

複合樹脂の LCA 報告書

平成21年2月25日作成

平成21年3月4日改定1版

安原プラミクス株式会社

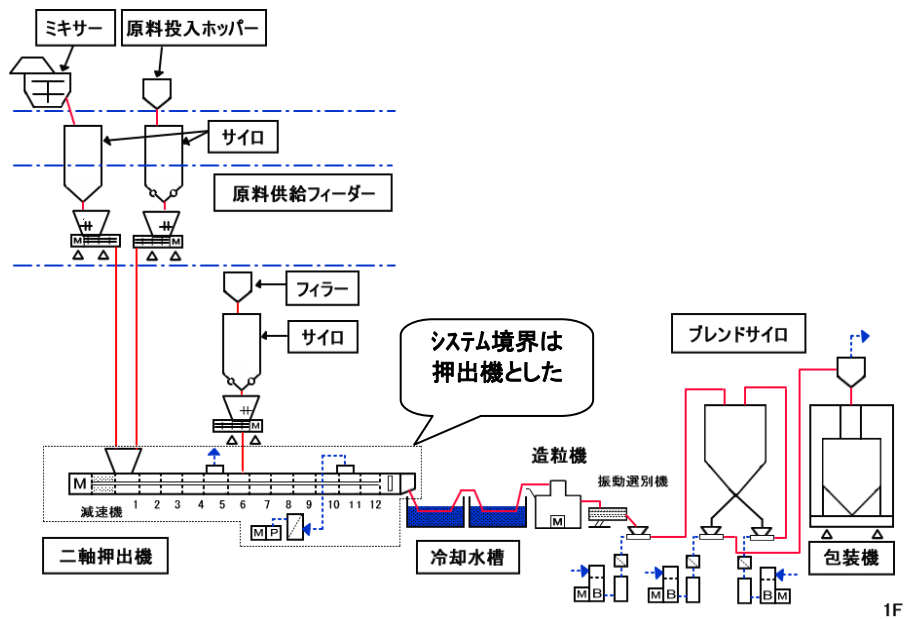
1. 一般項目

①報告書作成者	安原プラミクス株式会社 取締役 久保木
②LCA 従事者	同上
③LCA 責任者	同上
④報告書作成日	平成21年2月25日作成、平成21年3月4日改定
⑤規格	ISO14040(2006)および ISO14044(2006)準拠

2. 目的と調査範囲の設定

①目的 a) LCA 実施の理由 b) 意図する用途 c) 報告対象者	<p>現在の主力製品である複合樹脂(コンパウンド)を LCA 評価することで、主要生産機である二軸押出機のスクリーューデザインと消費電力の技術的背景を明確化する。また、製品改善の効果を把握する際の基準とする。</p> <p>当社では大量の材料をトラック等で輸送しているが、客先材料指定のために社内での環境影響の改善を図ることは困難である。そのため、今回は製造工程で電気を使用する工程に絞込み、ミキサー、サイロ、原料供給フィーダー、二軸押出機、冷却水槽、造粒機及び振動選別機で効果(従来スクリーュー方式と新規スクリーュー方式の比較)を測定することにした。</p> <p>また、以下の目的の用途で今後は LCA 結果を活用予定である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 本調査&研修結果を基礎情報(データ&ノウハウ)として役立てる。 2) 対象品の幅を広げ、更なる環境負荷低減製品の開発を行う。 3) 将来的に当社の開発目標である”環境に優しい製品デザイン“を行い、(環境負荷軽減の)数値を公表する。 4) 将来的に製品プロモーションに利用する。 <p>報告対象者は、経営層、設計担当者、顧客である。</p>
②対象とする製品システム	<p>炭酸カルシウムポリエチレンマスターバッチの製造(従来スクリーュー方式と新規スクリーュー方式の比較)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 従来スクリーュー方式 * 二軸押出機の加工で、従来スクリーューを使用して加工実施する。 2. 新規スクリーュー方式 * 二軸押出機の加工で、新規スクリーューを使用して加工実施する。
③製品単位	コンパウンド加工 1トン
④機能単位	コンパウンド加工 1トン
⑤基準フロー	コンパウンド加工 1トン
⑥対象領域 特性化モデル 対象項目	<ul style="list-style-type: none"> ・資源消費:資源埋蔵量の逆数(1/R) エネルギー、一般炭、天然ガス、原油、ウラン ・地球温暖化:100年指数 CO2、CH4、N2O ・酸性化:DAP NOx、SOx
⑦クリティカルレビュー種類	外部レビュー
⑧システム境界	★従来スクリーュー方式

