

令和2年度「地域内エコシステム」技術開発・実証事業
成果報告会

プラントの完全自動運転による
ペレット製造コスト低下のための技術開発

2021年3月4日
新興工機株式会社

当社の紹介

- 2005年以降、国産ペレット成型機を開発し製造・販売
- 現在のS型は2011年より販売、累計81台を販売
- 大型機は、2019年からドイツAmandus-Kahl社製の輸入販売

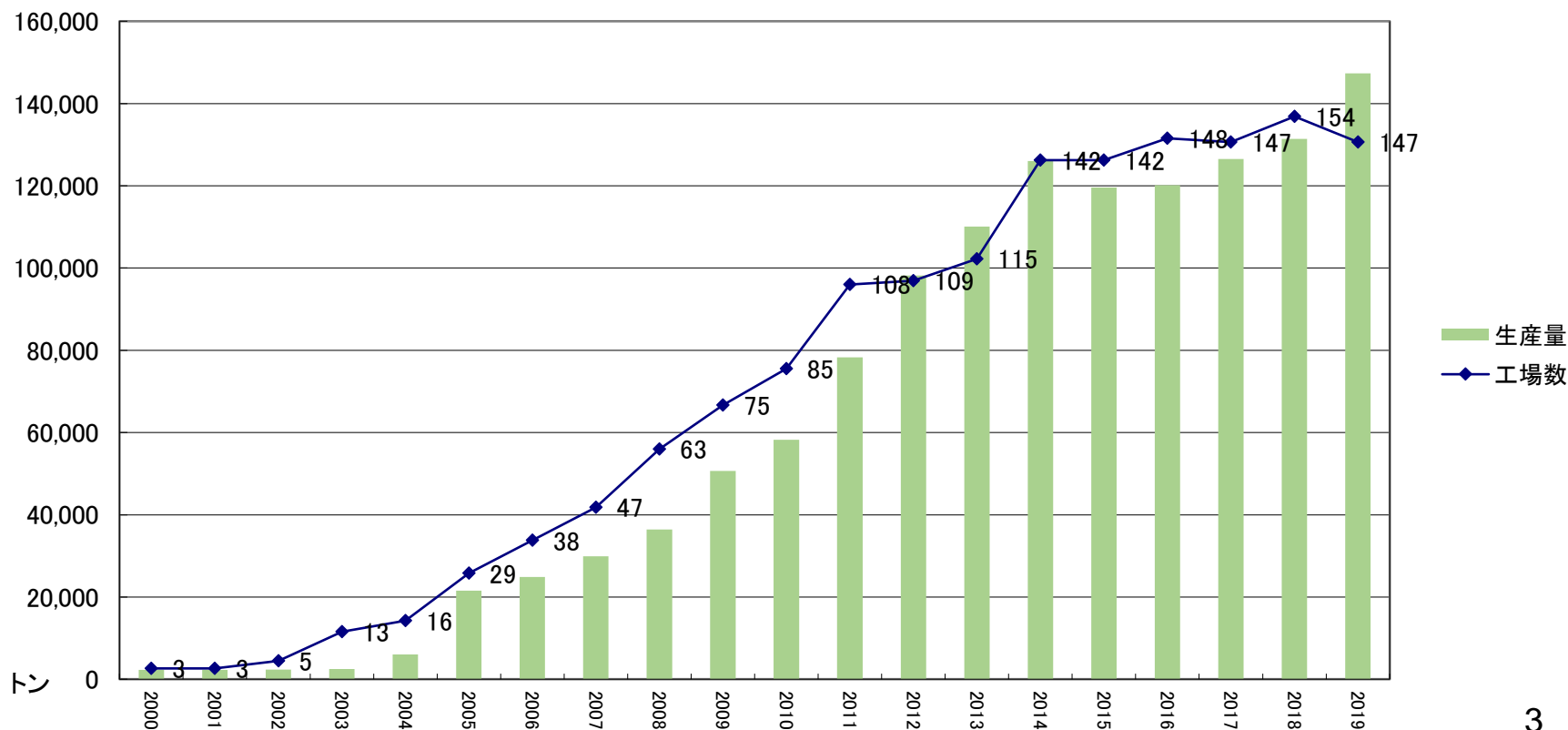


型式	S-5	S-7	S-15	S-30	S-60	S-150
成型能力 kg (ホワイトペレット)	10~40 (10~28)	25~65 (25~45)	50~125 (50~87)	100~250 (100~175)	250~500 (250~350)	0.75~1.5 (0.75~1.0)
定格出力 kw	3.7	5.5	11	22	45	110
高さ mm	986	1,150	1,400	1,460	1,785	2,345
幅 mm	450	500	650	750	750	1,050
奥行 mm	850	900	1,200	1,500	1,800	2,820
重量 kg	350	500	900	1,400	1,850	6,000
オプション	定量供給装置、操作盤、特殊孔径対応ダイス(φ4~φ15)					

