

目 次

◇ はじめに	iii
◇ 「新ヒートシール技法」発刊に寄せて： 小野 拡邦 東京大学名誉教授/ 元工学院大学教授	v
◇ 本書に出てくるキーワードの解説	xx iii

第1章 熱接着（ヒートシール）総論

1. プラスチック材の熱接着を難解にしていた最大の原因は、熱接着面の温度応答の計測・制御技術の未達にあった。	1
2. ヒートシールの期待機能と課題の革新	1
3. ヒートシール技法の改革の歴史	3
3.1 はじめに	3
3.2 ヒートシール技法の期待機能の変遷	
3.2.1 個別対応の【D.F.S.】の定着による合理的展開の停滞	3
3.2.2 ヒートバーの加熱面の問題の解答は的確なフィードバック制御であった	3
3.3 「溶着面温度測定法」“MTMS”開発のあけぼの	5
3.4 溶着面温度計測法；“MTMS”の開発	6
3.5 ヒートシール技法の“不具合”解析の取り組み開始	7
3.6 溶着面温度計測法；“MTMS”の公開開始	8
3.7 「溶着面温度測定法」によって分かった新たなヒートシールメカニズム	9
3.8 加熱速さでヒートシール強さの発現が変移： 【Hishinuma 効果】の発見は神様の贈り物	9
4. 熱接着（ヒートシール強さ）発現現象の再確認	10
5. ヒートシール技法の加熱温度の的確性の再確認と改革： 《界面温度制御》の発明による大改革	12
5.1 ヒートバーの加熱制御の変遷と課題改革	12
5.2 ヒートバーの加熱温度設定の実際の課題	14
6. ヒートシールの期待機能はエッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成、 《界面温度制御》の獲得	15
6.1 「発生源解析」による「密封」と「易開封」の同時達成の発見	15
6.2 置き去りにしてきた「凝集接着」の革新	16
6.3 “一条シール”と《界面温度制御》の融合でヒートシール技法に革命	16
6.4 破損領域の圧縮荷重と落下衝撃の実測ができるようになった	16
7. ヒートシールを展開するプラスチック材の構成の考慮	17
8. ヒートシール強さの的確な理解	17
9. ヒートシール技法に関係する諸規定	18

第2章 従来法のヒートシール関連事項の取り扱いの誤認解析と《「エッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成への革新」》と“一条シール”， 《界面温度制御》へのプロローグ：9 アイテム/20 項目

1. はじめに	19
2. 歴史的に積み上げられているヒートシールの個別操作の不適合さの確認	19
3. “一条シール”と《界面温度制御》の確立のプロローグ：	22
4. ヒートシール技法の歴史的な課題の改革・革新	22
4.1 加熱速さがヒートシール強さの発現を変移させていた；【Hishinuma 効果】の発見	22
4.2 「狭い界面接着温度帯」にどう対処するか	22
4.3 ヒートシール技法における最大の課題：熱接着の加熱方法の改革	23

