

## ロバスト設計での反転データの調査解析結果

- 1: 調査目的:  
計画がまずい、実験ミスとする反転データの存在調査
- 2: 反転の不具合  
SN比で解析できないので、困りごとの原因となる。
- 3: 調査対象  
QES1993-2018(2080事例に107例の生データあり。)
- 4: 調査結果  
反転あり→実際事例(83%)、数値事例(25%)、CAE事例(25%)
- 5: 今後の活動  
反転があっても解析できる数学的方法の確立

静岡研究会 : 2018-04-23[森輝雄]

1

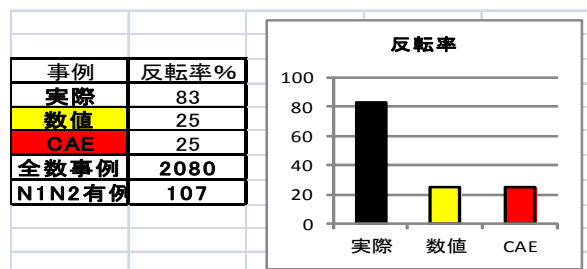
## 内容「目次」

- 1: 調査に対する反転応答の事例数調査
- 2: 調査に対する反転応答の結果概要
- 3: 反転の分布調査結果
- 4: 実際実験(1/3)
- 5: 実際実験(2/3)
- 6: 実際実験(3/3)
- 7: 数値事例
- 8: CAE実験例
- 9: 実際事例の分類
  - 9.1: [接合]
  - 9.2: [金属加工]
  - 9.3: [化学]
  - 9.4: [機械]
- 10: まとめと結論

2

## 1: 調合に対する反転応答の結果概要

対象: QES1993-2017(全2080例中の107例が該当)



(品質管理学会2018高円寺で使用)

### 調査結果と結論

- 1: 実際事例は、6例中5例で反転データがある。
- 2: 数値・CAE事例では、4例中1例反転データがある。

## 2: 調合に対する反転応答の事例数調査

- 1: 対象事例: QES1997-2017の全事例(2080例)
- 2: 調合 $N1 < N2$ に対する応答( $y_1 > y_2$ )セットをカウント
- 3: 事例中の調合-応答データは2種(A,B)
  - A: 計算手順として部分表示 例: 1行のみ
  - B:  $L_{18}$ の全行に $N1N2$ が対応している。
- 4: 望目なら1組で18ペア、動特性 $Mn$ は、信号ごとに $n$ 組ごとに判断した。(信号3水準なら3組と判定した)

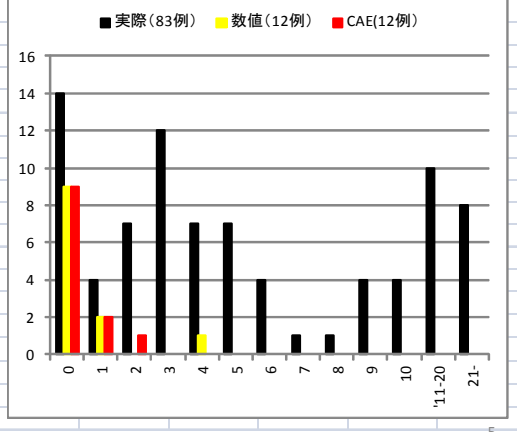
### 3: 反転の分布調査結果

調査N1<N2設定に対し反転応答(Y1<y2→y1>y2)となっている事例調査  
調査対象QES1993-2017(総数2080)

反転数	実際	数値	CAE
0	14	9	9
1	4	2	2
2	7	0	1
3	12	0	0
4	7	1	
5	7		
6	4		
7	1		
8	1		
9	4		
10	4		
'11-20	10		
21-	8		

