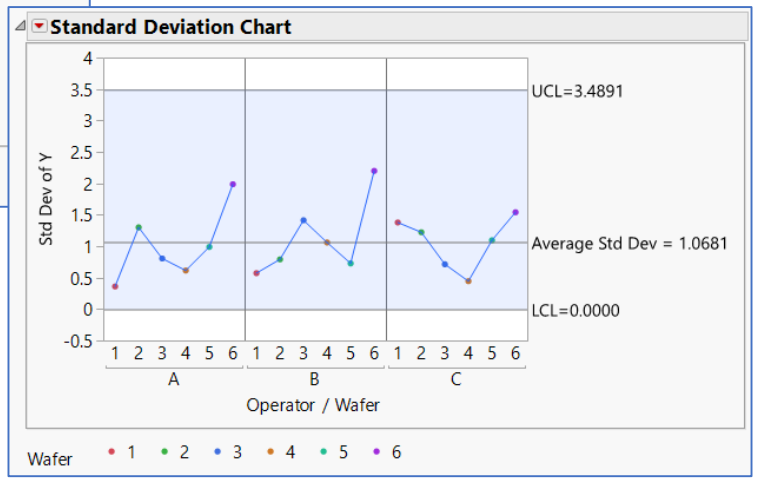
3. JMP 에서는 Default 로
 Average Chart 와 Range Chart 를
 보여줍니다.

4. 추가적으로 JMP User 들은
 아래와 같은 분석 방법을 이용하여
 측정 시스템을 분석합니다
 (빨간색 역삼각형에 마우스를 위치한 다음,
 Alt key + 마우스 Click 하면 하위 Option 이
 모두 Display 됩니다. 아래처럼 선택 후
 OK Click)



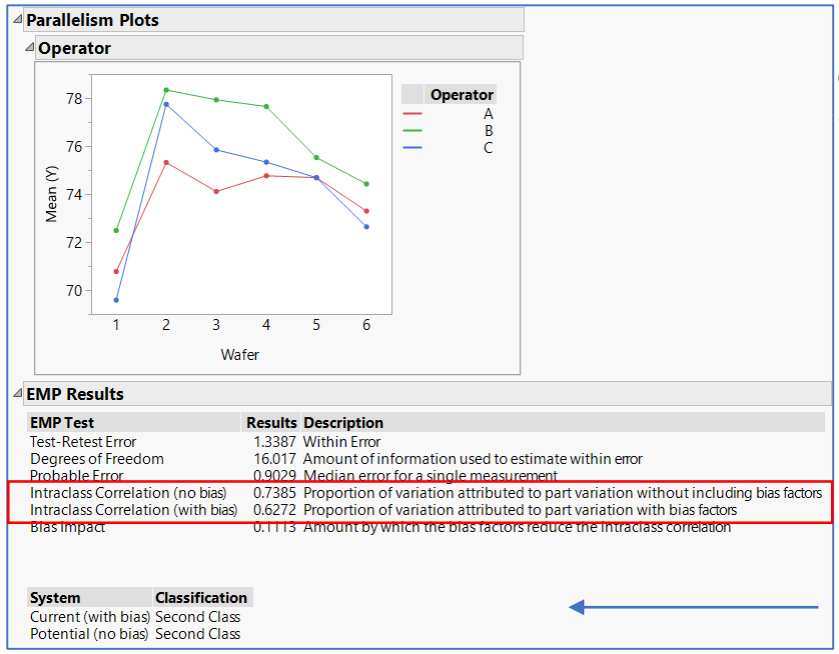






(Chart Dispersion Type 에서
'Standard Deviation' 선택하였을 경우)