4.3.1	ヒートバーの 温度調節系の変遷と革新	24
4.3.2	ヒートバーに ヒートパイプ を装着して、 長手方向 の加熱面温度の 均一化 と伝熱の 高速化	26
4.3.3	《 界面温度制御 》による溶着面（接着面）温度応答の検知に最接近	27
4.3.4	凝集接着帯依存 の加熱からの脱出	27
4.4	「密封」と「易開封」の同時達成ができる “一条シール” の発明	28
4.5	何故、何十年もの間、 高速、高精度の溶着面（接着面）温度応答 の制御技術が未達だったのか？	28
5	遂にヒートシール技法の革新の完了	28
5.1	とうとうできた！ ヒートシールエッジ切れのない「密封」と「易開封」の同時達成	28
5.2	包装工程の 見直し	29
5.3	熱接着（ヒートシール）は 3次元現象 であった	29
第3章	熱接着強さの管理でヒートシール性能の保証ができるか？	31
1.	はじめに	31
2.	ヒートシール性能の理論	31
2.1	ヒートシール強さの 計測方法と課題	31
2.2	破袋応力 に対するヒートシール面の応答	32
3.	ヒートシール性能の実験	33
3.1	ヒートシール面の特性検証	33
3.2	破袋制御の検証 事例；[4 方袋の圧縮荷重の反応]	33
4.	考察／まとめ	34
第4章	[改革技術3]：ヒートシール強さの発現に「加熱速さ」が関与していた【Hishinuma 効果】の発見 -ヒートシール強さは3次元現象だった-	35
1.	はじめに	35
2.	ヒートシール強さの発現理論	36
2.1	熱接着（ヒートシール）の特性	36
2.2	「カムアップタイム」 （CUT）と「加熱速さ」の定義	39
3.	実験と結果の考察	41
3.1	実験方法	41
3.2	ヒートシール強さの 発現変移の発見 の計測結果	43
3.3	個々の材料のヒートシール強さの 発現変移の考察	45
3.4	加熱速さ のヒートシール強さ発現に及ぼす考察	47
4.	【Hishinuma 効果】の発現メカニズム推定	50
5.	結論	53
第5章	[改革技術2]：「密封」と「易開封」を同時に達成する“一条シール”の実際	55
1.	ピロー袋の センターシール部 の密封化	55
1.1	はじめに	55
1.2	理論：従来の ヒートシール技法の抜本的見直し	55
1.2.1	ヒートシール技法の 永年の期待	56
1.2.2	最新の知見による熱接着（ヒートシール）の 基本の再認識	56
1.2.3	従来のヒートシール技法の特性と 見直し	57
1.2.4	ヒートシール面の段差の 貫通孔 の発生メカニズム解析	58
1.2.5	ヒートシール面の密着に 凝集接着が不可欠 は間違いだった	58
1.2.6	圧着圧と加熱時間の 増加の効果の乱用	58

1.2.7	ヒートシール強さと 開封力 の関係	58
1.2.8	段差部の貫通孔の 漏れ量の定量化	59
1.2.9	段差部の 貫通孔の発生メカニズム 解析	59
1.3	実験と結果の考察	59
1.3.1	段差部の密封化性 の検証	59
1.3.2	局部押し潰し の密封効果の確認	60
1.3.3	一条突起と面圧接の 複合圧着 方法の創成	61
1.3.4	「 易開封 」下の「 密封 」 シール 実験と考察	62
1.3.5	“一条シール”の完成を補完する 包装材料の新設計法 の提案	65
1.4	結論	68
2.	片面式“一条シール”[Ⅱ]の開発	69
2.1	はじめに	69
2.2.	“一条シール”の開発(Ⅱ)の構成と動作説明	69
第6章 [改革技術1] : 溶着面(接着面)温度応答を直接的に検知/制御する		
	《界面温度制御》	72
1.	はじめに	72
2.	《界面温度制御》の理論	73
2.1	熱接着(ヒートシール)の期待機能の歴史的背景	73
2.1.1	加熱温度、加熱時間の的確性	73
2.1.2	「加熱速さ」による「熱接着強さの変移」の発見	73
2.1.3	圧着圧の定義は変更になった	74
2.1.4	「温度」、「時間」の定義の明確化	74
2.2	(今だから正々堂々と言える)従来のヒートシール操作の欠陥の解明	74
2.3	従来の加熱体の発熱温度の信頼性の改善策と《界面温度制御》の期待	75
2.4	従来の加熱温度管理の欠陥の検証	76
3.	溶着面(接着面)温度応答を直接的に制御する《界面温度制御》の開発	76
3.1	現場における溶着面(接着面)温度応答の直接計測の困難性	76
3.2	4面材料の層間温度応答の計測の遊びから発見された《界面温度》のもたらした溶着面温度応答計測の新論理の発見/構築	77
4.	《界面温度制御》の能力評価と実機への反映	78
4.1	界面温度信号の機能の確認	78
4.1.1	両面加熱/片面加熱の《界面温度》の動態	78
4.1.2	《界面温度応答》を電気回路に相似して、その妥当性の検証	79
4.2	《界面温度制御》の実際化	80
4.2.1	ヒートジョー方式への展開	80
4.2.2	インパルスシール方式への展開	82
4.2.3	インパルスシール方式の制御結果	84
5.	《界面温度制御》がもたらした従来常識【D.F.C】の課題の革命	86
6.	考察	88
6.1	《界面温度制御》の新機能のまとめ	88
6.2	ヒートシールの歴史的課題への貢献	89
6.3	ヒートシールのもう一つの主要課題;「密封」と「易開封」との連携	89
6.4	《界面温度制御》で取り扱う温度信号の高速化の特徴	90
6.5	A/Dの特徴の具体的説明	90
7.	まとめ	91
第7章 [改革技術7] 凝集接着の新しい論理の構築;「モールド接着」の開発		
1.	はじめに	93

