

インベントリ分析(life cycle inventory analysis:LCI)とは

*phase of life cycle assessment involving the **compilation** and **quantification** of **inputs** and **outputs**, for a given product system throughout its life cycle*

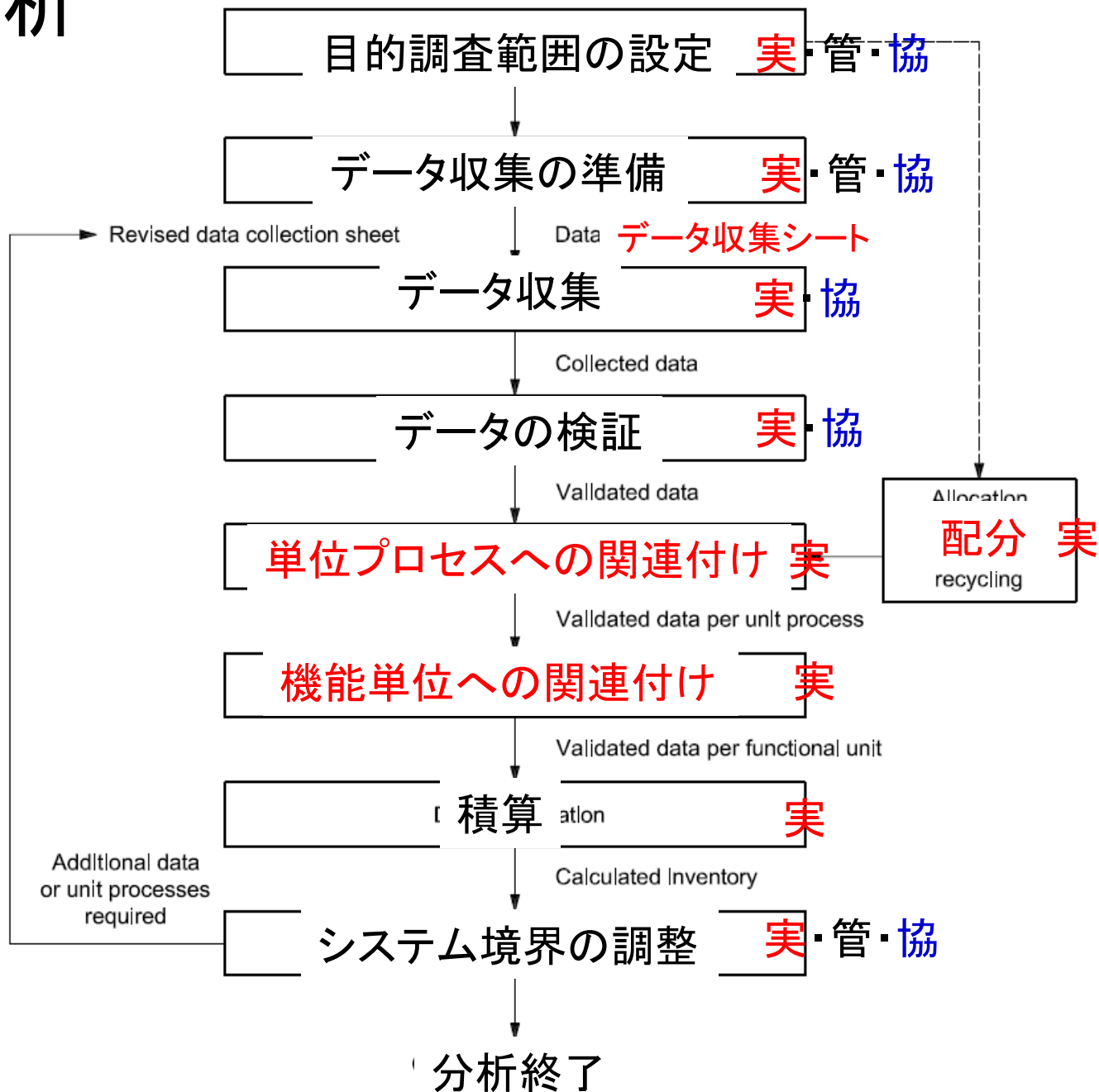
***Input**: product, material or energy flow that enters a unit process*

***Output**: product, material or energy flow that leaves a unit process*

NOTE: Products and materials include raw materials, intermediate products, co-products and releases.

インベントリ分析 実施フロー (ISO14044)

実:実施者
管:管理者
協:協力者



インベントリ分析の実施手順まとめ

基準フロー

350mlアルミ缶1本

②ライフサイクルフロー図の作成

⑤機能単位に関連付け

③調査票の作成・記入

④単位プロセスに関連付け

電力 0.23 kWh

重油 0.19kg

①自社工程の調査

CO₂排出原単位

電力 :0.41kg/kWh

重油 :3.22kg/kg

ボーキサイト

0.080kg

0.0015kg/本

アルミ生産

0.031kg

0.167kg/本

圧延

0.016kg

0.018kg/本

製缶

CO₂

0.016kg

350ml缶1本
 $0.70\text{kg/kg缶} \times 0.016 = 0.011\text{kg/本}$

1kg

回収

0.016kg

0.0006kg/本

埋立

0.016kg

⑥積算

1.7E-5kg/本

0.19kg/本

インベントリ分析の方法の分類

(ISOには規定されていない)

- 積み上げ法

←今回の講義

- 基本的な計算方法

- 一般に自社プロセスの分析に使用

- 原単位法

現実にはこれらを組み合わせて計算している

- 簡便化している

- CFPに利用されている

- 一般に自社プロセス以外に使用

- マトリックス法

紙カップについて考えよう



紙カップのLCAを行う

- 目的

- 報告対象者：イベント企画者(実施者は生産者)
- 実施する理由：紙カップを環境配慮イベントで積極的に活用していただきたい。
- 意図する用途：自社製品の環境情報を対外的にアピールする。
- 他社製品との比較主張はしない。

紙カップのLCAを行う

- 調査範囲

- 調査対象：紙カップ(6オンス)
- システム境界：原材料調達から廃棄処分まで(詳細は後述)
- 機能単位：マラソンイベントに利用する紙カップ
100人分の飲用→基準フロー：300個の紙カップ
(1人3杯飲むと仮定)
- 1個5.73グラム。300個→1.72kg
- 評価対象物質：CO₂

インベントリ分析の実施方法

- データ収集の準備
 - ①製品の仕様、自社工程等について調べる。
 - ②ライフサイクルフローを作成
- データの収集
 - ③調査票を作成、記入
- データの編集
 - ④単位プロセスごとにデータを整理する
 - ⑤機能単位に関係づける
- 計算
 - ⑥積算

①製品の仕様、自社工程等について調べる。

プロセスを把握する

- 知りたい内容
 - 【プロセスの構成】
 - 【入力】原材料、エネルギー、副資材等
 - 【出力】製品、副産物、廃棄物、環境負荷物質等
- 実施する内容
 - 見学をする
 - プロセスの構成を把握
 - 調査票を作成して現場作業員に調査を依頼する
 - 入力、出力の項目と量について把握
 - 内容を確認する(会計帳簿を見る)
 - データに漏れはないか確認。間接分の調査も含む。