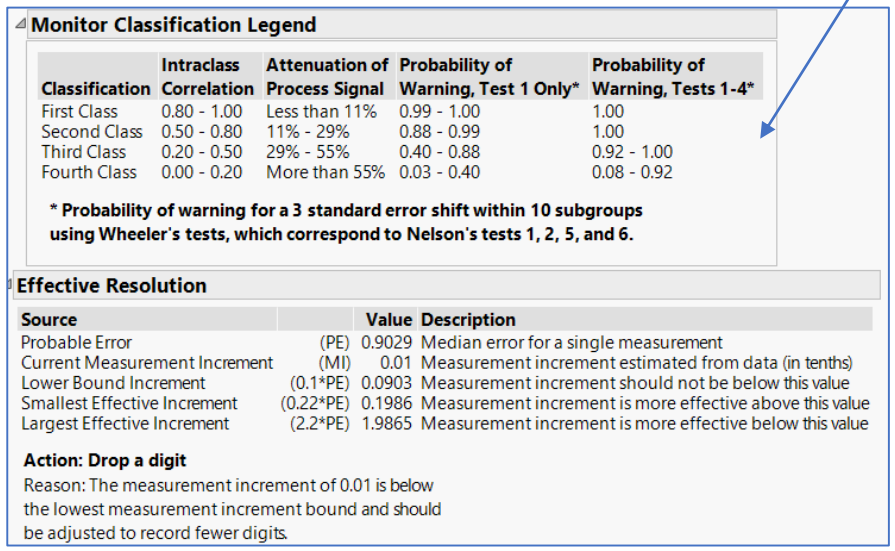
Case 1 : EMP 방법



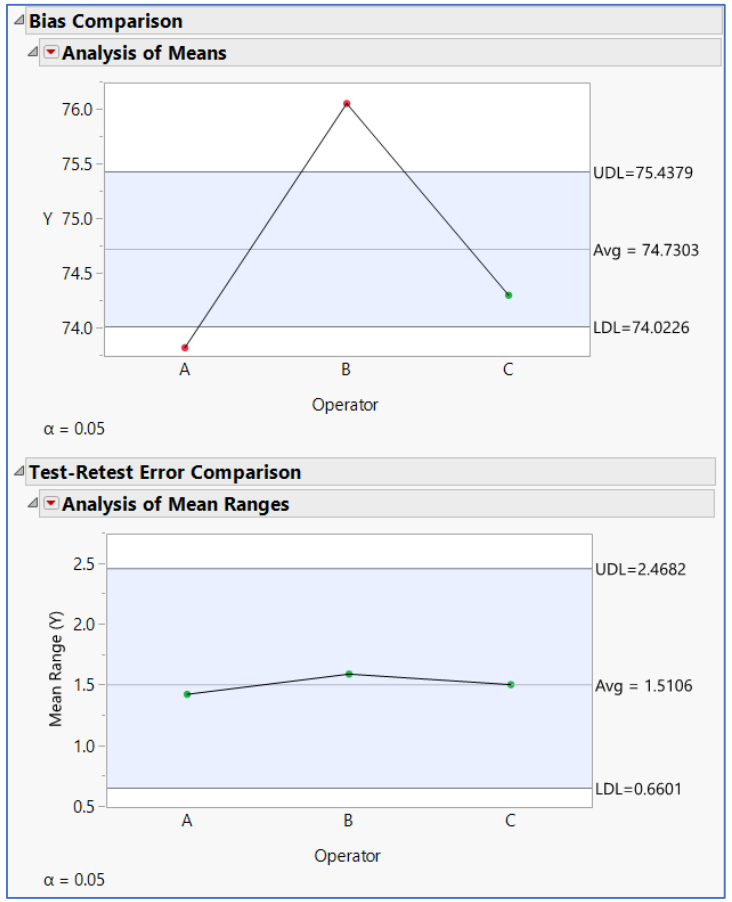
세 명의 측정결과에 대한 Graph Pattern 이 다르므로 교호작용이 존재함