全数	107	83	12	12
反転あり	107	69	3	3
反転あり%	100	83	25	25
QES1993-2017総数		2080		



### 4. 実際実験 (1/3) [年代順]

QES	年度	実験	NO	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調査ノイズ	ノイズ	解析	全セット (N1N2)	反転数	
1993	実際	1	リコー	町田	複写機	18	紙送り			送り調合	動3	6	0	
1993	実際	2	山武	塚越	スイッチ	18	摺動			新劣化	動8	32	0	
1993	実際	4	富士通テン	中野	回路	18	復調電圧			温度:高低	動4	8	3	
1993	実際	15	岐阜県	藤田	セラミック	18	厚み			位置	動3	54	0	
1994	実際	15	三菱化学	吉野	植物	18	重量		湿度		動3	54	5	
1995	実際	6	LG	任	コンプレッサー	18	冷房能力			電圧差	動3	79	0	
1995	実際	9	アイシン	花村	ろう付け	18	強度			間隔大小	動5	90	12	
1996	実際	9	三菱化学	吉野	沈降分離	18	沈降速度			粒度差	動3	54	0	
1996	実際	14	マツダ	福本	モールド	18	荷重-変位			金型温度	動5	75	31	
1996	実際	22	マツダ	橋本	ろうづけ	18	荷重-変位			炉内温度	動4	60	3	
1997	実際	1	計量研	石田	計測	18	曲げ強度			新旧	動5	20	4	
1997	実際	3	電通大	高橋	切削加工	18	電力	sus304/403			動3	9	3	
1997	実際	15	日産	山本	電着	18	膜厚			位置内外	動3	6	0	
1997	実際	22	富山産船	水谷	焼き入れ	18	焼き入れ面理			sk4/S45c	動9	18	5	
1997	実際	23	マツダ	堀	砂型	18	荷重-変形			高温/低温	動5	25	3	
1997	実際	24	リコー	鈴木	クラッチ	18	トルク電流			新旧劣化	動3	18	0	
1997	実際	26	コクヨ	日野	溶接	18	力-変位			電子顕微鏡	動3	9	3	
1998	実際	4	エプソン	出口	印刷	18	送り時間			1、n層	動3	9	6	
1998	実際	5	キョクトウ	渡辺	コンクリート	18	荷重変位			試験温度	動15	12	3	
1998	実際	6	埼玉機工試	中谷	鋳造	18	歪-応力	溶湯取り後の温度差		溶湯取り後の温度差	動4	6	2	
1998	実際	10	抵抗器	嶋田	計測器	18	電圧	印刷1、5枚目			動3	12	2	
1998	実際	12	丸山	市橋	ポンプ	18	吐出量			密閉と開放	動3	3	1	
1998	実際	14	クラリオン	金本	回路	18	電圧	電源電圧+/-0.5			動5	5	0	
1998	実際	22	コニカ	小籠	トナー	18	電荷	低温低温/高温高温			動3	9	0	
1998	実際	33	山城	杉山	成形	18	寸法			位置/劣化	動7	24	4	
1998	実際	39	富士ゼロックス	ヤマザキ	レーザ	18	強度	4因子調合(差大)			動3	15	0	
1998	実際	54	埼玉OE	鷺谷	混合	18	粘度			ビーカ上:中心-端部	動4	90	41	
1998	実際	54	埼玉OE	鷺谷	混合	18	粘度			ビーカ下:中心-端部	動4	90	44	
1999	実際	24	リコー	伊藤	インキ	18	粒径			新旧	動3	54	0	
1999	実際	26	LG	金	洗濯機械	18	周波数	最小、最大			望目	動6	36	9
1999	実際	52	IHI	小木曾	溶接	18	伸び			高温+振動	動6	9	6	
1999	実際	55	前田	黄	拡大口径	18	拡大力kg			新:劣化	動3	57	23	