日本におけるペレット生産の積極的な推進

- 2003年以降、積極的な補助政策によりペレット工場が全国的に整備されたが、近年、工場数が減少

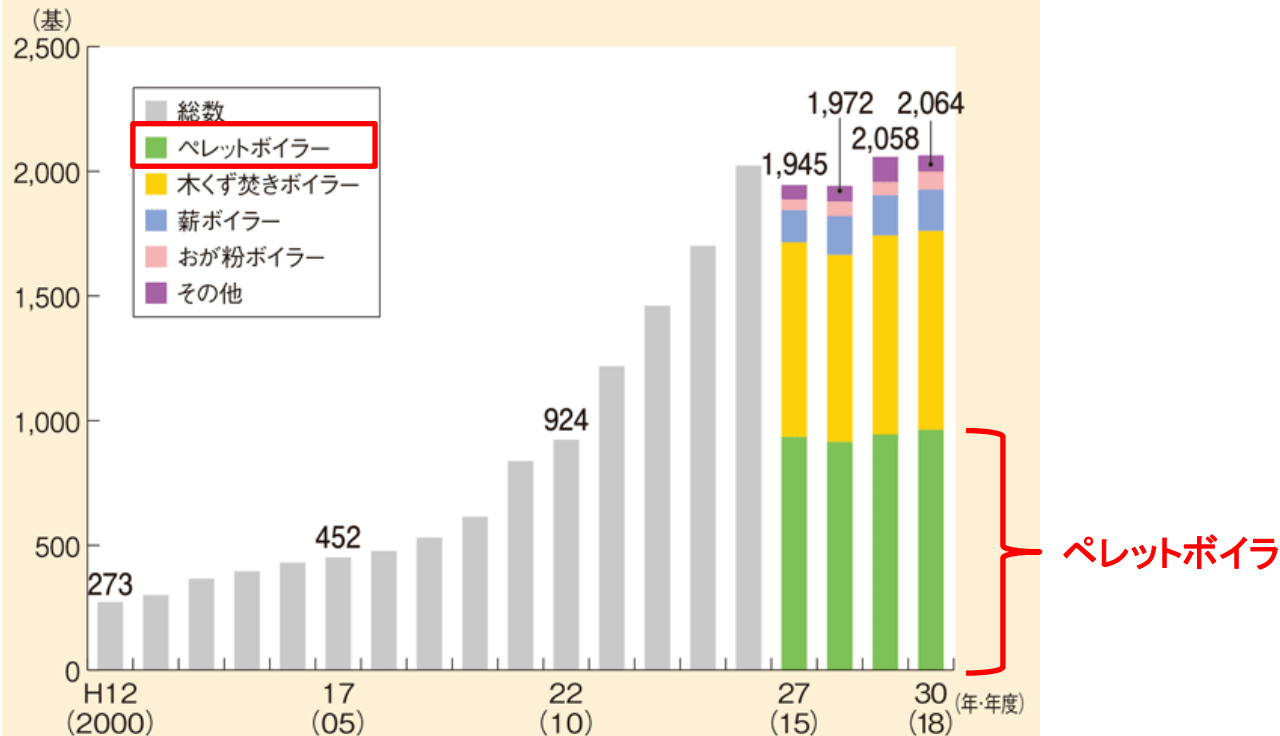
日本国内のペレット生産量と工場数の推移



ペレット燃焼機器の普及

- ペレット工場の増加に伴い、ストーブやボイラーも普及したが近年は横ばい

資料Ⅲ－32 木質資源利用ボイラー数の推移