전체 변동에서 측정 대상간 변동이 차지하는 비용

AMP 방법에서 측정 시스템을 평가하는 지표

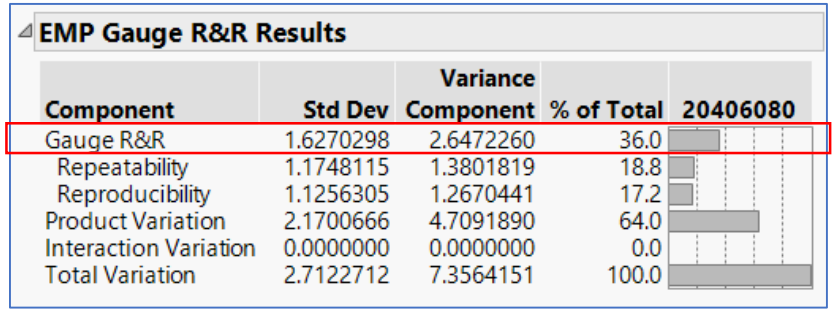


측정 시스템의 분해능 (Resolution) 에 대한 평가. 최소 측정단위가 0.01 이 적당함을 알려줌



전체 평균 대비 각 측정자의 평균이 얼마나 차이 나는 지를 보여줌

반복 측정한 값의 범위 평균으로 측정 시스템의 반복성을 나타냄

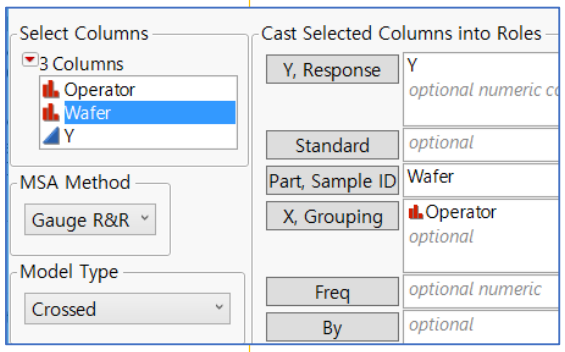


%Contribution 값이 36% 로 측정 시스템으로서 적당하지 않음을 나타냄

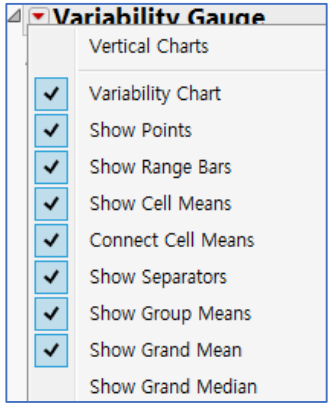
Case 2 : AIAG 방법

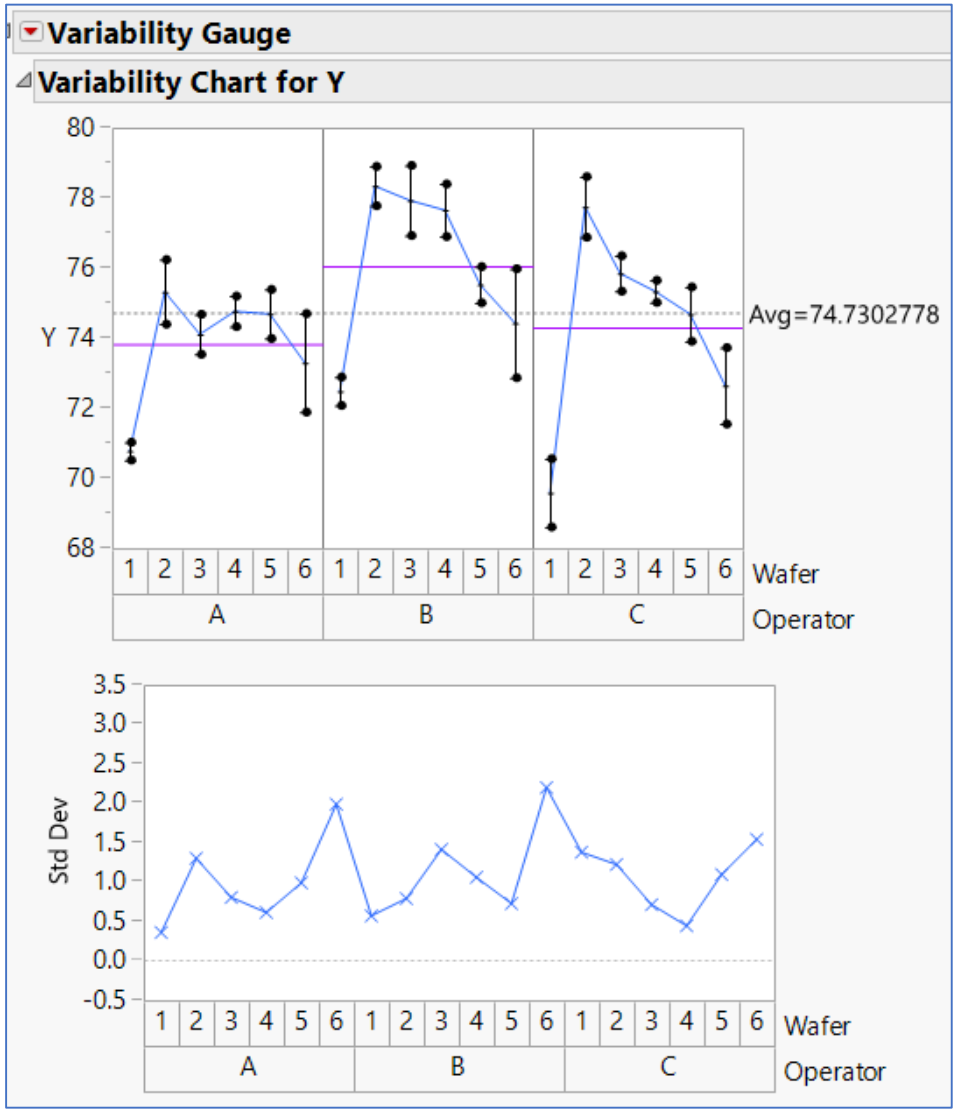
1. Sample file : wafer.jmp
 1) 3명이 6개의 Sample 에 대해 2회 반복 측정
 2) 3명*6개*2회 = 36 개의 data

2. 입력 화면
 1) 오른쪽과 같이 입력하고
 2) MSA Method 에서
 'Gauge R&R' 선택
 3) Modeling Type 에서
 'Crossed' 선택