2. 界面接着と凝集接着の特性解析	93
2.1 表層材の表層材の役割とヒートシール操作	93
2.2 ヒートシール強さの説明	94
2.3 ヒートシール面の圧着圧	94
2.4 ヒートシール面の接着状態の解析	94
2.5 ヒートシールの平面圧着は最適な方策か？	95
2.6 (事例)レトルトパウチ材の熱接着特性	96
2.7 剥離エネルギーの実測	96
2.8 ポリ玉起点のエッジ切れ発生の確認	98
2.9 複合材(ラミネーション)の凝集接着帯の破断メカニズムの解析	98
2.10 破袋の応力メカニズム解析と制御方策	98
3. ポリ玉を発生させない凝集接着法の開発	99
3.1 凝集接着におけるポリ玉生成のメカニズム解析	99
3.2 吐出圧があり溶融量制限した新ヒートシール法の「 モールド接着 」の発案	100
4. 「モールド接着」の特性確認実験	100
4.1 半円形一条突起による「モールド接着」の一インジェクション機能の確認	100
4.2 試験標本の「モールド接着」の仕上がりの顕微鏡検査	102
4.3 レトルトパウチの「モールド接着」の引張試験評価	103
4.3.1 レトルトパウチの「モールド接着」の試験結果の特徴の解析	104
4.3.2 「モールド接着」と界面接着帯に発生する“不具合帯”の改善策	105
4.3.3 「モールド接着」の耐破袋性	105
4.4 「モールド接着」の汎用材、[OPP/LLDPE] フィルムへの適用確認	106
5. 考察	107
5.1 凝集接着のエッジ切れの排除方策	107
5.2 「モールド接着」のSDGsへの寄与	108
6. 「モールド接着」の実施方法の詳細説明	108
7. 「モールド接着」の開発の効果	109
8. 平面圧着(“一条シール”)と「モールド接着」の機能比較	110
第8章 [改革技術5]: 圧縮・落下衝撃の破袋メカニズムとヒートシール強さとの関係	
—圧縮荷重と落下衝撃荷重の挙動解析と対策—	111
1. 圧縮荷重と落下衝撃荷重の挙動解析と定量化	111
1.1 はじめに	111
1.2 レトルト包装の【HA】が要求する密封保証の担保	112
1.3 破袋荷重の新解析方法の展開	113
1.3.1 破袋荷重の作動メカニズムの解明	113
1.3.2 落下衝撃・振動荷重は単発負荷だが積分される	114
1.4 破袋荷重とヒートシール強さとの連携化	115
1.4.1 圧縮荷重に関与する熱接着帯の強さと挙動	115
1.4.2 落下試験のヒートシール面への荷重挙動とエネルギーの計測	118
1.5 まとめ	119
2. 落下衝撃に対するヒートシール面の応力反応検討	120
2.1 はじめに	120
2.2 ヒートシールの破壊応力	121
2.3 「衝撃応力発生装置」の開発	121
2.4 実験方法と結果	122