## 5: 実際実験(2/3)[年代順]

2000	実際	3	GSメルコテック	小宮山	電池	18	放電容量	放電量20/100		望目	18	3
2000	実際	66	エプソン	小山	樹脂貼付付	18	強度	加速試験条件		動3	54	1
2001	実際	32	倉位	三上	積	18	残存率		pH7.3	動3	21	0
2001	実際	33	富士ゼロックス	佐藤	レーザー	18	接触角		表裏・左右	望目	36	18
2001	実際	50	リコー	明吉	帯電	18	電着電流		疲労前後	動6	8	2
2001	実際	51	ユニカ	片桐	ゴム選択系	5	香		劣化条件	動9	40	10
2001	実際	72	ダイナックス	柴田	表面処理	18	腐食量		銅材種	動3	15	5
2002	実際	53	アルプス	赤間	カシメ	18	計測機器	初期劣化		動6	24	0
2003	実際	5	ユニカ	倉地	感光体	18	帯電位	初期劣化*MAXMIN		動6	36	11
2003	実際	21	松浦機械	久保田	スライド機構	18	変位	右左		動4	54	0
2003	実際	80	日立	安濃	レーザー切断	18	切断速度	厚・温度		望目	18	9
2004	実際	15	東海理化	橋洞	塗装	18	膜厚	環境温度		動3	21	3
2004	実際	18	テラル	永井	粉末塗装	18	揮発時間	劣化前後		動20	9	3
2004	実際	62	リョービ	寶山	切削加工	18	電力	2因子調合		動3	24	5
2004	実際	66	山製電子	谷戸	OPC	18	帯電量	温度高低		動4	16	4
2006	実際	31	静岡	稲見	超音波接合	18	強度	3因子N1N2		動3	38	8
2006	実際	33	トーキン	細川	熱圧着	12			新劣化	動4	16	2
2006	実際	36	アルハイイン	仲田	コンベア	ー	時間		荷重有無	望目	20	7
2006	実際	126	静岡	大城	沈降	18	沈降時間		新土壌裏	望目	18	4
2007	実際	136	東北リコー	照井	センサー	2元	透過率		ラベル種	動2	9	3
2007	実際	148	静岡	高松	超音波接合	18	強度	4因子N1N2		動3	38	6
2007	実際	149	静岡	楠神	テープ接合	18	強度	4因子N1N2		動3	38	22
2007	実際	150	静岡	木村	エポキシ	18	強度	3因子N1N2		動3	38	9
2008	実際	44	静岡	榊	超音波接合	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動2	38	27
2008	実際	46	静岡	木村	エポキシ	18	強度	材料劣化と異物		動2	36	3
2009	実際	10	静岡	大石	超音波接合	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動3	38	4
2009	実際	11	静岡	滝口	エポキシ	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動2	38	4
2009	実際	19	静岡	森	色素電池	18	電圧		新旧液	望目	18	9
2009	実際	44	オークラ	長浜	コンベア	18	電圧		無有負荷	動4	72	18
2010	実際	14	アマダ	菅原	接着	18	強度			動2	36	3
2010	実際	26	富士通	長谷川	cmp	12	膜厚	鉄粉+油位置		望目	10	2
2010	実際	30	静岡	西巻	接合	18	強度	材料*工程*温度		動2	36	17

7

## 6: 実際実験(3/3)[年代順]

2010	実際	31	静岡	山本	化学接着	18	強度	温度工程		動3	54	19
2010	実際	33	静岡	栗原	接合	18	強度	前加熱		動2	40	18
2010	実際	37	田宮	榊	4駆	18	周回時間	内外周		望目	19	5
2011	実際	26	コニカ	柴田	プラスト	18	剥離長	粒度違い		動7	44	15
2011	実際	31	静岡	山本	ラミネート	12	強度	曲げの有無		標準SN比	36	15
2011	実際	32	静岡	伊藤	超音波接合	12	強度	温度		動3	18	10
2011	実際	33	静岡	木下	接着材	18	強度	温度		動3	54	5
2011	実際	33	静岡	木下	接着材	12	強度	温度		動3	36	10
2011	実際	66	静岡	森	色素電池	18	mV	温度差		望目	18	10
2012	実際	30	パナソニック	中沢	モータ	9	kN	保全状態		望目	27	1
2013	実際	27	松浦機械	山本・矢野	組み立て精度	18	剛性		潤滑油多少	動3	60	29
2013	実際	30	宮城教育大学	菊池・小野	旋盤	9	kw/s			動3	54	16
2014	実際	77	YKK	永井	樹脂成型	18	寸法		樹脂の軟硬	動23	23	4
2015	実際	89	ニスカ	久保田	印刷	18	色ずれ	感度		望目	6	2
2015	実際	36	静岡	森	接着	18	強度	接着条件		動2	36	2
2015	実際	41	広島工大	宗	切断	12	電力	切断順		回帰	60	37
2016	実際	42	広島工大	宗	切断	12	電力	切断順M1/N3			26	1
2017	実際	1	東海理化	大野	SMT	18	電流	7因子調合		望目	18	6
2017	実際	13	東芝機械	横山	鋳鉄	12	伸び	組成		回帰:望目	12	5