3. Variability Chart 가 Display 됨
 가시성을 높이기 위해 빨간색 역삼각형 클릭,
 Connect Cell Means, Show Group Means 와
 Show Grand Mean 을 선택





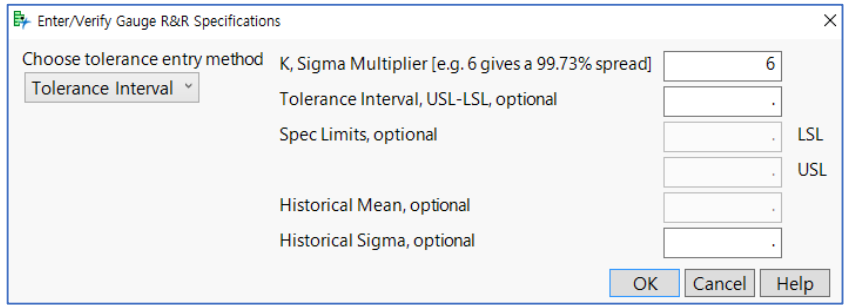
전체 평균과 각 측정자의 평균을 볼 수 있음

반복 측정한 값을 선으로 연결하였으므로, 선의 길이가 길수록 반복성에 의한 산포가 크다고 말할 수 있음

반복 측정한 값의 편차를 계산하여 그린 그래프

Case 2 : AIAG 방법

4. 빨간색 역삼각형 클릭,
   Gauge Studies / Gage R&R 클릭



Gauge R&R

Measurement Source		Variation (6*StdDev)		which is 6*sqrt of
Repeatability	(EV)	6.333018	Equipment Variation	V(Within)
Reproducibility	(AV)	5.316500	Appraiser Variation	V(Operator) + V(Operator*Wafer)
Operator		4.431396		V(Operator)
Operator*Wafer		2.937330		V(Operator*Wafer)
Gauge R&R	(RR)	8.268754	Measurement Variation	V(Within) + V(Operator) + V(Operator*Wafer)
Part Variation	(PV)	10.553139	Part Variation	V(Wafer)
Total Variation	(TV)	13.406753	Total Variation	V(Within) + V(Operator) + V(Operator*Wafer) + V(Wafer)

6 k
61.676 % Gauge R&R = 100*(RR/TV)
0.78354 Precision to Part Variation = RR/PV
1 Number of Distinct Categories = 1.41(PV/RR)

Using last column 'Wafer' for Part.

Variance Components for Gauge R&R

Component	Var Component	% of Total	20406080
Gauge R&R	1.8992302	38.04	
Repeatability	1.1140865	22.31	
Reproducibility	0.7851437	15.73	
Part-to-Part	3.0935759	61.96	

%GRR(% Study Variance) : 62%
%Contribution : 38%
NDC(Number of Distinct Categories) : 1

→ 측정시스템으로서 부적합함

<참고 : 측정 시스템 평가 기준>

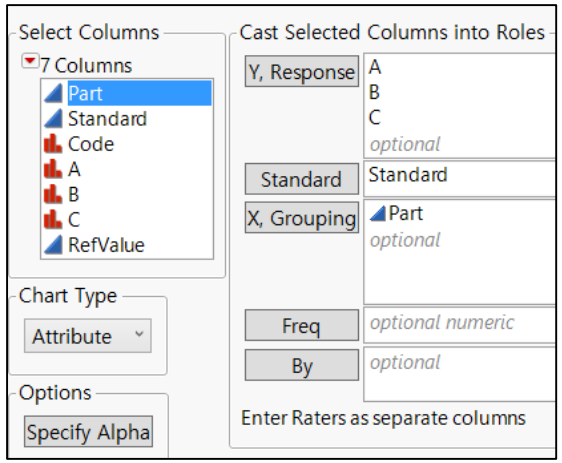
평가 지표	식	우수	양호	부족
%Contribution (%기여율)	$\frac{\sigma_{RR}^2}{\sigma_{TV}^2}\times 100(\%)$	1% 미만	1~9%	9% 이상
%Study Variation (%연구 변동)	$\frac{\sigma_{RR}}{\sigma_{TV}}\times 100(\%)$	10% 미만	10~30%	30% 이상
%Tolerance (%공차비)	$\frac{6\sigma_{RR}}{USL-LSL}\times 100(\%)$	10% 미만	10~30%	30% 이상
NDC* (구별 범주의 수)	$\left\lfloor \frac{\sigma_{PV}}{\sigma_{RR}}\times\sqrt{2} \right\rfloor$	10 이상	4~9	4 미만