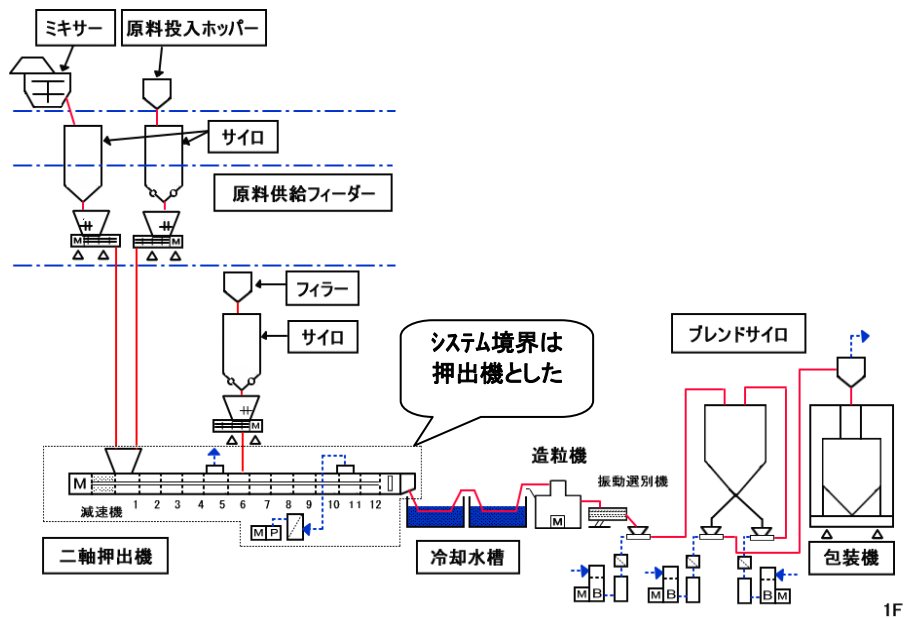
二軸押出機に対して、フィラー（炭酸カルシウム）を押出機前方のみから投入した。スクリューは従来スクリューである。



1F

★新規スクリュー方式

二軸押出機に対して、フィラー（炭酸カルシウム）を押出機前方のみから投入した。スクリューは新規スクリューである。



1F

3. インベントリ分析

3.1 データ分析

3.1.1 データ区分と取得方法

収集したデータの収集方法、出典を以下にまとめた。

段階/工程	区分	品質	データ源
シリンダヒータ	自社収集	普通	Simple-LCAver.1.1 より電力量の原単位を引用した
押出機主モータ	自社収集	普通	Simple-LCAver.1.1 より電力量の原単位を引用した