注：平成26(2014)年以前は、各年度末時点の数値。平成27(2015)年以降は、各年末時点の数値。

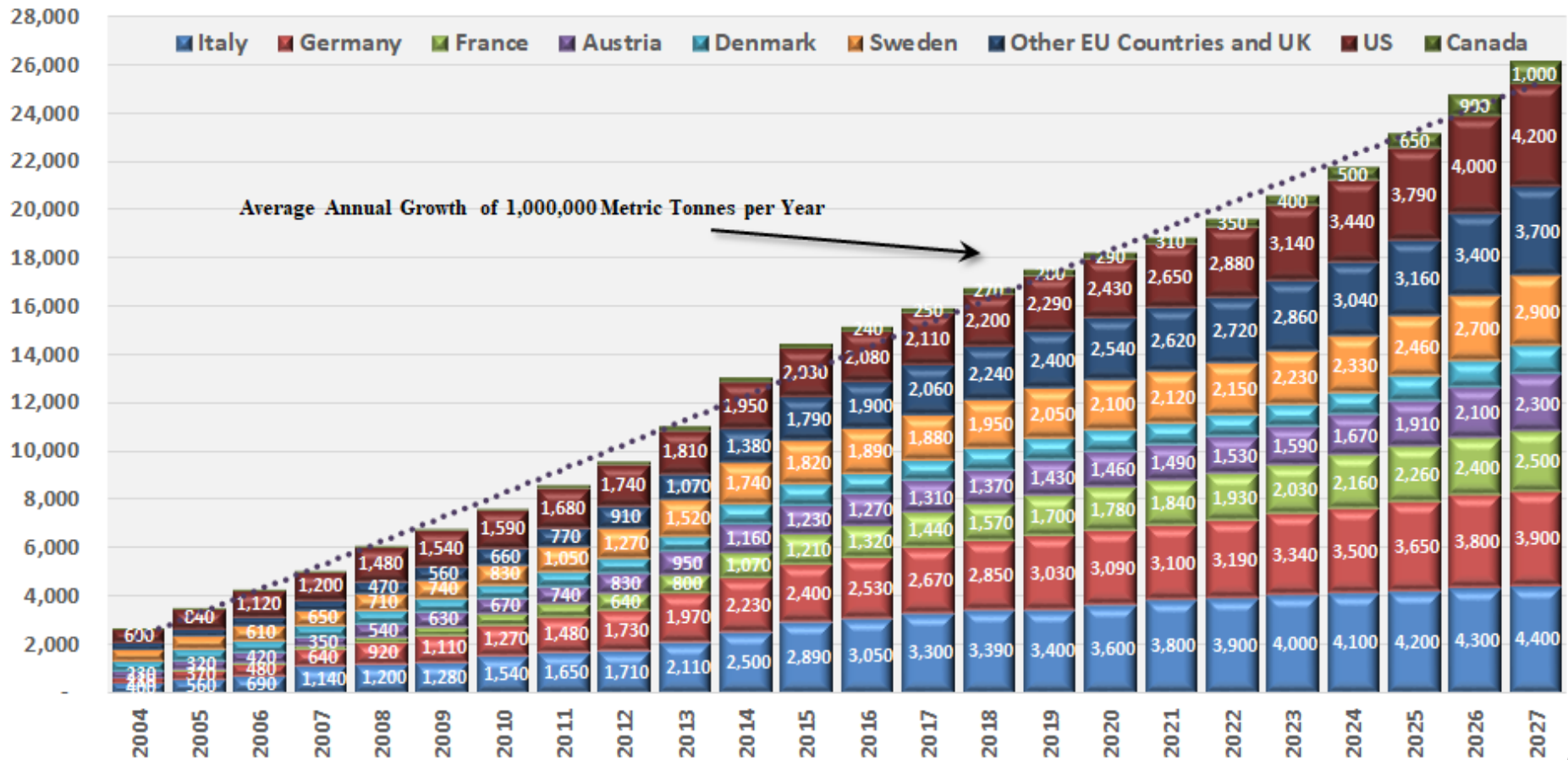
資料：平成26(2014)年度までは、林野庁木材利用課調べ。平成27(2015)年以降は、林野庁「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」。