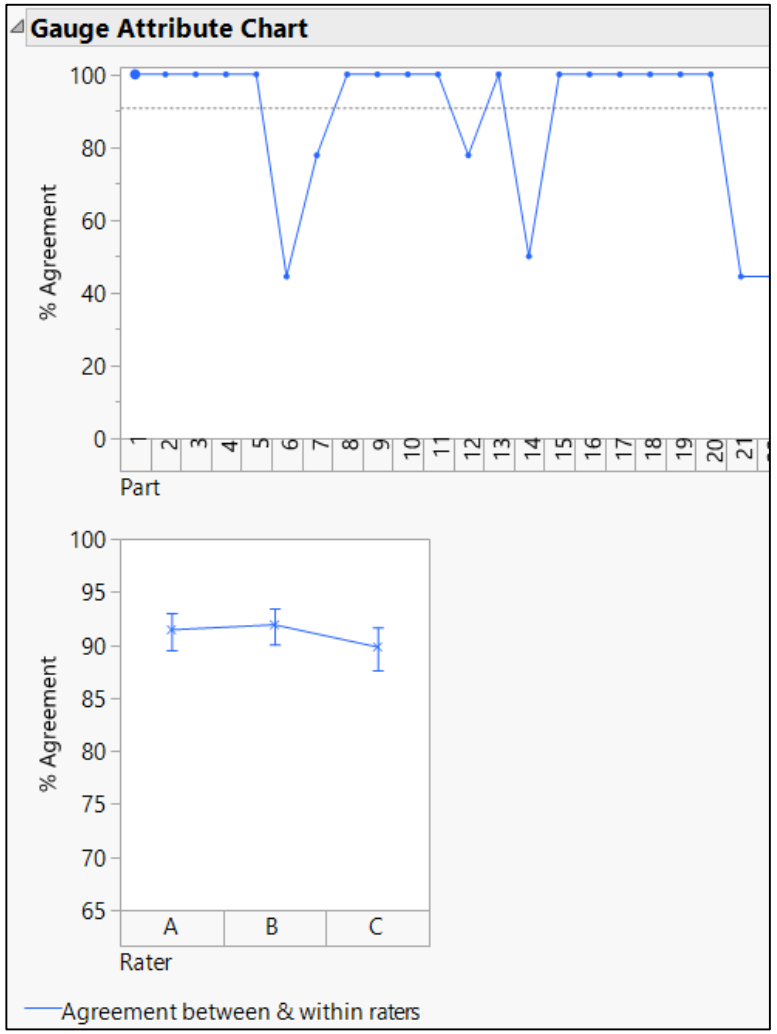
Case 3 : Attribute Gage R&R

0. 범주형 데이터에 대한 측정 시스템 분석에 사용
 1) Pass or Fail
 2) 몇 가지 범주로 분류하는 경우
 3) 순서(등수) 매기는 경우 등

1. Sample file : attribute gauge.jmp
 1) 50개 Sample 에 대해 3명이 3번씩 반복측정
 2) 측정결과는 양품, 불량으로 판정(0, 1)

2. 입력 화면
 1) 아래와 같이 입력하고
 2) Chart Type 에서
 'Attribute' 선택





각 부품별로 측정 일치도를 보여줌
(3명이 3회씩 반복 측정하였으므로
 총 9회 중 일치하는 확률을 나타냄)

측정자별 일치도

Case 3 : Attribute Gage R&R

Agreement Report

Rater	% Agreement	95% Lower CI	95% Upper CI
A	91.4286	89.5082	93.0248
B	91.9048	90.0502	93.4388
C	89.8095	87.6057	91.6588

Number Inspected	Number Matched	% Agreement	95% Lower CI	95% Upper CI
50	39	78.000	64.758	87.246

Agreement Comparisons

Rater	Compared with Rater	Kappa	.2 .4 .6 .8	Standard Error
A	B	0.8629		0.0442
A	C	0.7761		0.0547
B	C	0.7880		0.0537

Rater	Compared with Standard	Kappa	.2 .4 .6 .8	Standard Error
A	Standard	0.8788		0.0416
B	Standard	0.9230		0.0338
C	Standard	0.7740		0.0551

Agreement within Raters

Rater	Number Inspected	Number Matched	Rater Score	95% Lower CI	95% Upper CI
A	50	42	84.0000	71.4858	91.6626
B	50	45	90.0000	78.6398	95.6524
C	50	40	80.0000	66.9629	88.7562

Agreement across Categories

Category	Kappa	.2 .4 .6 .8	Standard Error
0	0.7936		0.0236
1	0.7936		0.0236
Overall	0.7936		0.0236

일반적으로 Kappa 통계량이 60% ~ 70% 이상이면 측정시스템이 괜찮다고 판단
(Kappa 통계량 : 평가자간 평가 결과의 일치도를 계산하는 지표 중의 하나)

Effectiveness Report

Agreement Counts

Rater	Correct(0)	Correct(1)	Total Correct	Incorrect(0)	Incorrect(1)	Grand Total
A	45	97	142	3	5	150
B	45	100	145	3	2	150
C	42	93	135	6	9	150