2.4.1 代表的な包装材料の衝撃吸収性の測定結果	122
2.4.2 ヒートシールサンプルの衝撃パルスの応答測定（事例；レトルトパウチ材）	122
2.5. 結論	123
3. パウチ包装の衝撃荷重の受容性の計測	124
3.1 はじめに	124
3.2 ヒートシール線（面）の破壊力の発生メカニズム	124
3.3 「衝撃荷重発生装置」の性能と概要	124
3.4 衝撃発生装置を用いた各種軟包装の測定	125
3.4.1 代表的な包装材料の衝撃吸収性の測定結果	125
3.4.2 空気の混入とサイズ相違の応答	126
3.4.3 剥れシールの衝撃荷重の吸収機能の検証	126
第9章 [改革技術4]：剥離エネルギー論による剥れシールの機能性を利用したヒートシールさの新評価法：【FHHS】	128
1. はじめに	128
2. レトルトパウチ材の引張試験パターンの実際と評価	129
3. 機能性ヒートシール強さ【FHSS】を適用したヒートシール特性の評価	130
4. 考察とまとめ	133
5. 結論	133
第10章 ヒートシール面内の温度分布の発現現象の解析と定量化	135
1. はじめに	135
2. 熱接着面内の温度分布の発生原因の探求	135
2.1 加熱材料内の熱流解析のシミュレーション	135
2.2 材料の構成厚さの変化による温度分布の挙動変化	136
3. 結果と考察	137
3.1 加熱材料内の熱流解析のシミュレーションの結果	137
3.2 挟み方法の相違(Aモード、Bモード)による接着面の温度分布の変動	137
3.3 材料の構成厚さの変化による温度分布の挙動変化の結果	137
3.4 考察とまとめ	138
4. 結論	140
第11章 [改革技術6]：改革技術を全面的に展開したレトルトパウチ包装の【HACCP】管理の革新	141
1. はじめに	141
2. 新理論の展開	141
2.1 包装工程の着目点	141
2.2 レトルトパウチ包装の【HA】が要求する原因[圧縮・落下衝撃荷重]の解析	142
2.3 ヒートシールのパラメータの定義の再評価	144
2.4 加熱体表面温度制御とヒートパイプ装着の合理性の確認	145
2.5 ヒートシール強さの調節では熱接着性能の合理的な管理はできない	145
2.6 レトルトパウチの加熱流の接着面外への流出とシール不全の発生	145
2.7 何故レトルトパウチのトラブルにピンホール/エッジ切れが多いのか？	146
3. 今日のレトルトパウチの熱接着に関する諸事項の性能確認	148
3.1 破袋荷重とヒートシール強さの連携論	148
3.2 落下試験のヒートシール面への荷重挙動とエネルギーの計測	150
3.3 レトルトパウチの熱接着に関する諸事項の相関	152