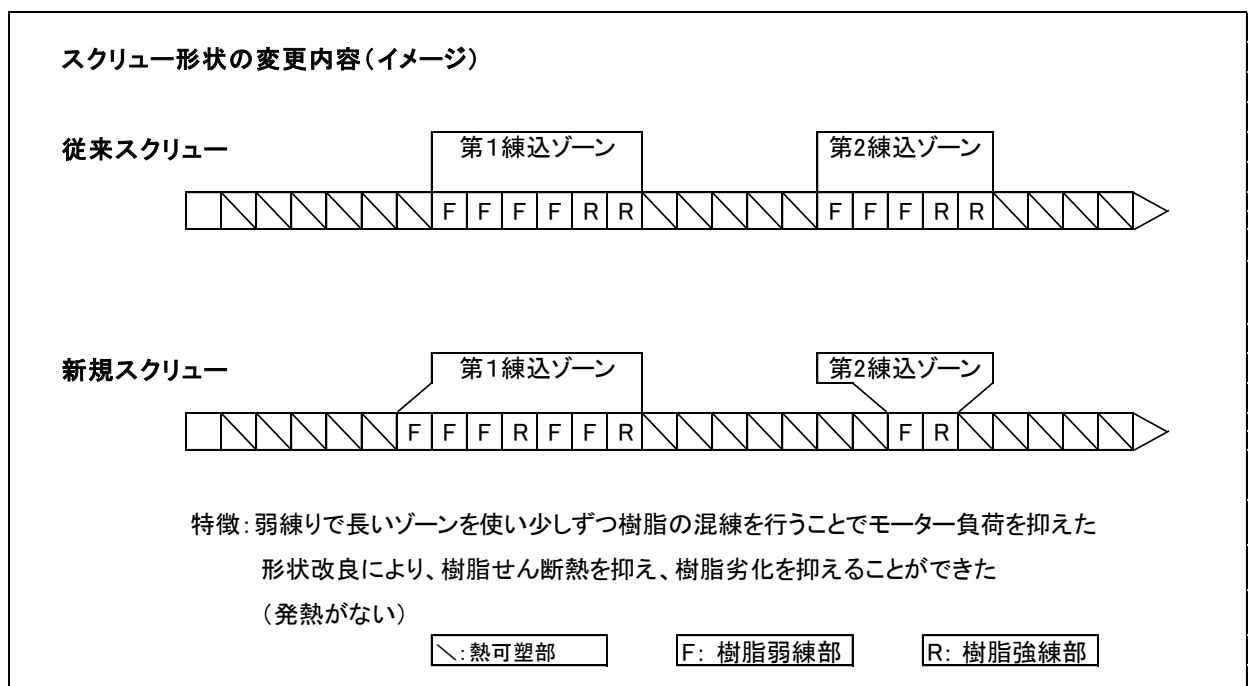
3.1.2 シリンダヒータ

押出機のヒータの使用電力については、従来スクリー方式、新規スクリー方式とも個別には測定が不可能である。そのため、装置設計値と『EXANET ログイングデータ』から、分析してシリンダヒータについては、以下のような最大電力になると推定し、7時間で174kwhの電力を使用している計算となった。なお、シリンダヒータについては、シーケンサが最適なヒータ出力を計算して制御している。そのため、ヒータ設定温度の多少の違いでは、出力値は大きく変動しない装置設計となっているので、今回程度の条件では、概ね同等の電力を使用していると仮定し、ヒータ出力についてはカットオフすることにした。

	シリンダ2	シリンダ3	シリンダ4	シリンダ5	シリンダ6	シリンダ7	シリンダ8	シリンダ9	シリンダ10	シリンダ11	シリンダ12	シリンダ13	合計
ヒータ容量(kw)	4.3	4.3	3.6	3.6	3.18	3.04	3.6	3.6	2.5	3.6	2.5	3.6	
電圧(V)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	
電流値(A)	19.6	19.6	16.4	16.4	14.5	13.8	16.4	16.4	11.4	16.4	11.4	16.4	
出力(%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
電力(kw/h)	2.6	2.6	2.2	2.2	1.9	1.8	2.2	2.2	1.5	2.2	1.5	2.2	24.9
稼働時間(h)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
電力(kw/7h)	18.1	18.1	15.2	15.2	13.4	12.8	15.2	15.2	10.5	15.2	10.5	15.2	174.4

3.1.3 押出機主モータ

押出機の主モータについては、従来スクリー方式、新規スクリー方式とも装置設計値と『EXANET ログイングデータ』から分析を行った。変更点は、スクリー形状を強練りから弱練りへの変更である。