평가자별 일치도

Effectiveness

Rater	Effectiveness	95% Lower CI	95% Upper CI	Error rate
A	94.6667	89.8296	97.2730	0.0533
B	96.6667	92.4348	98.5680	0.0333
C	90.0000	84.1565	93.8459	0.1000
Overall	93.7778	91.1542	95.6603	0.0622

Misclassifications

Standard Level	0	1
0	.	16
1	12	.
Other	0	0

Conformance Report

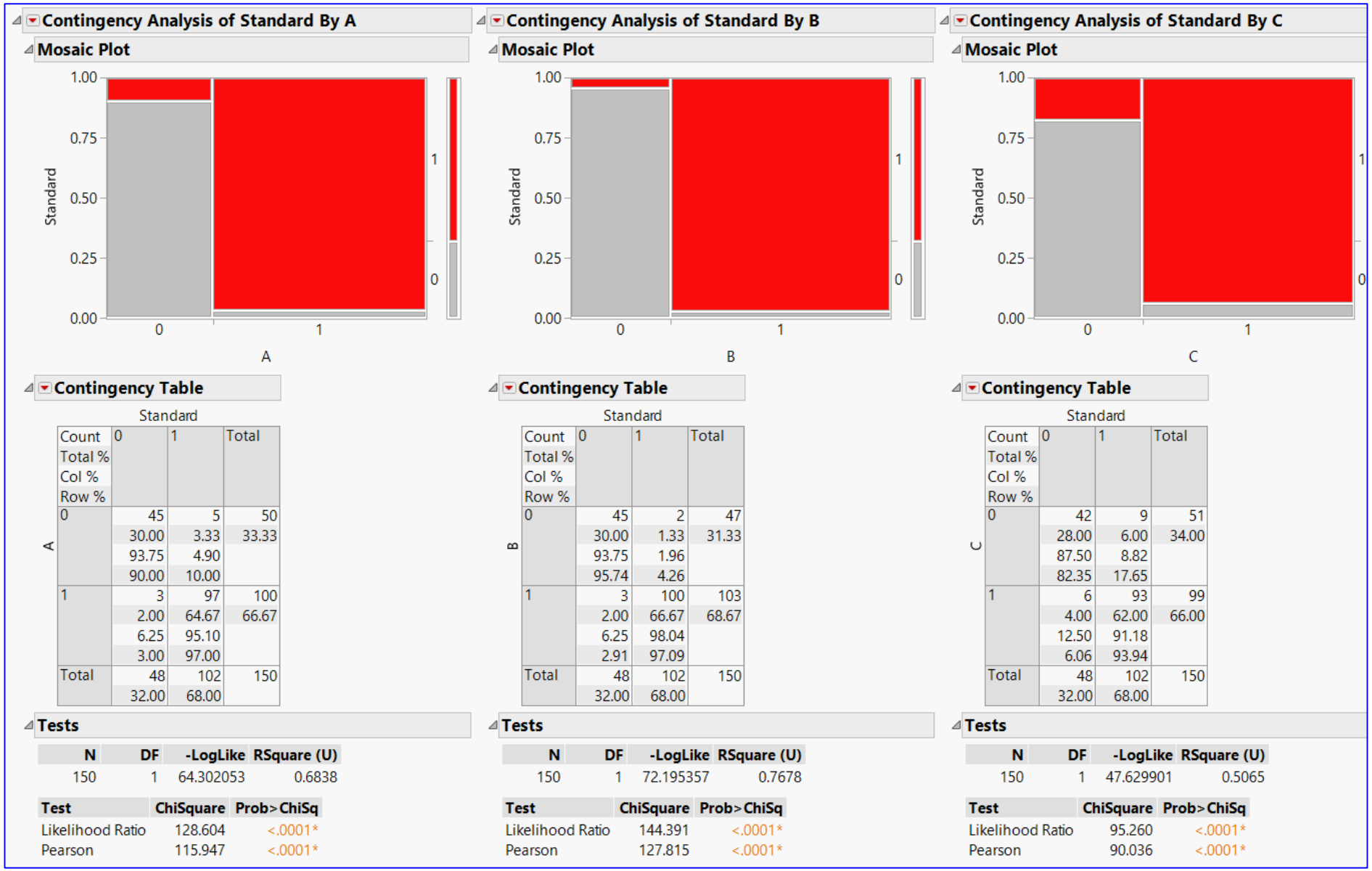
Rater	P(False Alarms)	P(Misses)
A	0.0490	0.0625
B	0.0196	0.0625
C	0.0882	0.1250