演習

生産工程のビデオを見せます
以下の事項に注目しよう。

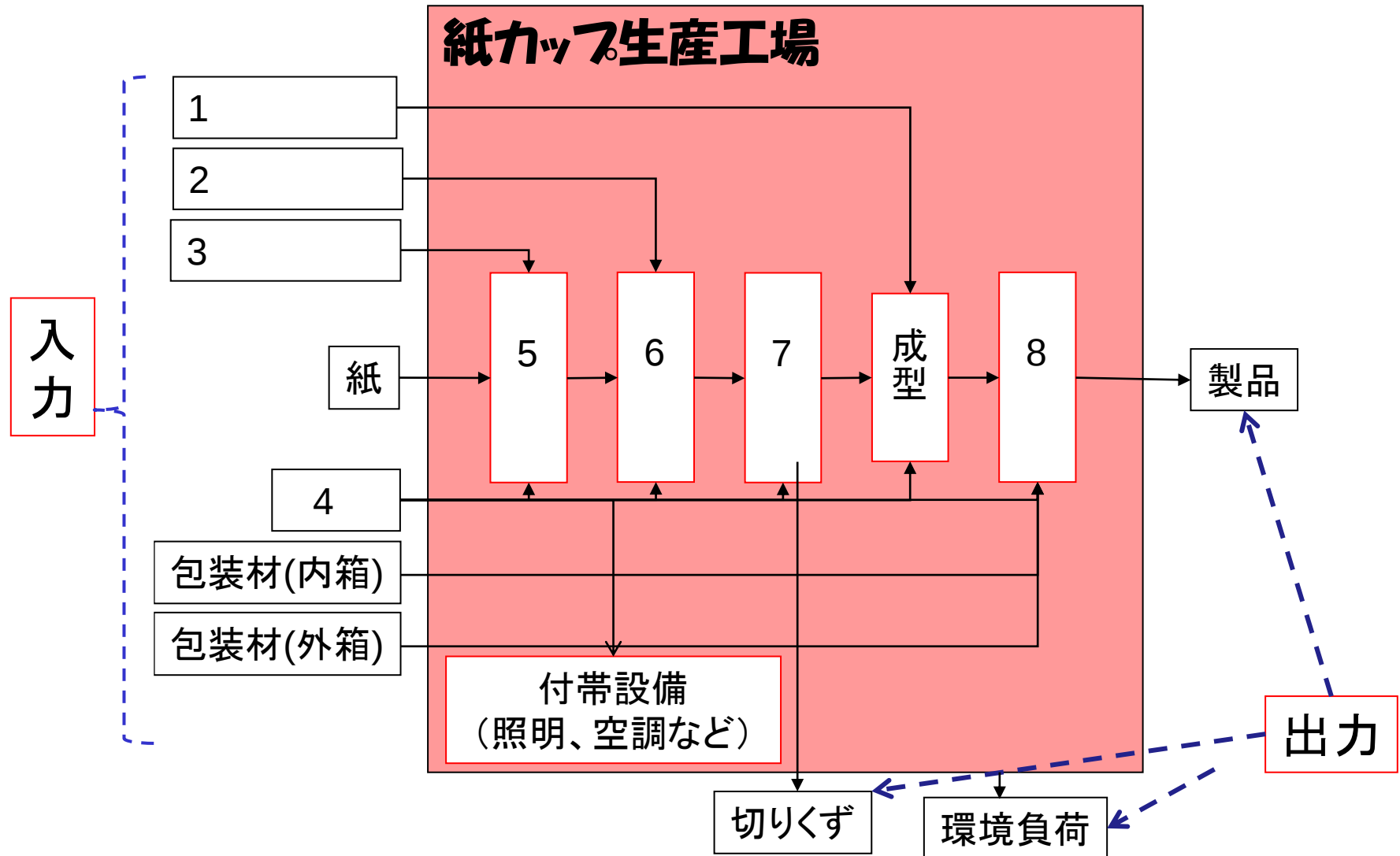
- 紙カップの原材料
- 紙カップの生産工程の名称と順番
- どのプロセスの環境負荷が大きそうか
考えてみよう。