8

## 7: 数値事例[年代順]

QES	年度	実験	NO	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調合ノイズ	ノイズ	解析	全セット (N1N2)	反転数
	2004	数値実験	24	森精機	稲住	クランプ構造	18	締め付け力	6因子調合		望目	18	0
	2007	数値	138	静岡	池谷	回路		電圧	+/-10%		望目	38	0
	2011	数値	41	静岡	森	LR回路	9	電流	+/-10%		望目	9	0
	2011	数値	42	静岡	森	制御回路	18	減衰率	+/-10%		望目	18	1
	2013	数値	67	静岡	杉山	回路式	18	減衰率	+/-10%	素子	望目	54	1
	2013	数値	68	静岡	伊藤	半導体	18	歪	+/-10%		望目	36	4
	2014	数値	42	静岡	伊藤	HT回路	9	電圧	+/-10%		望目	9	0
	2014	数値	48	静岡	伊藤	ペンレコ	9	減衰率	+/-10%		望目	19	0
	2014	数値	49	静岡	杉山	TV回路	12	電圧	+/-10%		望目	12	0
	2015	数値	36	静岡	森	HHD	36	安定性	+/-10%		望目	18	0
	2015	数値	39	静岡	森	溶融	18	凝固時間	+/-10%		望目	72	0
	2017	数値	83	静岡	森	OTL回路	18	電圧	+/-10%		望目	18	0

9

## 8: CAE実験例[年代順]

QES	年度	実験	NO	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調合ノイズ	ノイズ	解析	全セット (N1N2)	反転数
	1993	CAE	3	日本無線	飯野	半導体	18	MOS		チャンネル長	動3	3	1
	1999	CAE	37	マツダ	櫻本	ピストン	18	温度	公差最小:最大		望目	18	0
	2003	CAE	25	タカノ	堀本	樹脂爪	18	寸法	+/-5%		動250	6	0
	2003	CAE	28	タカノ	中原	門扉	18	荷重	+/-0.5%		動7	7	0
	2005	CAE	12	アルプス電気	菊地	回路	18	電圧	2因子調合		動5	10	2
	2005	CAE	86	三菱電機	鶴田	モータ	18	振動数	コア寸法精度		望目	19	0
	2013	CAE	73	ケーヒン	高橋	BGA	18	歪	仮想N1N2*位置36		望目	36	1
	2015	CAE	4	トヨタ	橋高	エンジン	18	壁温度		運転条件	動3	22	0
	2015	CAE	15	阿南高専	西野	混合			樹脂の量と温度		望目	18	0
	2015	CAE	21	ギガフォトン	浅山	レーザー	18	追従性	位置*隙間		望小	54	0
	2015	CAE	72	コマツ	斎尾	プラズマ	18	熱	Hf消耗深さ		動3	54	0
	2017	cAE	26	アルプス	貞松	ばね	12	歪	+/-10%		望目	12	0

10

## 9.1: 実際事例の分類[接合]

分野	技術	年度	実験	N0	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調合ノイズ	ノイズ	解析	全セット(N1N2)	反転数	
接合	超音波	2007	実際	148	静岡	高松	超音波接合	18	強度	4因子N1N2		動3	38	6	
		2008	実際	44	静岡	榊	超音波接合	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動2	38	27	
		2006	実際	31	静岡	稲見	超音波接合	18	強度	3因子N1N2		動3	38	8	
		2009	実際	10	静岡	大石	超音波接合	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動3	38	4	
		2011	実際	32	静岡	伊藤	超音波接合	12	強度	温度		動3	18	10	
	接着	1998	実際	5	キョクトウ	渡辺	コンクリート	18	荷重変位		試験温度	動15	12	3	
		2007	実際	149	静岡	楠神	テープ接合	18	強度	4因子N1N2		動3	38	22	
		2010	実際	14	アマダ	菅原	接着	18	強度	鉄粉+油		同2	36	3	
		2010	実際	30	静岡	西巻	接合	18	強度	材料*工程*湿度		動2	36	17	
		2010	実際	31	静岡	山本	化学接着	18	強度	温度工程		動3	54	19	
		2010	実際	33	静岡	栗原	接着	18	強度	前加熱		動2	40	18	
		2011	実際	33	静岡	木下	接着材	18	強度	温度		動3	54	5	
		2011	実際	33	静岡	木下	接着材	12	強度	温度		動3	36	10	
		2011	実際	31	静岡	山本	ラミネート	12	強度	曲げの有無		標準SN比	36	15	
		2006	実際	33	トーキン	細川	熱圧着	12			新劣化	動4	16	2	
		2015	実際	36	静岡	森	接着	18	強度	接着条件		動2	36	2	
		2007	実際	150	静岡	木村	エポキシ	18	強度	3因子N1N2		動3	38	9	
		エポキシ	2008	実際	46	静岡	木村	エポキシ	18	強度	材料劣化と異物		動2	36	3
			2009	実際	11	静岡	滝口	エポキシ	18	強度	汚染*荷重*冷熱サイクル		動2	38	4
		溶接	1999	実際	52	IHI	小木曾	溶接	18	伸び	高温*振動		動6	9	6
1997	実際		26	コクヨ	日野	溶接	18	力-変位	4因子調合		動3	9	3		