Assumptions	
NonConform =	0
Conform =	1

P(False Alarms) : 1종 오류
P(Misses) : 2종 오류

Case 3 : Attribute Gage R&R

참고 : Analyze / Fit Y by X Platform 을 이용해서도 유사한 결과를 확인할 수 있다

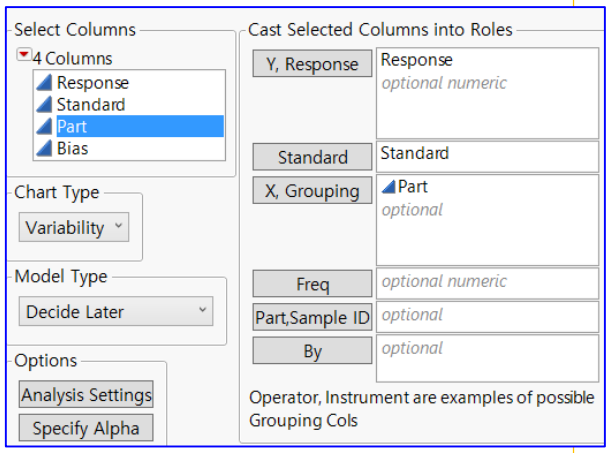


Case 4 : Gauge Linearity

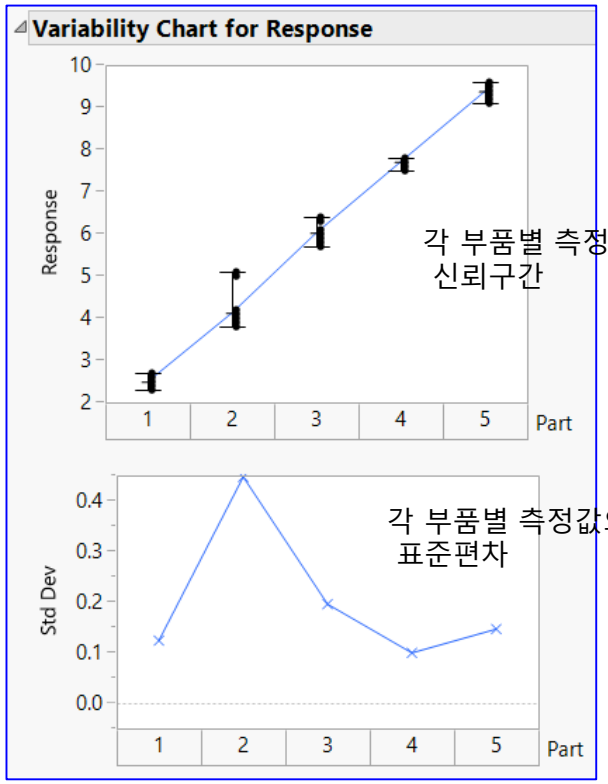
0. 측정 값의 전체 범위에 대해 참값과
   측정값의 차이가 있는 지,
   즉 편의(Bias) 에 대한 평가

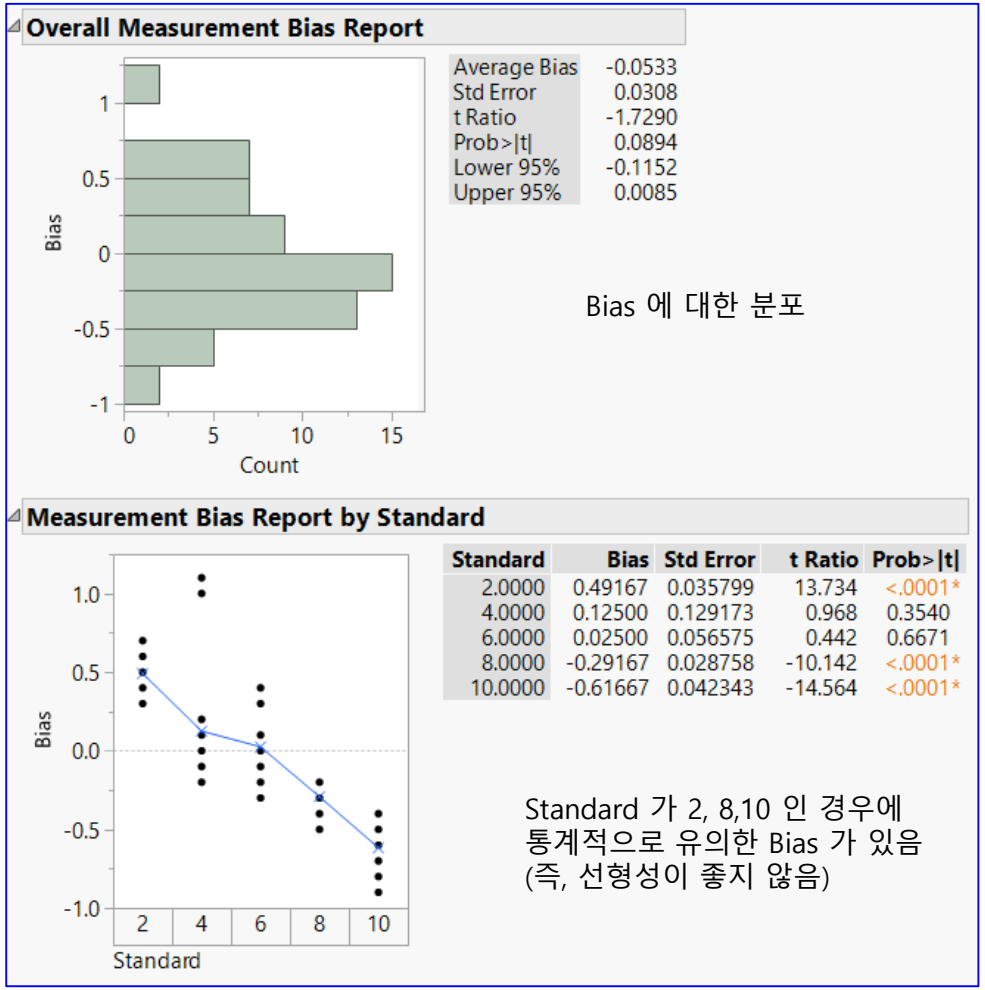
1. Sample file : MSAlinearity.jmp
 1) 50개 Sample 에 대해 3명이 3번씩 반복측정
 2) 측정결과는 양품, 불량으로 판정(0, 1)