紙カップができるまで

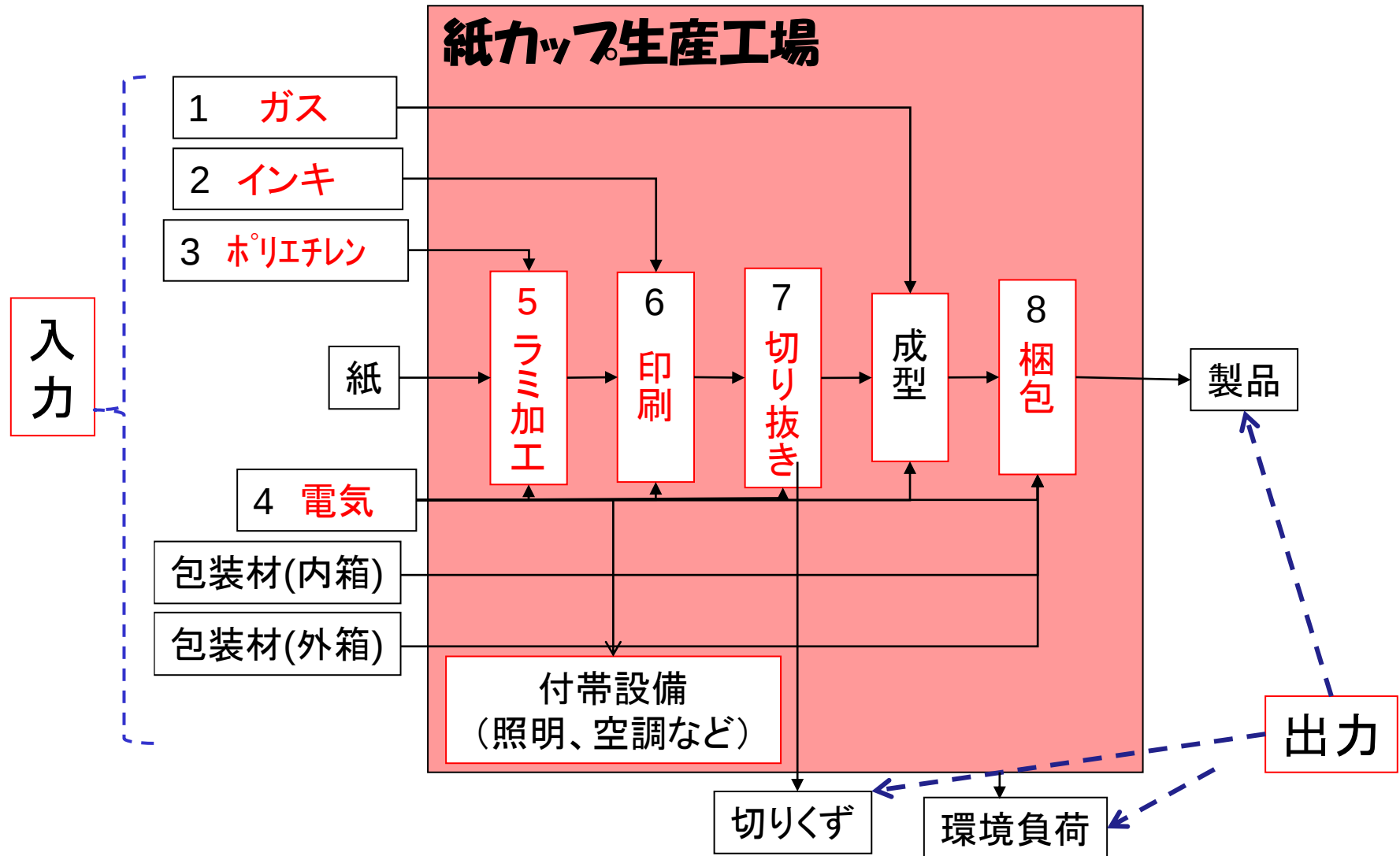


[リンク](#)