下記に従来スクリー方式のデータを表示する。

	C2 °C	C3 °C	C4 °C	C5 °C	C6 °C	C7 °C	C8 °C	C9 °C	C10 °C	C11 °C	C12 °C	C13 °C	DIE °C	POL °C	SCW rpm	AMP A	ALL kg/h
7:13:22	179	180	181	170	171	161	162	156	163	151	151	152	185	238	490	269	597.0
7:43:22	180	180	180	177	170	159	160	159	161	153	151	151	179	239	490	268	599.0
8:13:22	180	180	180	177	170	159	162	160	157	151	151	152	175	238	490	267	599.8
8:43:22	179	180	179	175	171	161	162	157	161	149	150	146	181	238	490	269	600.2
9:13:22	180	180	180	176	170	163	159	157	162	150	151	149	181	237	490	275	599.9
9:43:22	170	169	170	170	170	163	158	157	159	151	151	150	181	238	490	271	599.3
10:13:23	170	170	169	167	169	160	163	156	156	151	150	151	181	238	490	268	604.0
10:43:23	170	171	171	174	170	160	162	157	161	151	151	153	181	239	490	271	600.3
11:13:23	170	170	171	162	170	160	160	157	164	149	151	147	180	238	490	273	600.1
11:43:23	170	170	170	171	171	159	161	157	162	151	151	150	180	238	490	269	599.7
12:13:23	170	170	170	170	170	163	159	156	159	152	151	150	181	238	491	266	599.9
12:43:23	171	170	171	170	170	163	161	156	158	150	151	151	181	239	490	267	599.8
13:13:23	170	170	170	169	170	163	161	157	158	149	151	151	181	238	490	268	603.7
13:43:23	170	170	170	170	170	162	161	158	161	149	151	151	181	239	490	271	599.5
14:13:23	170	170	170	166	170	159	160	159	163	152	150	146	180	239	490	264	600.1
14:43:23	170	170	170	166	170	161	161	158	161	148	150	149	181	239	490	272	599.4
15:13:23	170	170	169	167	170	162	161	159	157	152	151	152	181	237	490	275	600.6
15:43:23	170	170	171	169	170	157	162	160	164	149	151	152	181	238	490	277	600.4
16:13:23	170	170	170	171	171	161	158	158	157	152	151	143	181	237	490	266	600.4
16:43:23	170	170	170	171	171	158	162	157	163	148	151	151	180	238	490	268	589.0
17:13:23	170	170	170	170	170	162	160	156	157	152	151	150	180	238	490	276	599.5
17:43:23	170	171	170	170	170	163	162	156	162	149	150	149	180	238	490	273	598.7
18:13:23	150	158	155	160	163	162	158	157	159	151	151	150	180	238	490	271	599.8
18:43:23	160	160	160	160	158	159	159	157	157	150	150	149	180	238	490	266	599.7

- * 1 C2～C13 は押出機のシリンダヒータ温度である。
- * 2 DIE は押出機のダイス(樹脂吐出部位)温度である。
- * 3 POL は樹脂温度である。
- * 4 SCW はスクリー回転数である。
- * 5 AMP は押出機の電流値である。
- * 6 ALL は押出機への樹脂の投入量である。

次に新規スクリー方式のデータを表示する。

n-1)

	C2 °C	C3 °C	C4 °C	C5 °C	C6 °C	C7 °C	C8 °C	C9 °C	C10 °C	C11 °C	C12 °C	C13 °C	DIE °C	POL °C	SCW rpm	AMP A	ALL kg/h
11:56:37	143	146	147	143	164	160	161	156	154	161	156	160	197	213	320	166	350.6
12:26:37	146	145	141	154	170	161	160	150	151	148	149	151	188	219	490	224	651.1
12:56:37	145	145	147	159	170	160	160	150	150	148	150	150	180	218	491	222	649.8
13:26:37	145	145	149	159	170	160	160	151	149	149	150	149	175	218	491	221	650.8
13:56:37	145	145	150	155	160	160	157	147	153	152	150	150	182	221	490	226	650.5
14:26:38	145	145	148	154	156	157	155	147	148	152	149	149	179	220	491	226	649.9
14:56:38	145	145	150	154	155	155	153	150	152	152	150	152	180	221	491	230	652.3
15:26:39	145	145	150	154	155	155	153	154	149	151	150	150	180	216	491	215	650.9
15:56:39	145	145	149	154	155	155	157	147	150	151	150	150	180	216	491	219	649.5
16:26:39	145	145	150	155	155	155	156	147	151	149	150	151	180	216	491	220	650.5
16:56:39	145	145	151	155	155	155	155	153	148	148	150	151	180	216	491	220	649.2
17:26:39	113	116	116	116	116	121	116	117	121	118	117	118	162	111	0	0	0.0

350 は除外

0 は除外

n-2)