2. 입력 화면
 1) 아래와 같이 입력하고
 2) Chart Type 에서 'Variability' 선택



3. 빨간색 역삼각형에서
   Gauge Studies / Bias Report 클릭





Standard	Bias	Std Error	t Ratio	Prob>|t|
2.0000	0.49167	0.035799	13.734	<.0001*
4.0000	0.12500	0.129173	0.968	0.3540
6.0000	0.02500	0.056575	0.442	0.6671
8.0000	-0.29167	0.028758	-10.142	<.0001*
10.0000	-0.61667	0.042343	-14.564	<.0001*

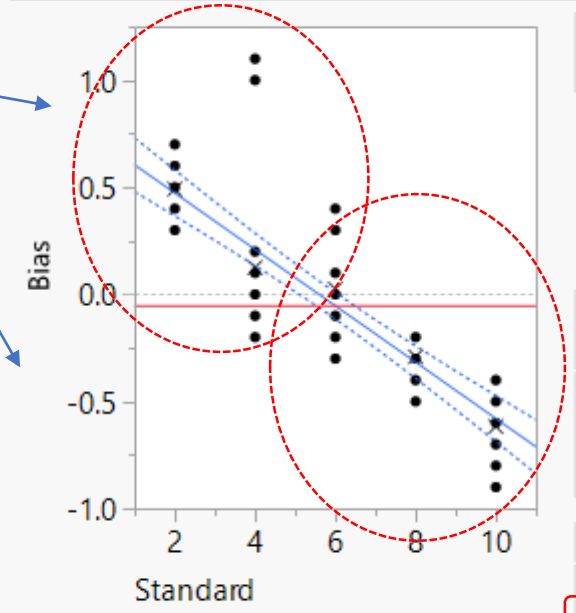
Case 4 : Gauge Linearity

4. 빨간색 역삼각형에서 Gauge Studies / Linearity Study 클릭

작은 값에서는 치우침이 양수로,
(실제 값보다 높게 측정된다는 뜻)

큰 값에서는 치우침이 양수로 나타남
(실제 값보다 작게 측정된다는 뜻)

Linearity Study



Bias = 0.7366667 - 0.1316667 Standard

Standard	Avg Response	Bias	Lower CL	Upper CL
2.0000	2.49167	0.49167	0.36612	0.58055
4.0000	4.12500	0.12500	0.13419	0.28581
6.0000	6.02500	0.02500	-0.11524	0.00857
8.0000	7.70833	-0.29167	-0.39248	-0.24085
10.0000	9.38333	-0.61667	-0.68722	-0.47278

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	1	8.321333	8.32133	145.0232
Error	58	3.328000	0.05738	Prob > F
C. Total	59	11.649333		<.0001*

	Estimate	Std Error	t Ratio	Prob>|t|
Intercept	0.73667	0.072524	10.158	<.0001*
Slope	-0.13167	0.010933	-12.043	<.0001*

		Which equals
Linearity	.	Slope * Process Variation
% Linearity	13.167	100 * abs(Slope)
Avg Bias	-0.053	Bias averaged over all parts
% Bias	.	100 * abs(Avg Bias) / Process Variation
Process Variation	.	Entered on dialog
R-Squared	0.714	
Alpha	0.050	

기울기가 -0.13 이고, P값이
통계적으로 유의하므로
측정 구간 내의 선형성이 좋지 않음

% Linearity 가 13.167% 임
(보통 10% 이상이면 선형성이
좋지 않다고 판단)