ペレットボイラー

世界的なペレット需要は年100万トンで増加中

- 暖房用(プレミア)のペレット消費量は2020年に1,820万トン、産業用(発電・熱供給)は2019年に2,160万トンに達している

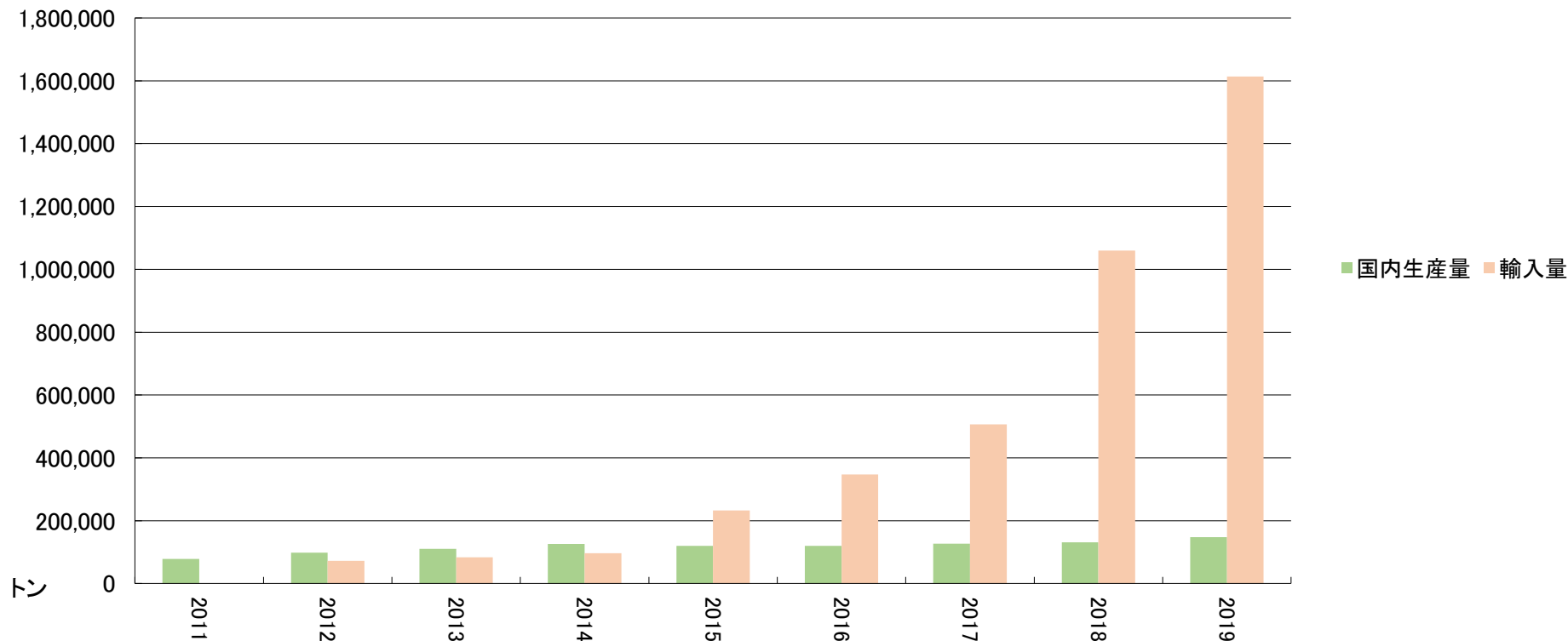
Global Premium (heating) Pellet Demand (Residential and Commercial) in 1000's Metric Tonnes