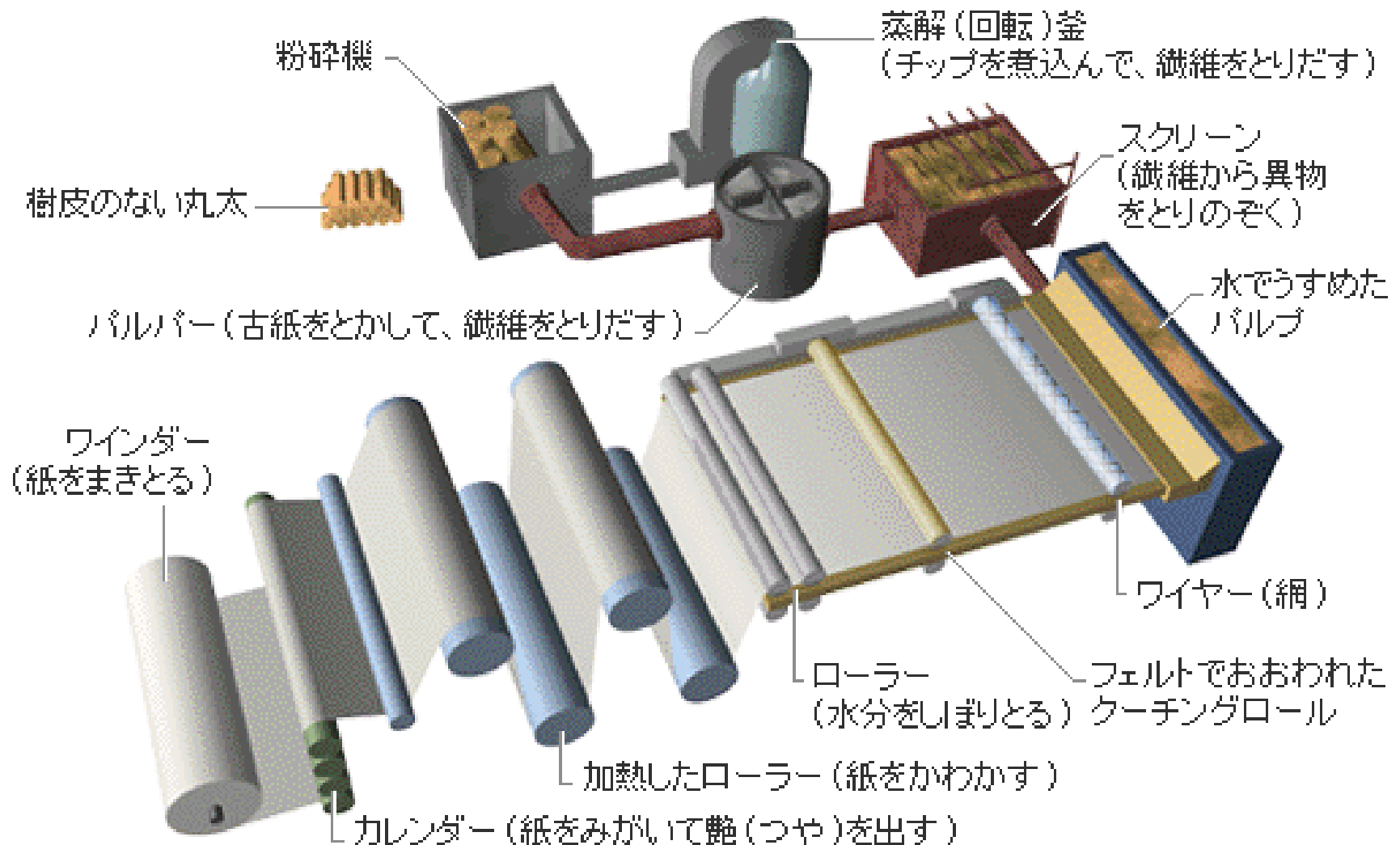
①製品の仕様、自社工程等について調べる。
見学を通じて概要を知る



①製品の仕様、自社工程等について調べる。
見学を通じて概要を知る



製紙の行程



②プロセスフロー図を作る

紙カップのライフサイクルフロー

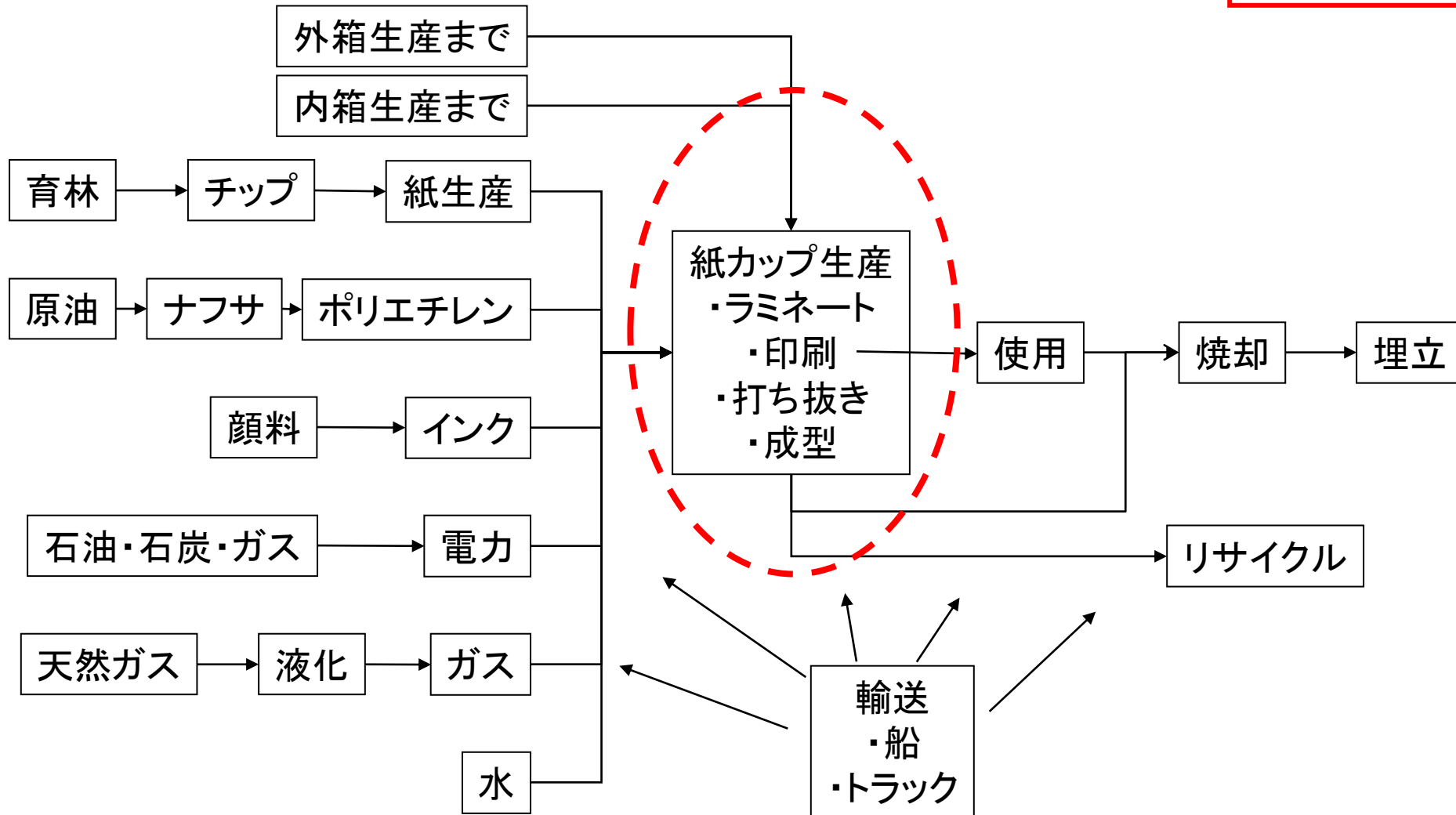
原料調達

製品製造

使用

回収

リサイクル・
廃棄



③ 調査票の作成・記入

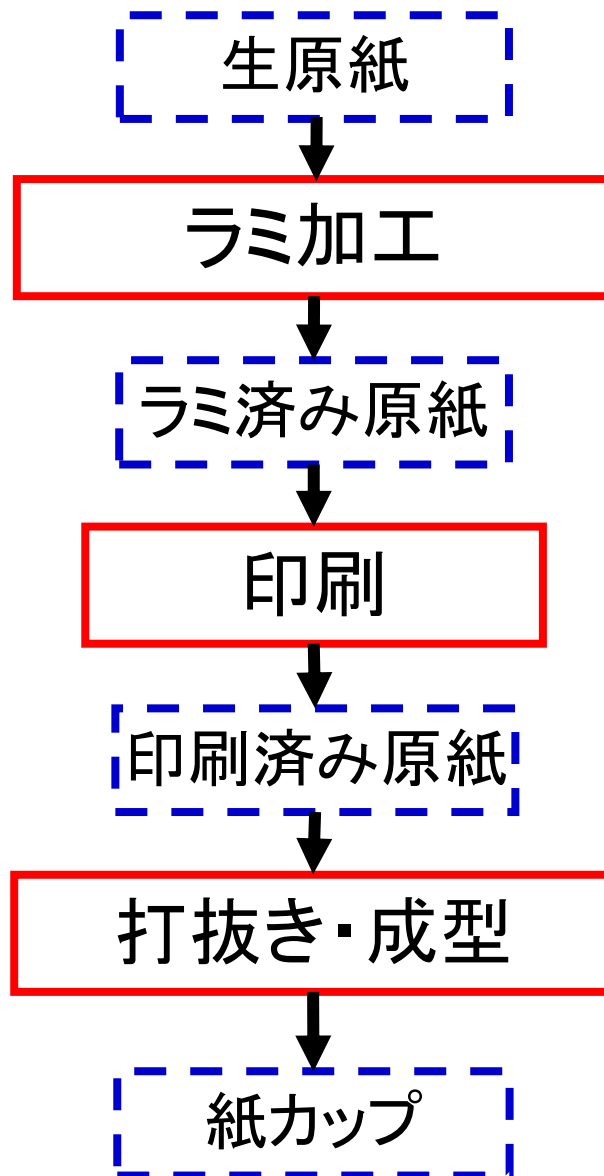
プロセスの詳細について調べる

- 何がどれだけ消費されるか(入力)
 - 原材料、エネルギー、副資材など
- 何をどれだけ産出・放出するか(出力)
 - 中間製品、副産物、環境負荷物質
- 生産活動以外のところで何をどれだけ消費しているか
 - 照明、空調、輸送

調査票の例

工程	入力 ②			出力		
	項目	数値	単位	項目	数値	単位
ラミネート加工 ①	生原紙 ③		kg	ラミ済み原紙	1000	kg
	LDPE		kg	紙くず	⑥	kg
	電力		kWh	ラミくず ④		kg
	都市ガス		l	排水		l
	LPG		l			⑦
	水		l			
	(ボイラー分)					
	電力		kWh			
	都市ガス		l			
	LPG		l			
印刷	ラミ済み原紙		kg	印刷済み原紙	1000	kg
	インキ		kg	廃インキ・溶剤		kg
	溶剤		kg	紙くず		kg
	電気		kWh	ラミくず		Kg
	都市ガス		l	排水		l
	LPG		l			
	水		l			
打ち抜き・成型	印刷済み原紙		kg	紙カップ	1000	kg
	電力		kWh	紙くず		kg
	都市ガス		l	排水		l
	LPG		l			
	水		l			
	(コンプレッサー)					
	電力		kWh			
	都市ガス		l			
	LPG		L			

④単位プロセスにデータを関連付ける



④単位プロセスにデータを関連付ける ラミネート加工プロセス

③調査票記入

中間製品1単位(この場合は1000kg)を基準として作成

入力

生原紙	964	kg
LDPE	70	kg
電力	90	kWh
都市ガス	26	l
LPG	4	l
水	176	l
(ボイラー分)		
電力	3	kWh
都市ガス	5439	l
LPG	9	l

ラミ加工

出力

ラミ済み原紙	1000	kg
紙くず	30	kg
ラミくず	4.6	kg

インプットとアウトプットの
バランスを確認する

CO₂発生のもと

④単位プロセスにデータを関連付ける

CO₂排出量の算定(ラミ加工プロセス)

Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力

CO₂排出原単位

CO₂排出量

生原紙		kg							
LDPE	70	kg							
電力		kWh	×	0.425	kg/kWh	=		kg	
都市ガス	26	l	×	2.14	kg/m ³	=	0.06	kg	
LPG	4	l	×	1.89	kg/l	=	7.29	kg	
水	176	l		0.20	kg/m ³	=	0.04	kg	
(ボイラー分)									
電力	3	kWh	×	0.425	kg/kWh	=	1.40	kg	
都市ガス	5439	l	×	2.14	kg/m ³	=	11.64	kg	
LPG	9	l	×	1.89	kg/l	=		kg	
ラミ済み原紙 1tonあたり									kg

④単位プロセスにデータを関連付ける CO₂排出量の算定(ラミ加工プロセス)

Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力			CO ₂ 排出原単位			CO ₂ 排出量	
生原紙	964	kg	原材料調達までの環境負荷は後で分析			電力や燃料燃焼による負荷を分析	
LDPE	70	kg					
電力	90	kWh	×	0.425	kg/kWh	==	38.25 kg
都市ガス	26	l	×	2.14	kg/m ³	==	0.06 kg
LPG	4	l	×	1.89	kg/l	==	7.56 kg
水	176	l	×	0.20	kg/m ³	==	0.04 kg
(ボイラー分)							
電力	3	kWh	×	0.425	kg/kWh	==	1.28 kg
都市ガス	5439	l	×	2.14	kg/m ³	==	11.64 kg
LPG	9	l	×	1.89	kg/l	==	17.01 kg
ラミ済み原紙 1tonあたり						75.84 kg	

④単位プロセスにデータを関連付ける

印刷プロセス

③調査票記入

入力

ラミ済み原紙	996	kg
インキ	32	kg
溶剤	14	kg
電気	72	kWh
都市ガス	6340	l
LPG	16	l
水	401	l

印刷

出力

印刷済み原紙	1000	kg
廃インキ・溶剤	26	kg
紙くず	14	kg
ラミくず	1.9	kg

④単位プロセスにデータを関連付ける

CO₂排出量の算定 (印刷プロセス)

Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力	CO ₂ 排出原単位	CO ₂ 排出量
電力	kWh × 0.425 kg/kWh	kg
都市ガス	6340 l × 2.14 kg/m ³	13.57 kg
LPG	16 l × 1.89 kg/l	30.24 kg
水	401 l × 0.20 kg/m ³	0.08 kg
印刷済み原紙 1tonあたり		kg

④単位プロセスにデータを関連付ける

CO₂排出量の算定

(印刷プロセス)

Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力	CO ₂ 排出原単位					CO ₂ 排出量
電力	72	kWh	×	0.425	kg/kWh	＝ 30.60 kg
都市ガス	6340	l	×	2.14	kg/m ³	＝ 13.57 kg
LPG	16	l	×	1.89	kg/l	＝ 30.24 kg
水	401	l	×	0.20	kg/m ³	＝ 0.08 kg
						＝
印刷済み原紙 1tonあたり						74.49 kg

④単位プロセスにデータを関連付ける

打抜き・成形プロセス

③調査票記入

入力

印刷済み原紙	1175	kg
電力	243	kWh
都市ガス	0	l
LPG	7	l
水	1084	l
(コンプレッサー)		
電力	195	kWh
都市ガス	0	l
LPG	0	l

打抜き
成形

出力

紙カップ	1000	kg
紙くず	175	kg

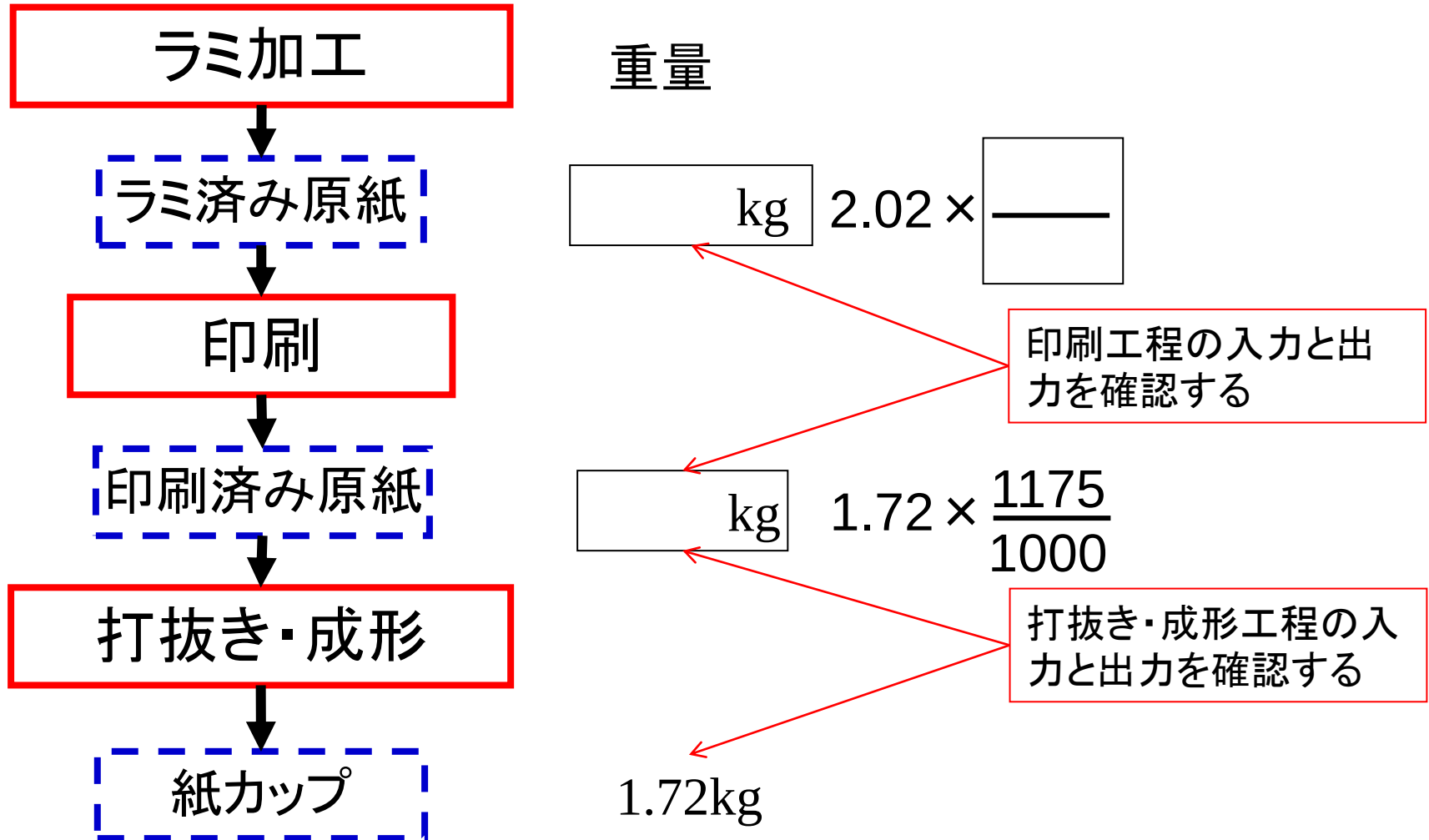
④単位プロセスにデータを関連付ける

CO₂排出量の算定(打抜き成形プロセス)