3.4	【FHSS】によるレトルトパウチの各接着面温度の剥離パターンと剥離エネルギー論での適正加熱温度の検討	153
3.5	製袋時の縦シール接着面外への予熱によるシール不全の発生の実際	155
4.	レトルトパウチの熱接着の完璧な制御法のまとめ	156
4.1	従来法の適格性の検討	156
4.2	革新法による【HACCP】の実践	156
5.	まとめ	158
第12章	ヒートシールの化学	160
1.	はじめに	160
2.	プラスチック材料の熱可塑性の利用	160
3.	ヒートシールの接着	161
3.1	ヒートシールの接着結合力	161
3.2	ヒートシールの接着面モデル	162
3.3	ヒートシールを利用するプラスチック材料（包装材料）の特徴	162
3.4	剥れシールに期待される機能の実践方法 追補	163
第13章	探傷液法による「密封」の漏れ検知と簡易化；“一条シール”チェッカ	165
1.	はじめに	165
2.	ピロー袋のセンターシール部の貫通孔を利用した検知性能の検証	166
3.	食品、医薬品現場用の探傷液法の実用化	166
4.	“一条シール”チェッカの応用	166
5.	結論	167
第14章	「探傷液法」によるピロー袋の貫通孔の発生原因の究明と漏れ量の定量化	168
1.	はじめに	168
2.	ピロー袋のセンターシールの貫通孔の発生メカニズム	169
2.1	ガセット袋のヒートシール面の圧着状態の解析	169
3.	ピロー袋の貫通孔の漏れ量の定量化	170
3.1	漏れ量検知の圧縮試験法	170
3.2	貫通孔をもったピロー袋試験体の作製方法	171
3.3	通気、通水量の測定方法	171
4.	結果および考察	171
4.1	貫通孔と漏れ量および圧力との関係について	171
5.	結論	173
第15章	密封特性の解析と革新；ヒートシール強さは密封化の必須条件ではなかった	174
1.	はじめに	174
2.	ヒートシール面の密着を阻害する要因の解析と対策	174
2.1	段差部の密着不全メカニズムの解析と現状の対応策	174
2.2	ヒートシール強さと密封性	175
2.3	プラスチック材の剛性の調査	176
2.4	実際に即した密封特性の計測法の開発	176
2.5	「密封」と「易開封」を両立するシーラントの選択法の開発	176
3.	「密封」と「易開封」を両立するシーラント設計の汎用化論理の設定	177
4.	まとめ	178
第16章	軟包装の「易開封」の検討；フィン・タブ開封の理論と実際	179
1.	はじめに	179

2. 軟包装体（フレキシブル包装）の開封性解析	180
2.1 軟包装体開封性解析の方法	180
2.1.1 「開封性」と「密封性」を支配している要素の整頓	180
2.1.2 「摘み開封」の応力メカニズムの基本のモデル化	181
2.1.3 「摘み開封性」の応力メカニズムのシミュレーション	182
2.1.4 「摘み代」を考慮した基本応力モデルの補正	184
2.2 結果と考察	185
2.2.1 シミュレーションモデルの演算	185
2.2.2 摘み代を補正した開封力パターンの作成	185
2.2.3 消費者の出せる開封力の計測	186
2.2.4 開封力を支配する《6要素》の相互関係	186
2.2.5 シミュレーションモデルの実効性の測定	187
2.2.6 市販品の評価と改善事例	189
2.2.7 消費者の易開封の工夫の検証	190
2.3 むすび	191
3. カップ包装の易開封性の検討	192
3.1 はじめに	192
3.2 Rigid 包装のヒートシール面の応力特性の特徴	192
3.2.1 Rigid 包装と Flexible 包装の開封応力の相違比較	192
3.3 カップ包装の《開封シミュレータ》の開発	192
3.3.1 人手の開封操作のシミュレーション	192
3.3.2 液はね原因の究明 — 加速度発生とその計測法 —	193
3.4 実験と結果	193
3.4.1 市場包装品の開封特性の測定	193
3.4.2 液はね防御モデル改善性の評価	193
3.4.3 液はね加速度の定量化	194
3.5 まとめ	194
4. ヒートシール面のギザギザ、ローレット仕上げの期待は？	
— ヒートシール面の密着性確保の歴史を観る —	195
4.1 はじめに	195
4.2 ラミネートフィルムは Teflon シートの代役を果たすようになった	195
4.3 溶融シーラント制御ができるようになって、次は「密封」の確保である	195
4.4 ギザギザシールの発案と遷移；縦式から横式の変換	196
4.5 “一条シール”技術によるギザギザシールの密封性の検証	196
4.6 ローレット仕上げはギザギザシールの延長線	198
4.7 Teflon 含侵のグラスウールシートのカバー効果の検証と革新提案	198
4.8 ヒートシール面に細工を施す理由は別にもある。	198
第 17 章 医療用不織布包装の熱接着面の微生物バリア性の《Validation》の検討	199
1. はじめに	199
2. 医療用不織布包装の特徴	199
3. 保障 (Validation) 要求を保証 (Guarantee) する方策の構築	199
3.1 保証のための与件の整頓	199
3.2 Validation 要求の保証要求の具体化	200
3.3 Validation の保証モデルと必要機能	200
4. 提案モデルの特性検証；“一条シール”の展開	201
4.1 検証条件	201