急増する輸入ペレットと伸び悩む国産ペレット

- 発電用の輸入ペレットに比べ、主に熱利用で消費される国産ペレットの需要は伸び悩んでいる

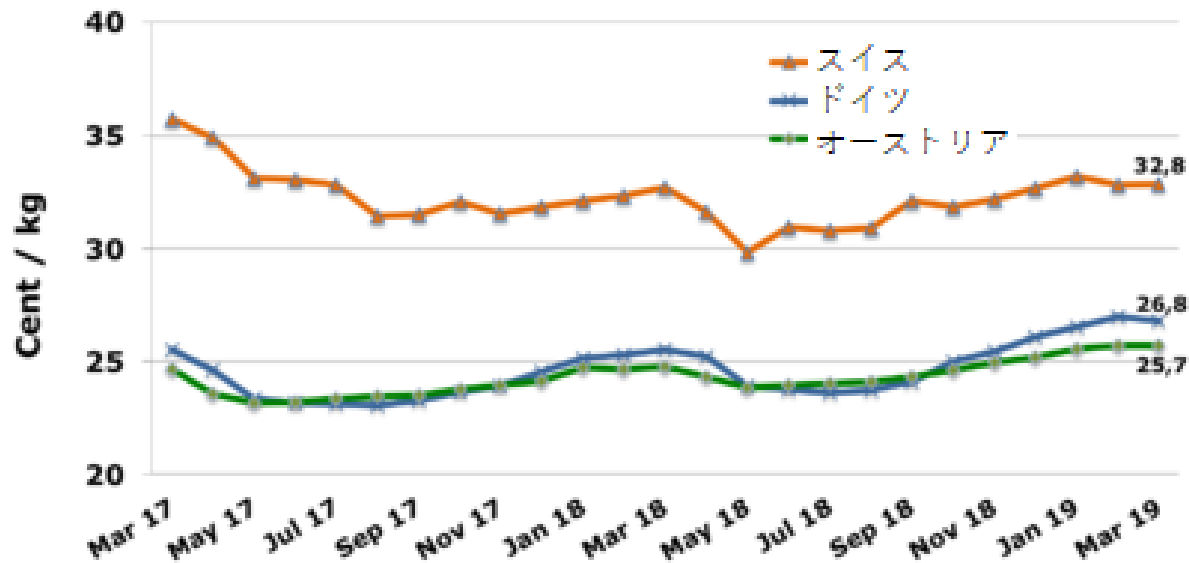
木質ペレットの国内生産量と輸入量の推移



国産ペレットの課題は燃料価格と品質

- ペレットの流通価格が高い為、消費者は導入をためらう
- 日本:約55円/kg ⇔ オーストリア:約33円/kg
- 日本:「A2」グレード ⇔ オーストリア:「A1」グレード

スイス・ドイツ・オーストリアのペレット価格



Source: proPellets Austria, DEPE, transan.
By order of 6 mt in DE and AT; in CH: average of an order by 3, 5 and 8 mt; Prices include VAT and all charges. Exchange rate according to ECB; rate of the first workday/month.

国産ペレット工場の課題と対策

- 高い原料代 (FITの影響で原木価格が上昇)
- 高い製造コスト (生材の乾燥が必要、作業員が多過ぎる)
- 小規模な生産 (日本: 2,000トン/年 ⇔ 欧州: 50,000トン/年)
- 低い品質 (樹皮の混入、スギの問題)



- 原料代の見直し (FIT以外の材、樹種のブレンド)
- 製造プロセスの改善
(高効率な成型機、バークを燃料とする低温乾燥、FA化等)
- 稼働率の向上 (3マン/1シフト → 2マン/2シフト)
- 品質の向上 (剥皮することによりA2グレード → A1グレード)