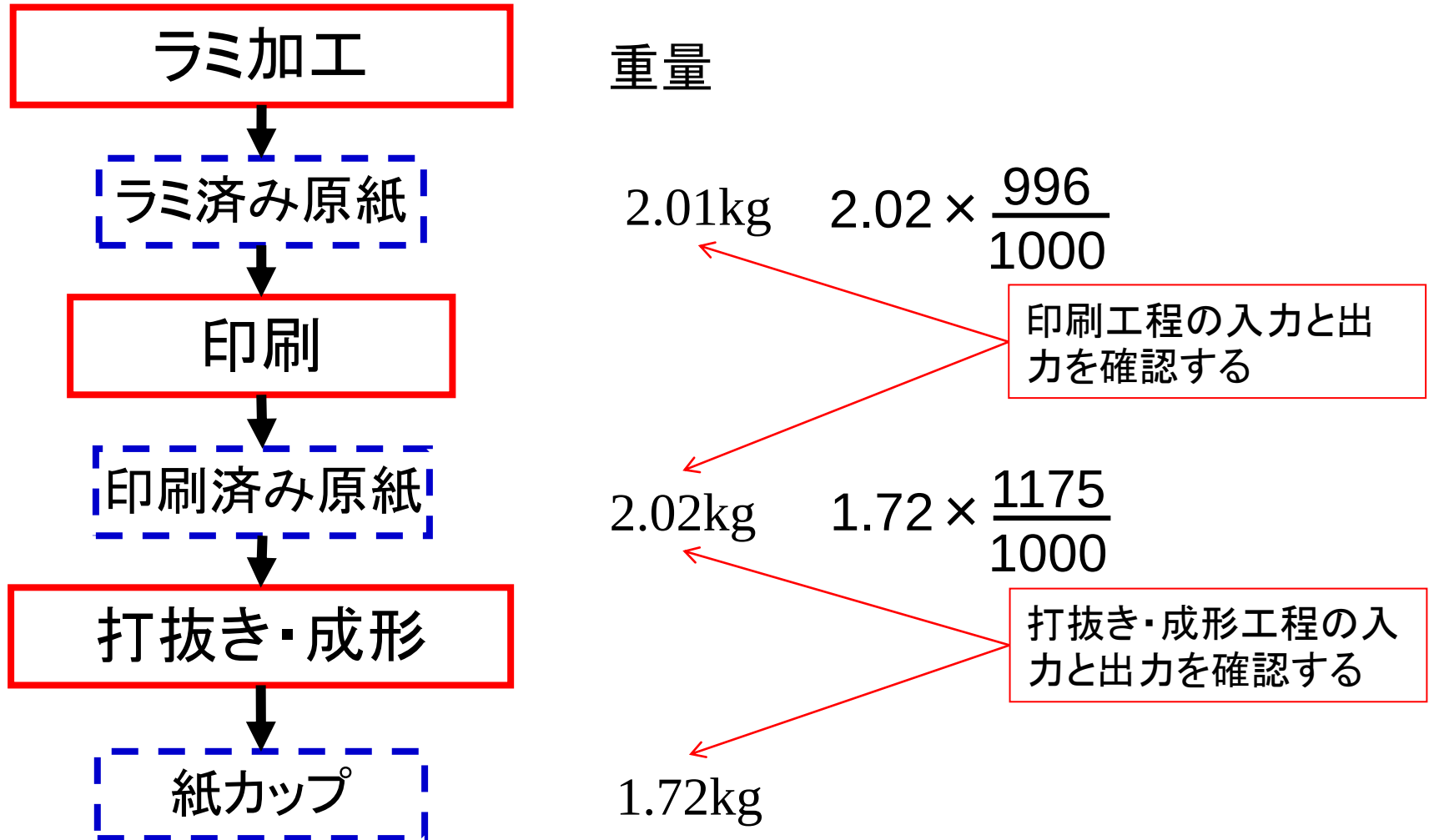
Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力	CO ₂ 排出原単位				CO ₂ 排出量	
電力	243	kWh	×	0.425 kg/kWh	＝	103.28 kg
都市ガス	0	l	×	2.14 kg/m ³	＝	0 kg
LPG	7	l	×	1.89 kg/l	＝	13.23 kg
水	1084	l	×	0.20 kg/m ³	＝	0.22 kg
(コンプレッサー)						
電力	195	kWh	×	0.425 kg/kWh	＝	82.88 kg
都市ガス	0	l	×	2.14 kg/m ³	＝	0 kg
LPG	0	l	×	1.89 kg/l	＝	0 kg
紙カップ 1tonあたり					199.61 kg	