	C2 °C	C3 °C	C4 °C	C5 °C	C6 °C	C7 °C	C8 °C	C9 °C	C10 °C	C11 °C	C12 °C	C13 °C	DIE °C	POL °C	SCW rpm	AMP A	ALL kg/h
8:03:29	151	155	158	154	166	155	157	150	147	153	153	153	193	207	292	166	350.5
8:33:29	146	145	150	154	155	155	154	153	149	148	150	150	186	217	490	224	649.5
9:03:30	145	145	149	156	155	155	157	153	152	152	149	150	177	216	490	217	649.5
9:33:30	145	145	150	155	155	155	154	153	148	150	150	150	174	215	491	222	650.1
10:03:32	145	145	150	155	155	155	152	152	153	149	151	150	181	217	490	221	649.6
10:33:34	145	145	150	154	155	155	154	147	148	149	149	151	180	217	491	213	663.7
11:03:34	145	145	150	154	155	155	156	147	152	149	149	150	180	216	491	223	651.0
11:33:34	145	145	150	154	154	155	154	147	148	148	151	149	180	216	491	218	648.9
12:03:34	145	145	150	153	155	155	156	152	152	148	150	150	180	216	491	220	652.7
12:33:34	145	145	148	154	155	154	157	153	149	151	151	151	180	217	491	224	653.4
13:03:34	145	145	151	155	155	155	153	147	150	152	150	150	180	217	491	224	650.5
13:33:35	145	145	148	152	155	155	154	147	148	150	149	151	180	217	491	222	650.3

350 は除外

上記データから下記のとおり改善効果を得ることができた。

①樹脂温度

樹脂温度(POL°C)の平均値は21°C低下した。

	従来スクリー方式	新規スクリー方式
樹脂温度(°C)	238	217

②主モータ電力量

主モータ電力量は平均約20%削減した。

なお、モータの力率(メーカーより確認)を90%とする。

	従来スクリー方式	新規スクリー方式
モータ電圧(V)	440	440
モータ電流(A)	270	221
モータ力率(%)	90	90
(有効)電力(kW)	106.9	87.5
稼働時間(h)	7	7
(有効)電力量(kWh)	748.4	612.6

③樹脂の加工量

樹脂の加工量(ALL Kg/h)は8.3%増加となった。

	従来スクリー方式	新規スクリー方式
全フィーダー供給量(kg/h)	600	650
稼働時間	7	7
生産量(kg)	4200	4550

④樹脂1トンあたりの消費電力

樹脂1トンあたりの消費電力は下表のとおりとなった。

	従来スクリー方式	新規スクリー方式
(有効)電力量(kWh)	748.4	612.6
生産量(kg)	4200	4550
1トンあたりの電力量(kWh)	178.2	134.6

3.1.6 データのまとめ

上記から、従来スクリー方式から新規スクリー方式に加工方式を変更したことによる電力量の削減量を以下の通り試算を行った。

$$\text{削減量(43.6 kWh)} = 178.2 - 134.6$$

従来生産方法(1トン当たりの電力量) - 新規生産方法(1トン当たりの電力量)

上記のとおり、加工方式変更により、43.6kWhが削減可能となった。これに15円/kw/hでコストを考えると**654円の電気代削減効果**が確認された。

3.1.7 データ品質のまとめ

データの品質については、『EXANET ログングデータ(校正された熱電対、記録計及びシーケンサで構成されている)』からの分析であるため、本目的を達成するには十分なデータ品質が確保できたと考えられる。(シリンダヒータの電力量は計算から削除した)

3.2 インベントリ分析結果

インベントリ分析結果を下表に示す。今回は従来スクリー方式から、新規スクリー方式へのスクリー形状変更に伴う諸条件の変更により、CO2 排出量削減は19.4kg/トン削減となった。

表 インベントリ分析結果(実数)

(従来スクリー方式から新規スクリー方式への変更による削減分)

	項目	合計	単位
入力	エネルギー	1.28E+01	MJ
	一般炭	4.25E+00	kg
	天然ガス	1.97E+00	kg
	原油	7.86E-01	kg
	ウラン(資源)	3.73E-04	kg
出力	CO2	1.94E+01	kg
	CH4	4.12E-04	kg
	N2O	8.45E-04	kg
	NOx	1.04E-02	kg
	SOx	3.74E-03	kg
	ばいじん	3.28E-04	kg