11

## 9.2: 実際事例の分類[金属加工]

分野	技術	年度	実験	N0	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調合ノイズ	ノイズ	解析	全セット(N1N2)	反転数		
金属加工	金属材料	1998	実際	6	埼玉県工試	中谷	鑄造	18	歪-応力	溶湯取り後の温度差	溶湯取り後の温度差	動4	6	2		
		2017	実際	13	東芝機械	横山	鑄鉄	12	伸び	組成	回帰:望目	動5	12	5		
		1997	実際	23	マツダ	堀	砂型	18	荷重-変形	高温/低温		動5	25	3		
		1993	実際	15	岐阜県	藤田	セラミック	18	厚み		位置	動3	54	0		
		1999	実際	55	前田	黄	拡大口径	18	拡大力kg	新:劣化		動3	57	23		
		2011	実際	26	コニカ	柴田	プラスト	18	剥離長	粒度違い		動7	44	15		
		2001	実際	72	ダイナックス	柴田	表面処理	18	腐食量		鋼材種	動3	15	5		
		2010	実際	26	富士通	長谷川	cmp	12	膜厚	位置		望目	10	2		
		1997	実際	22	富山商船	水谷	焼き入れ	18	焼き入れ面積	sk4/S45c		動9	18	5		
		2017	実際	1	東海理化	大野	SMT	18	電流	7因子調合		望目	18	6		
		2015	実際	41	広島工大	宗	切断	12	電力	切断順		回帰	60	37		
		2016	実際	42	広島工大	宗	切断	12	電力	切断順M1/N3			26	1		
		機械加工	2013	実際	30	宮城教育大学	菊池・小野	旋盤	9	kw/s				動3	54	16
			2013	実際	27	松浦機械	山本・矢野	組み立て精度	18	剛性		潤滑油多少		動3	60	29
			2004	実際	62	リョービ	賈山	切削加工	18	電力	2因子調合		動3	24	5	
	1998		実際	33	山城	杉山	成形	18	寸法	位置/劣化		動7	24	4		
	1997		実際	3	電通大	高橋	切削加工	18	電力	sus304/403		動3	9	3		
1997	実際	1	計量研	石田	計測	18	曲げ強度	新旧		動5	20	4				
2002	実際	53	アルプス	赤間	カシメ	18	計測機器	初期劣化		動6	24	0				