4.2 検証結果	202
5. 考察 (主要事項のみの列挙)	203
6. 結論	203
第18章 新技術を実践展開したバンドシーラ [I], インパルスシーラ [II], ハイブリッドシーラ [III] 機械の革新 “一条シール” と《界面温度制御》の開発がもたらした新規な成果の紹介	204
I バンドシーラにおけるスライド加熱の革新 - 加熱体とベルトの摺動摩擦の自動調節法の開発; 金属ベルトの採用 -	204
1. はじめに	204
2. バンドシーラにおける加熱体とベルトの摩擦力	205
2.1 従来のバンドシーラの構造	205
2.2 ベルト材質と摩擦力	205
2.3 0.1mm ギャップの溶着面温度応答の計測	206
3. 宙吊り方式の構造と新バンドシーラの特長	206
3.1 宙吊り方式の原理	206
3.2 宙吊り方式の特性	207
3.3 考察	207
4. まとめ	208
II インパルスシーラの革新; 《界面温度制御》の開発がもたらした成果の紹介	208
1. はじめに	208
2. 《界面温度制御》を導入した インパルスシーラ	208
3. 《界面温度制御》のヒートジョー、インパルスシール方式への展開した 制御結果 (事例)	211
3.1 ヒートジョー方式の制御結果	211
3.2 インパルスシール方式の制御結果	212
4. 《界面温度制御》がもたらした従来常識【D.F.C】の課題の革命	213
5. 考察	215
5.1 《界面温度制御》の新機能のまとめ	215
5.2 ヒートシールの歴史的課題への貢献	216
5.3 ヒートシールのもう一つの主要課題; 「密封」と「易開封」との連携	216
6. まとめ	216
III 接着面到達温度の制御ができるハイブリッドヒートシーラの開発	217
1. はじめに	217
2. ハイブリッドシーラの理論	218
2.1 ヒートシール機能の的確な達成	218
2.2 ハイブリッドシーラの原理説明	218
2.3 ハイブリッドシーラの制御回路	219
3. 実験:ハイブリッドシーラの特長 (各実験の集約)	219
4. まとめ	220
第19章 包装工程への AI 制御の展開	221
I 包装工程への AI 化の検討: 熱接着 (ヒートシール) 技法の <i>Deep Learning</i> の検討	221
1. はじめに	221
2. AI の展開モデルの構成	221
2.1 AI における DL の位置付け	221

3. 包装の基幹操作における「封緘」の特徴	222
4. ヒートシール技法における代表的な DL 対象事項の列挙	222
4.1 ヒートシール技法に関する検証項目	222
4.2 課題のある DL 項目の列挙	222
4.3 「密封」と「易開封」の同時達成を可能にした DL 事項	223
4.4 DL の残されている課題：加熱温度の「限時制御」から 「温度の直接管理」への脱出！	224
5. 考察	224
II AI の包装工程への実践事例	225
1. はじめに	225
2. 介添え作業の AI 化の実際展開	226
2.1 (標本事例) 液体計量・充填工程 (調味料) の介添え作業の分析と分類処置	226
2.2 採取データ評価 (QAMM 診断)	227
3. 「発生源解析」による DL 事項の更なる検討	228
3.1 介添え作業を要求する事項の DL 突進	228
3.2 質量式の計量速さ“遅さ”への対処	228
3.3 質量式で起るブラック計量値の AI 補正	228
3.4 充填ノズル挿入ミス発生の信頼性検証	230
4. AI 制御システムの構築 (IoT; Internet of Things の完成)	230
5. まとめ	232
第 20 章 保障 (Validation) と保証 (Guarantee) の常識	
諸規格の「Validation」の検証と「De Facto standard」の適用による ヒートシール技法の保証性の向上	233
1. はじめに	233
2. ヒートシール原理の確認と保障から保証への展開	233
2.1 保障 (Validation) から保証 (Guarantee) への展開の再確認	233
2.2 ヒートシール原理の再確認	234
2.3 保障の保証のための新「De facto standard」	236
3. 注目すべき新「De facto standard」	236
4. 考察	236
第 21 章 包装技法の品質管理	
I QAMM (マネジメントの数量化手法; Quantitative Analysis Management Method) の展開	237
1. 従来の経営／組織運営の課題	237
2. “QAMM”の展開基本	237
3. 「発生源解析」による“不具合”事項の的確な確定	239
4. 発生確率に応じた対応、“不具合”検知・除外のマネジメント	240
4.1 「1%理論」	240
4.2 低発生率の発現の“不具合”の特徴	240
4.3 “不具合”の発生確率に応じた包装プロセスの品質保証対策	241
5. 工程設計と製作への展開	241
II 「正規分布」の巧みな利用	242
1. 正規分布による信頼性保証の仕方と確認	242
1.1 正規分布の説明	242
1.2 「正規分布」の利用	242