3. インパクト評価

インパクト評価の結果を下表に示す。今回は従来スクリー方式から、新規スクリー方式へのスクリー形状変更に伴う諸条件の変更により、温室効果ガス排出量は CO2 換算19.7kg/トン削減となった。

表 インパクト評価結果(特性比)

(従来スクリー方式から新規スクリー方式への変更による削減分)

	合計
地球温暖化 (GWP)	1.97E+01
酸性化 (AP)	1.12E-02
富栄養化 (EP)	1.16E-04
最終処分場消費 (m3)	—
資源消費 (1/R)	2.51E-04
エネルギー消費 (MJ)	4.37E+02

5. 結果の解釈

5.1 感度分析

収集したデータは、従来から取引がある企業の生産品であり、類似する品種にも同様の展開が可能である。また、従来から加工条件の再現性は高いため、概ね問題ないものと判断している。

5.2 結論、限界および提言

従来スクリー方式と新規スクリー方式の LCA 計算結果を比較して、環境に配慮した設計デザインを行っていることをアピールしていくことが十分に可能であることが検証された。

なお、加工方式を変更することにより、温室効果ガスを 19.7kg-CO₂e(1トン計算)削減となった。

感度分析を検討はしたが、製造条件ごとの加工条件の再現性は高いため、今回は特に実施しないことにし、概ね問題は無いだろうと判断した。

本結果の限界としては、シリンダヒータの温度は、装置設計値と『EXANET ログングデータ』からの分析では計算できなかった。そのため、今回はカットオフしたが、その影響がどの程度あるか、可能なら一度は検証の必要があるかも知れない。

有効性の範囲としては、当社の加工ラインは当該二軸押出機 1 台のみであることから、熱可塑性樹脂と無機物(40~60%)の混練においては、今回の改良手法は適用できると判断する。また、技術的には日本国内で同型二軸押出機を使用する全ての熱可塑性樹脂と無機物の混練において、応用が可能であると判断する。

以上のことから、押出機のスクリー形状変更による加工方式変更を実機レベルで出来ることは当社にとっても非常に有用である。これにより当社の総生産量30%程度までは無条件で加工方式変更可能である。さらに、消費者に対して積極的にアピールを行い、同様のトライアルを行いながら営業活動を行うことが、環境負荷を下げる効果的な方法であり、当社に利益をもたらすことが出来る最良の方法であることを認識した。

今後は、当社に託された使命として、当該活動を世の中に知らしめることへの認識不足に対して、強烈に反省せざるを得ないことを社員一同再認識し、これからの営業活動の重要性をあらためて確認した。

6. クリティカルレビュー

6.1 レビュー実施者および文章

大阪大学大学院 工学研究科 梅田 靖 教授

神戸山手大学 現代社会学環境文化学科 中野加津子 教授

京都大学 環境保全センター 平井康宏 准教授

- ①消費電力量の測定に関して、主モータの力率を考慮した数値を利用していないため、数値としての信頼性に欠けると指摘された。
- ②消費電力量の計算方法が異なると指摘された。「従前生産方法(1tあたりに換算)－新規生産方法(1tあたりに換算)が妥当」。
- ③2. 目的の調査範囲の設定欄 ①目的 の記載内容が二軸押出機のスクリーUDEザインと消費電力の技術的背景を明確化とは不整合であると指摘された。
- ④機能単位が「コンパウンド加工単位 7 時間」から「コンパウンド加工 1 トン」に変更が望ましい。
- ⑤「結果に関する限界」と「有効性の範囲」が報告書に記載されていない。

6.2LCA 従業者のコメントおよび修正指摘事項、改善推奨事項への対応

- ①消費電力量の測定に関して、指摘されたモータの力率に関しては、影響度は低いと判断したため考察していなかったが、改めてメーカーに問い合わせを行い、報告内容に記載した。
- ②消費電力量の計算方法を修正した。
- ③2. 目的の調査範囲の設定欄について、指摘内容のとおり、特筆すべきポイントの抽出は明白であり、二軸押出機に限定(スクリーUDEザインと消費電力の技術的背景を明確化)して今回 LCA を行う内容に修正した。
- ④機能単位の表記内容をコンパウンド加工1トンに修正した。
- ⑤有効性の範囲について修正した。

以上