⑤機能単位にデータを関連付ける マスフローを作成する

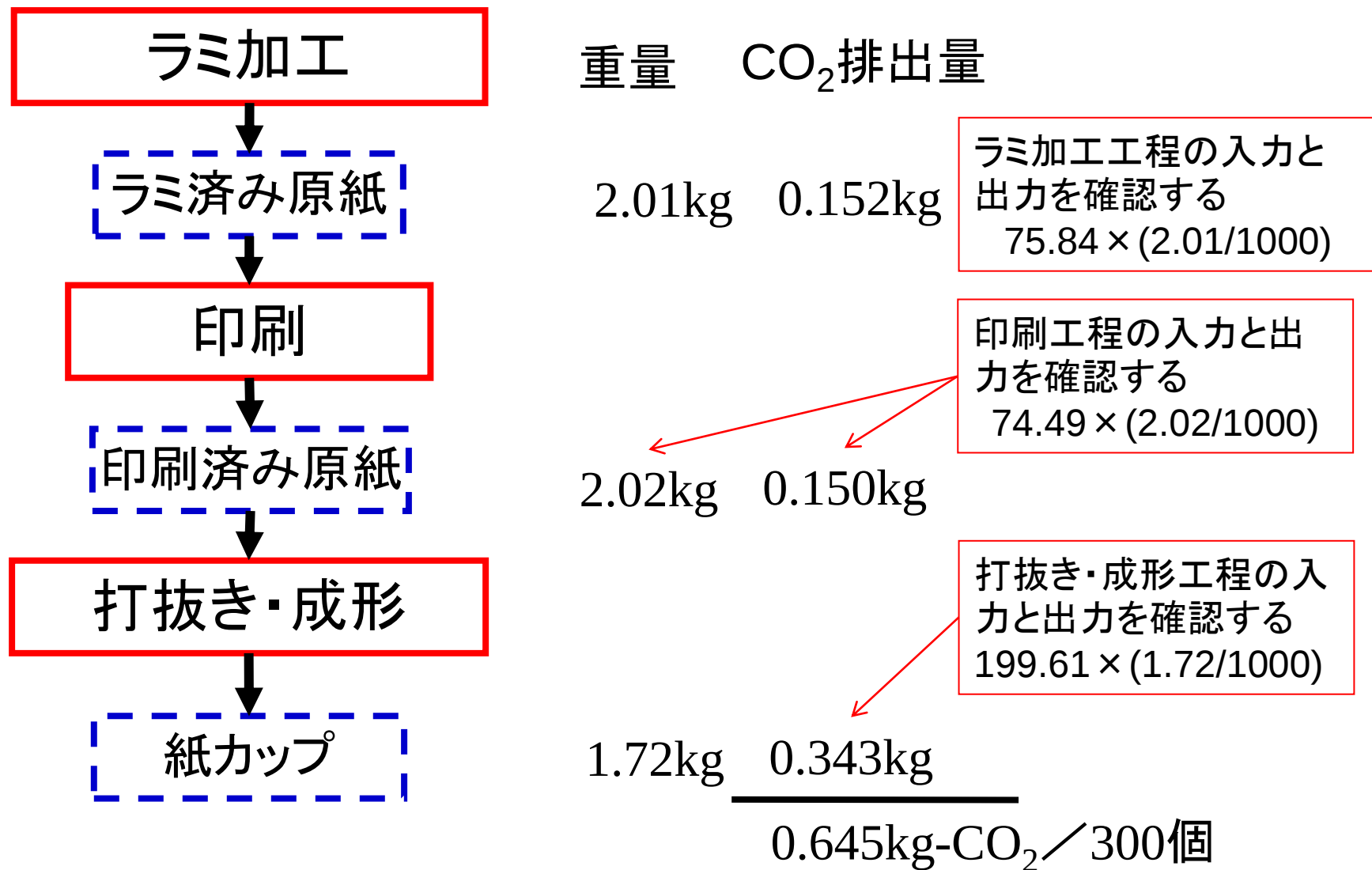


⑤機能単位にデータを関連付ける マスフローを作成する



⑥単位換算、合算

機能単位当たりの紙カップ生産工場のCO₂排出量



工場における環境負荷

- 製造ラインからの環境負荷
 - 燃料の燃焼
 - ロス
 - 発電所、燃料調達
- 製造ライン以外の環境負荷
 - 空調
 - 照明
 - 事務所

調査票の例(付帯設備)

工程	入力 ②			出力		
	項目	数値	単位 ③	項目	数値	単位 ④
空調・照明・その他 ①	電力 都市ガス LPG 灯油 水		kWh/年 kl/年 kl/年 kl /年 m3/年	紙カップ 他製品A ⑤ 他製品B 紙屑 その他ごみ		個/年 t/年 円/年 個/年 t/年 円/年 個/年 t/年 円/年 t/年
事務所	電力 LPG 水		kWh/年 kl/年 m3/年			

付帯設備

• 照明・空調	【1年あたり】	年間生産量 (9,205トン 16億個)	【1トンあたり】
– 電力	1.90E+6 kWh		206kWh
– 都市ガス	7100 kl		771 l
– LPG	9 kl		1 l
– 灯油	34 kl		4 l
– 水	2734 m ³		297 l
• 事務所			
– 電力	1.66E+5 kWh		18 kWh
– LPG	74 kl		8 l
– 水	72900 m ³		7923 l

付帯設備

③調査票記入

入力

(照明・空調など)

電力 206 kWh

都市ガス 771 l

LPG 1 l

灯油 4 l

水 297 l

(事務所など)

電力 18 kWh

LPG 8 l

水 7923 l

付帯
設備

出力

紙カップ 1000 kg

CO₂排出量の算定

(付帯設備)

Cを含む燃料を使用したとき、電力を生産するときに発生

入力

CO₂排出原単位

CO₂排出量

(照明・空調など)

電力	206	kWh	×	0.425	kg/kWh	＝	87.55	kg
都市ガス	771	l	×	2.14	kg/m ³	＝	1.65	kg
LPG	1	l	×	1.89	kg/l	＝	1.89	kg
灯油	4	l	×	2.88	kg/l	＝	11.52	kg
水	297	l	×	0.20	kg/m ³	＝	0.06	kg

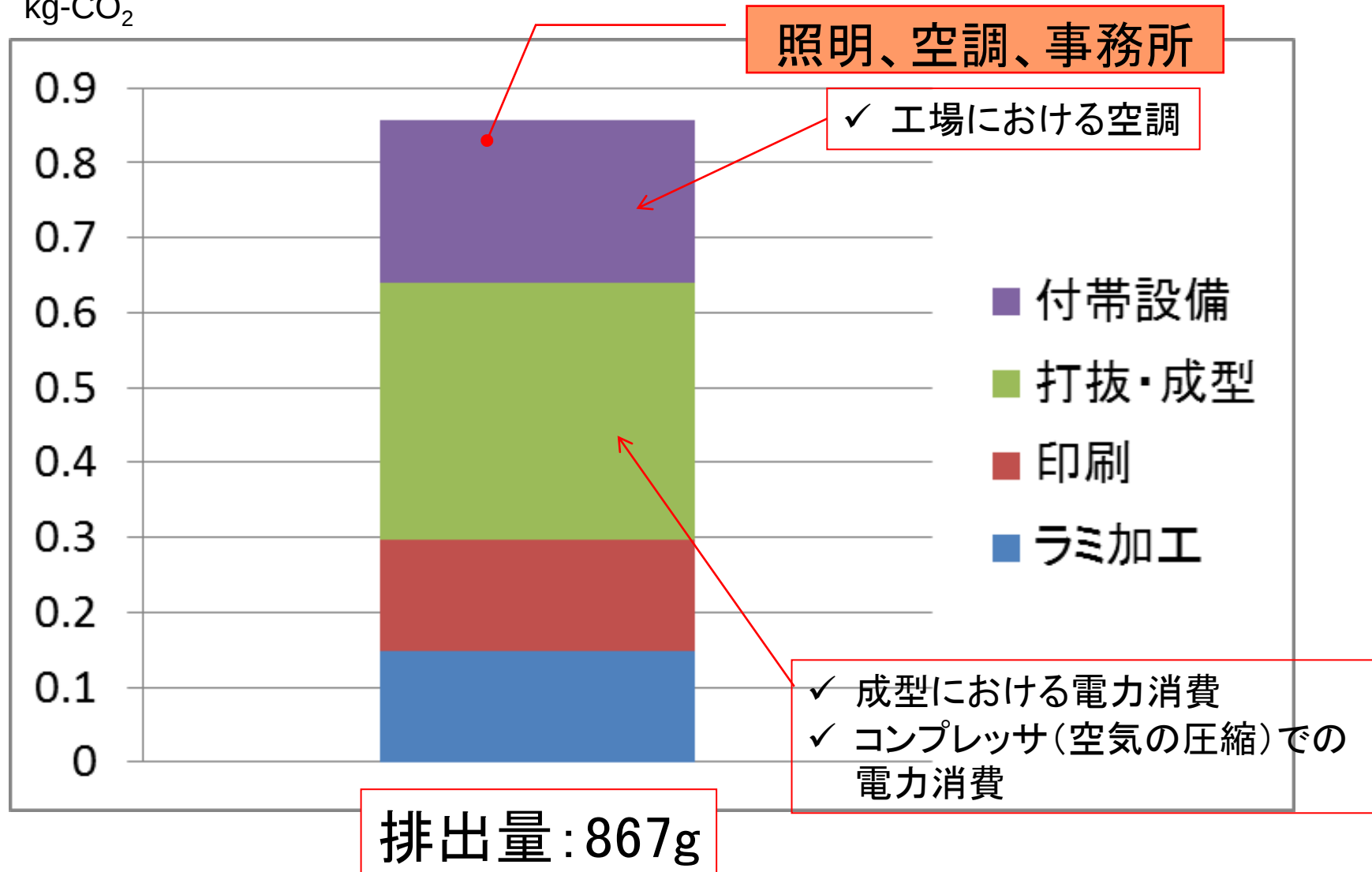
(事務所など)