1.3 制御対象を所望の信頼性範囲に位置づける方策の事例	243
1.4 「正規分布」を総合的な信頼性確保に反映した包装工程の発生源撲滅改革	244
第22章 回分操作の溶着面（接着面）温度の ステップ応答 の巧みな利用	246
1. はじめに	246
2. ステップ応答のシミュレーションによる過渡加熱応答の推定	246
3. パソコンの《図形ソフト》使った更なる簡便法	247
第23章 “一条シール”と《界面温度制御》の開発がもたらした ヒートシール技法の30有年のアーカイブと革新のまとめ	249
1. はじめに	249
2. “一条シール”の開発がヒートシール技法の革新を実証した	250
2.1 ヒートシール面の「密封」と「易開封」はヒートシール技法の究極の課題	250
2.2 “一条シール”の開発で発見された新規の論理と技術事項	250
3. 現行の公的規格の課題	250
3.1 ヒートシール技法の公的規格とその問題点	250
3.2 既存の公的規格の特徴比較	251
3.3 公的規格にみるヒートシールを評価する諸試験項目	251
3.4 基幹の公的規格がカバーしていない“不具合”項目	251
4. 《ヒートシールの <i>Validation</i> 》の期待（定義）	252
5. プラスチックの熱接着に関与している諸要素の合理性の検討／検証	252
5.1 熱接着強さ（ヒートシール強さ）の定義と合理性の検討 《JIS Z 0238, ASTM F88, F2029》に替わる新ヒートシール試験方法へ展開	252
5.1.1 公的規格によるヒートシール試験標本の作り方	252
5.1.2 現行方法で採取された「ヒートシール特性」の非汎用性の検証 → 【Hishinuma 効果】 へ	253
5.2 複合フィルムが示すヒートシール特性の特徴と活用	254
5.3 現状の加熱温度の定義と合理化の検証	254
5.3.1 加熱体表面温度を利用した溶着面温度応答のシミュレーション法の確立	255
5.3.2 加熱体表面温度の“外乱”制御による溶着面温度応答の <i>Validation</i>	256
5.4 加熱体表面温度のモニタ/制御で溶着面温度応答のシミュレーションができる	256
5.5 加熱温度と加熱時間の融合解釈	257
5.5.1 加熱温度と加熱時間の相互関係 [平衡温度と CUT の設定]	257
5.5.2 加熱温度と加熱時間の選択方法	258
5.5.3 実際の運転時間と加熱温度と加熱時間(溶着面温度応答)の展開上の課題	258
5.5.4 CUT 加熱の有意性？：しかし運転速度が下がる！	259
5.6 加熱体表面温度の熱力学的温度分布の検証とヒートパイプによる安定化	259
5.6.1 合理的な加熱体（ヒートバー）の構成	259
5.6.2 調節用センサの取り付け位置の重要な配慮	260
5.6.3 ヒートパイプの適用の効果	260
5.6.4 加熱ブロックの容積の大きさの影響	260
6. FHSS (<i>Functional Heat Seal Strength</i>)によるヒートシール技法の統合的 <i>Validation</i>	260
6.1 FHSS の計測要素	261
6.1.1 FHSS の計測条件	261
6.1.2 FHSS の引張試験パターン解析から分るヒートシール特性	261
6.1.3 FHSS 解析から得られるレトルトパウチの HACCP の最適ヒートシール条件	263
7. 革新されているヒートシールの緒操作	263
7.1 「加熱速さ」がヒートシール強さの発現変移に関与 【Hishinuma 効果】	263