技術開発により国産ペレットの製造コストを15%削減することで、工場に利益を残しつつ、品質を向上させ、流通価格を低減させる

開発の内容

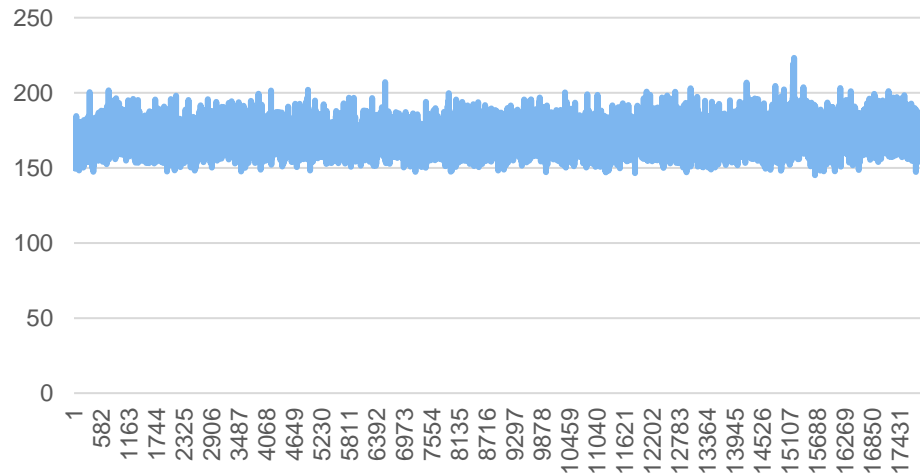
- (1) スギ・ヒノキに対応したエネルギー効率の高い成型機の開発
- (2) 工場の無人化と小規模分散型の生産システムの確立
 - ① 工場の無人化のための研究
 - ② 乾燥システムの研究
 - ③ 実証実験・収支計算

	2020	2021 (予定)	2022 (予定)
(1)	→ 成型機開発	→ 改良	
(2) ①	→ 基本設計	→ 実装	→ 改良
②	→ 基本設計	→ 試作	→ 改良
③	→ 成型機単体	→ テナ実証	→ システム実証

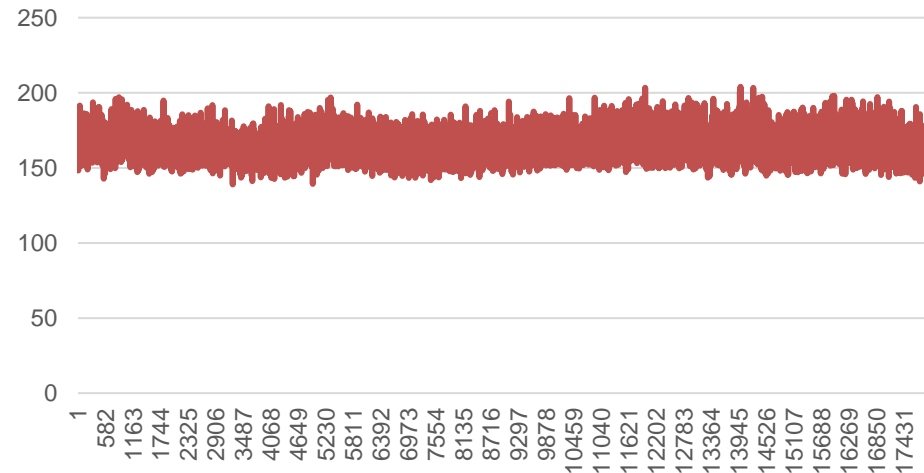
プラントの電力消費計測①

- 製造コストを削減するためには、プラントのエネルギー消費を削減し、エネルギー源をより低コストなもので代替する必要がある
- まずは電力消費に注目し、実際に稼働しているペレット工場で計測を実施中