電力	18	kWh	×	0.425	kg/kWh	＝	7.65	kg
LPG	8	l	×	2.14	kg/m ³	＝	17.12	kg
水	7923	l	×	0.20	kg/m ³	＝	1.58	kg

紙カップ	1tonあたり	129.02	kg
紙カップ	300個あたり	0.222	kg

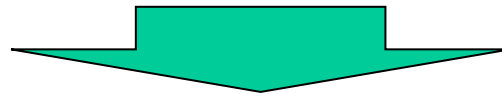
紙カップ300個生産する際のCO₂排出量

kg-CO₂



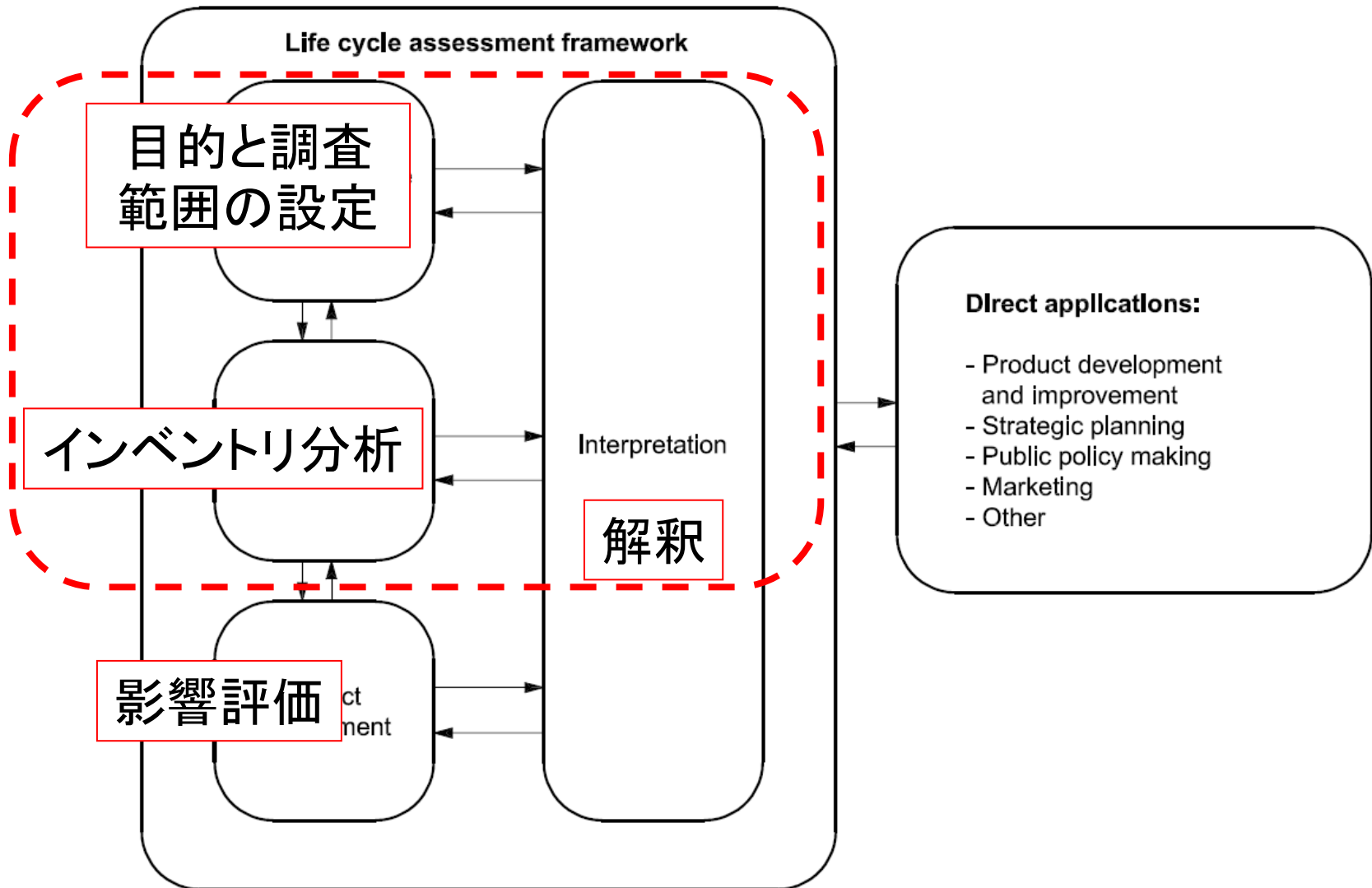
結果からわかること

- 工場での生産を通じて発生する環境負荷
- 300個当たり約870グラムのCO₂が発生
- 成型、コンプレッサが大きい。成型（加熱）時の電力消費、コンプレッサによる圧縮空気の負荷を最小化するための開発が重要。
- 空調、照明の負荷も大きい。製造ラインのみでなく間接分も見直す必要。
- 比較的ラミネート加工、印刷は小さい。生産効率が良いものと考えられる。



工場におけるCO₂削減のための戦略に活用する

LCAの枠組み



まとめ (インベントリ分析_積み上げ法)

- インベントリ分析の実施方法の概要について解説した調査票の作成、単位プロセスの作成と機能単位への変換、配分の利用などを行いつつ、評価範囲全体を網羅する。
- 実施者、管理者、協力者が連携して行うことが重要。調査票の作成は実施者が製品システムをよく理解することが前提になる。
- インベントリ分析(積み上げ法)について解説した。単位プロセスごとに入出力を記述したうえで、マスフローを作成し、予め設定した基準フローに注目して積算する。
- 積み上げ法は主に自社工程(メインプロセス)を対象とすることが多い。信頼性の高いデータを入手でき、かつ、プロセスの改良や材料選択など改善に向けた検討の自由度が高いためである。
- 製造ラインの環境負荷に加えて、空調や照明など製造ラインに直接関与しない部分もあるが、これらも含めて分析することも可能。