7.1.1	高精度な加熱制御をしてもヒートシール強さの安定化はできない	263
7.1.2	片面（通過熱加熱）と両面加熱（平衡温度に収斂）の特徴	263
7.1.3	カバー材設置の有効性はあるのか？	264
7.1.4	「加熱速さ」によるヒートシール強さの発現変移の実際例	264
7.1.5	【Hishinuma 効果】の発現要因の検討	265
7.2	加熱体の表面のローレット仕上げは「間引き圧着」となる	265
7.3	「探傷液法」で微細部の漏れ試験ができるようになった	266
7.4	微弱なヒートシール強さでも「密封」している	266
7.5	シーラントの低温化の展開論理の間違いの検証	267
7.6	エッジ切れメカニズムにおける“ポリ玉”の関与の解明	267
7.7	「モールド接着」の開発は凝集接着帯の圧着方法を革新した	268
7.8	“一条シール”と「界面温度制御」はヒートシール技法を革命した。	268
8.	まとめ	268
第24章	「JIS Z 0238, ASTM F88, F2029」に替わる新ヒートシールの試験方法	271
1.	はじめに	271
2.	ヒートシールの基幹となる標本作りとデータ処理の実施方法	271
3.	ヒートシール強さの確定は何を配慮するか？	277
4.	エネルギー論による破袋耐性の数量的検討方法	278
5.	加熱速さでヒートシール強さの発現の変移；【Hishinuma 効果】の計測方法	279
6.	得られたヒートシールデータの現場への展開方法と留意	280
7.	圧縮、落下衝撃試験の的確化方法	281
8.	「モールド接着」の試験法	282
9.	“MTMS”ヒートシールシミュレータの構成と仕様	282
第25章	ヒートシール技法に期待される「SDGs」の課題の整理： 軟包装の「SDGs」の合理的な対応策	285
第26章	ヒートシール操作の基本	287
1.	ヒートシール管理の基本は溶着面温度	287
1.1	従来の温度管理の課題	287
1.2	溶着面温度情報の必要性	288
2.	溶着面温度測定法：“MTMS”	288
2.1	溶着面温度測定システムとは？	288
2.2	溶着面温度測定に必要な基本機能	290
2.3	溶着面温度測定システムの構成項目と仕様	290
2.3.1	センサ選択	290
2.3.2	温度感度	290
2.3.3	検出速度	291
2.3.4	デジタル変換の要求	291
2.3.5	データ蓄積／通信機能	291
2.3.6	データ処理ソフト	291
2.3.7	加熱ユニット	291
2.4	溶着面温度測定システムの高速な応答性	293
2.5	「MTMS」キットを使ったヒートシール部位の測定事例	293
2.6	「最適加熱範囲」の検討の仕方	295
3.	材料毎の溶融特性の測定と下限温度の決定	295
3.1	ヒートシール強さの発現温度の検出方法	295

3.2	溶着面温度データから熱変性点を確定する方法	297
3.3	変曲点が現れないケース	299
3.4	熱変性とヒートシール強さの関係	299
	あとがき	301
APPENDIX	◆本文中に引用した（主要） 取得特許一覧表	303
	◆ 既発表論文 のつながりと体系	304
	索引	308