電力計測 12月2日



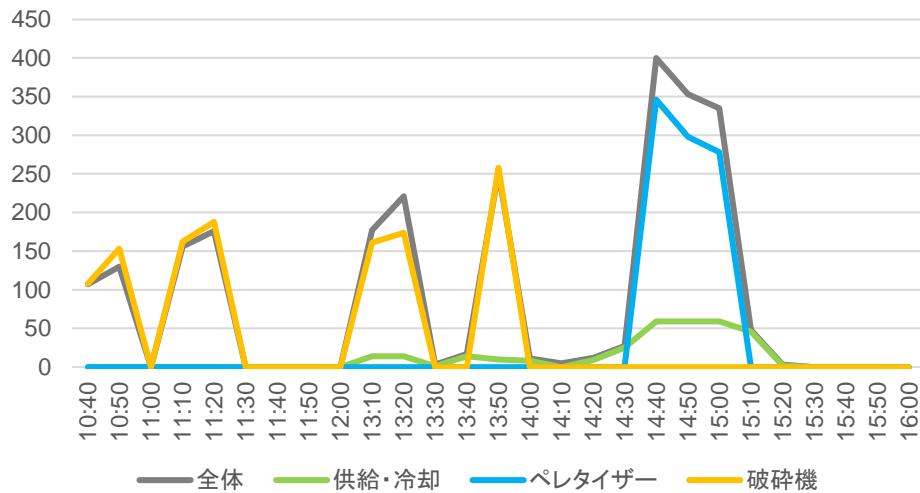
電力計測 12月8日



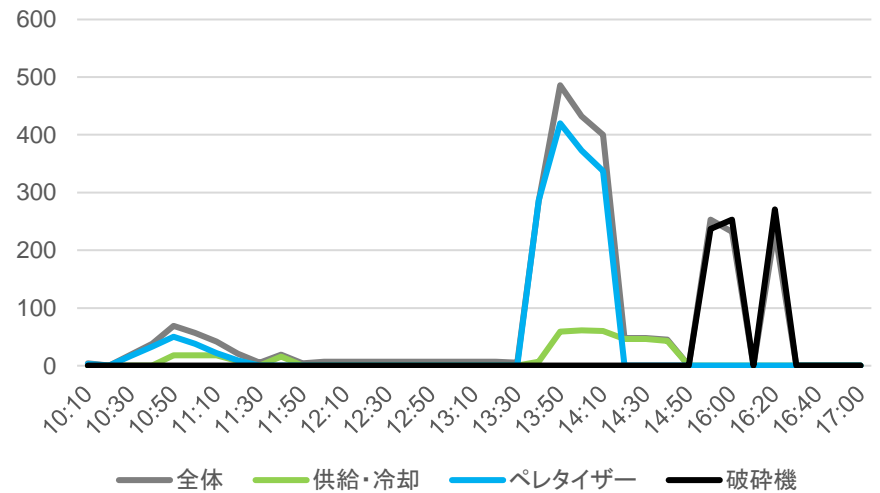
プラントの電力消費計測②

- 製造プロセスごとの電力消費を把握するために、実験用のコンテナ式ペレットプラントを用いて、電力消費を計測した

7/27 電力推移



7/28 電力推移



	run1	run2	実生産量 (g)	kg
割合	34.73%	50.95%	10720	10.72
エネルギー消費	3.02kWh		合計	0.28kWh/kg
	破砕	造粒	搬送・集塵	
	1.05	1.54	0.43	
	34.73%	50.95%	14.31%	

	破砕	造粒	搬送・集塵	合計
割合	34.73%	78.25%	17.79%	
エネルギー消費	1.05	2.36	0.54	3.94kWh
				0.34kWh/kg

低温乾燥機の開発のための予備実験

- 剥皮した後に出るバークを有効活用するために、乾燥工程で燃料として利用することを想定
- 現在のロータリーキルンに代わる乾燥方法として、小型の低温乾燥機を開発する必要があるため、乾燥実験を行った

開発目標

- 対象物: 木質チップ
- 乾燥能力: 50kg/h (Output)
- 乾燥前水分: 60%w.b.
- 乾燥後水分: 10%w.b.
- 乾燥熱源: 温水 (70°C)
- 外気温: 25°C

7/29の実験では、50kgのサンプルを41.5→8.6%w.b.まで5時間で乾燥

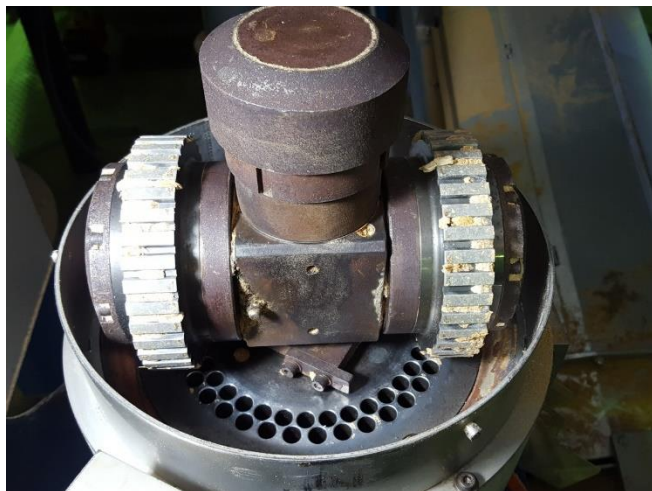


新型破砕機(パングラインダ・ミル)