12

### 9.3: 実際事例の分類[化学]

分野	技術	年度	実験	NO	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調査ノイズ	ノイズ	解析	全セット (N1N2)	反転数
化学	融解	1996	実際	14	マツダ	福本	モールド	18	荷重-変位	金型温度		動5	75	31
		1995	実際	9	アイシン	花村	ろう付け	18	強度		間隔大小	動5	90	12
		1996	実際	22	マツダ	橋本	ろう付け	18	荷重-変位	炉内温度		動4	60	3
		2014	実際	77	YKK	永井	樹脂成型	18	寸法		樹脂の軟硬	動23	23	4
		2000	実際	66	エフソン	小山	樹脂銅貼り付け	18	強度	加速試験条件		動3	54	1
		1998	実際	54	埼玉QE	鷺谷	混合	18	粘度	ピーカ上, 中心-端部		動4	90	41
		1998	実際	54		鷺谷	混合	18	粘度	ピーカ下, 中心-端部		動4	90	44
		2009	実際	19	静岡	森	色素電池	18	電圧		新旧液	望目	18	9
		2011	実際	86	静岡	森	色素電池	18	mV	温度差		望目	18	10
		2000	実際	3	GSメルコテック	小宮山	電池	18	放電容量	放電量20/100		望目	18	3
	塗装	2004	実際	15	東海理化	榊洞	塗装	18	膜厚	環境湿度		動3	21	3
		2004	実際	18	テラル	永井	粉体塗装	18	重電時間	劣化前後		動20	9	3
		1997	実際	15	日産	山本	電着	18	膜厚	位置内外		動3	6	0
		2006	実際	126	静岡	大塚	沈降	18	沈降時間		新と最悪	望目	18	4
		1996	実際	9	三菱化学	吉野	沈降分離	18	沈降速度	粒度差		動3	54	0
		2003	実際	80	日立	安濃	レーザ切断	18	切断速度	厚・温度		望目	18	9
		1998	実際	39	富士ゼロックス	ヤマザキ	レーザ	18	強度	4因子調査(差大)		動3	15	0
		2001	実際	33	富士ゼロックス	佐藤	レーザ	18	接触角		表裏・左右	望目	36	16
		2015	実際	89	ニスカ	久保田	印刷	18	色ずれ	湿度		望目	6	2
		2004	実際	66	山梨電子	谷戸	OPC	18	帯電量	温度高低		動4	16	4
印刷	2003	実際	5	コニカ	倉地	感光体	18	帯電性	初期劣化*MAXMIN		動6	36	11	
	1998	実際	22	コニカ	小籠	トナー	18	電荷	低温低温/高温高温		動3	9	0	
	2001	実際	50	リコー	明吉	帯電	18	電着電流		疲労前後	動6	9	2	
	2001	実際	51	コニカ	片桐	ゴム選択薬	5	帯電		劣化条件	動9	40	10	
	1997	実際	24	リコー	鈴木	クラッチ	18	トルク電流	新旧劣化		動3	18	0	
	1999	実際	24	リコー	伊藤	インキ	18	粒径	新旧		動3	54	0	
	1998	実際	4	エフソン	出口	印刷	18	送り時間		1、n層	動3	9	6	
	1993	実際	1	リコー	町田	複写機	18	紙送り		送り割合	動3	6	0	
	2001	実際	32	食塩	三上	菌	18	残存菌		pH7、3	動3	21	0	
	1994	実際	15	三菱化学	吉野	植物	18	重量	湿度		動3	54	5	

13

### 9.4: 実際事例の分類[機械]

分野	技術	年度	実験	NO	実施団体	報告者	分野	OA	解析特性	調査ノイズ	ノイズ	解析	全セット (N1N2)	反転数	
機械	輸送	2006	実際	36	アルパイン	仲田	コンベア	-	時間		荷重有無	望目	20	7	
		2009	実際	44	オークラ	長浜	コンベア	18	電圧		無有負荷	動4	72	18	
		2003	実際	21	松浦機械	久保田	スライド機構	18	変位	右左		動4	54	0	
		2010	実際	37	田宮	榎	4駆	18	周回時間	内外周		望目	19	5	
	電動	1998	実際	12	丸山	市橋	ポンプ	18	吐出量	密閉と開放		動3	3	1	
		2012	実際	30	バナソニック	中沢	モータ	9	kN	保全状態		望目	27	1	
		1995	実際	6	LG	任	コンプレッサ	18	冷房能力		電圧差	動3	79	0	
		1999	実際	26	LG	金	洗濯機械	18	周波数	最小:最大		望目	36	9	
	センサー	2007	実際	136	東北リコー	照井	センサー	2元	透過率			ラベル種類	動2	9	3
		1998	実際	10	抵抗器	嶋田	計測器	18	電圧	印刷1、5枚目		動3	12	2	
		1998	実際	14	クラリオン	金本	回路	18	電圧	電源電圧 +/-0.5		動5	5	0	
		1993	実際	4	富士通テン	中野	回路	18	復調電圧		温度:高低	動4	8	3	
		1993	実際	2	山武	塚越	スイッチ	18	摺動			新劣化	動8	32	0

14

## 10:まとめと今後の活動と反省

### 1:まとめ

反転あり(107事例)→実際実験事例(83%)、  
数値実験事例(25%)、CAE実験事例(25%)

### 2:今後の活動

反転があっても解析出る数学的手段を探す。

### 3:反省→現状の間違い

反転は計画がまずい、または実験ミスとすることなく、自然なこととする。