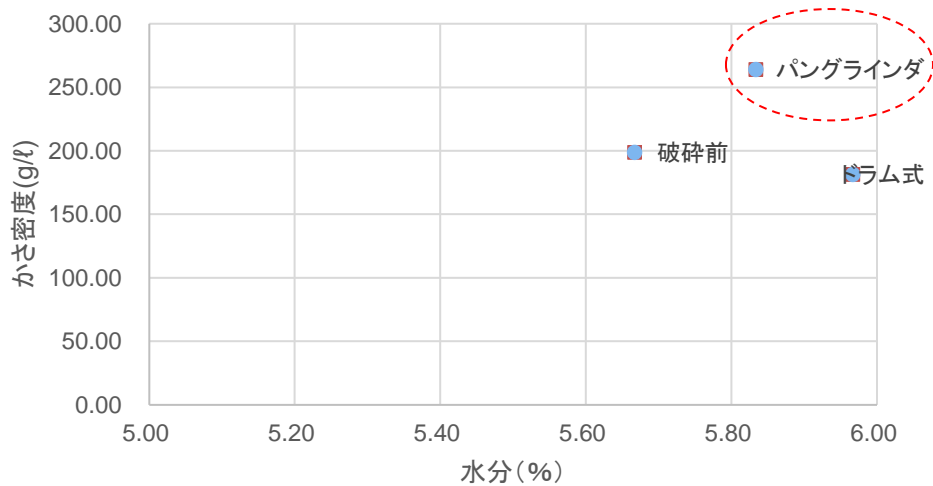
- プラントにおいて、原料の破砕工程は重要なプロセスである
- 通常、破砕工程は1次破砕(原木)と2次破砕の2回に分かれる
- 2次破砕機として使われるハンマーシュレッダの代わりに、ペレット成型機を応用した「パン・グラインダ・ミル」を検討した
- メリットは、基本構造が成形機と同じであるため共通部品が使えること、高速で破砕しないため騒音や粉塵が少ないこと、火花の発生がないため火災の原因にならないことが挙げられる
- ここでは、ドラム式のチツパとパングラインダ・ミルを用いて、電力消費と破砕性能を比較した

パングラインダ・ミルの性能

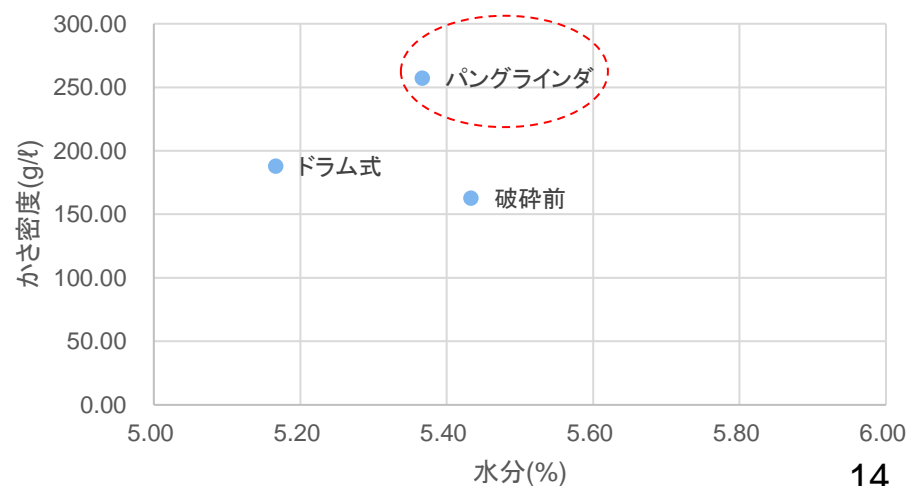
- 成形機の躯体やローラは変えずにダイス形状のみ変更



樹皮なし



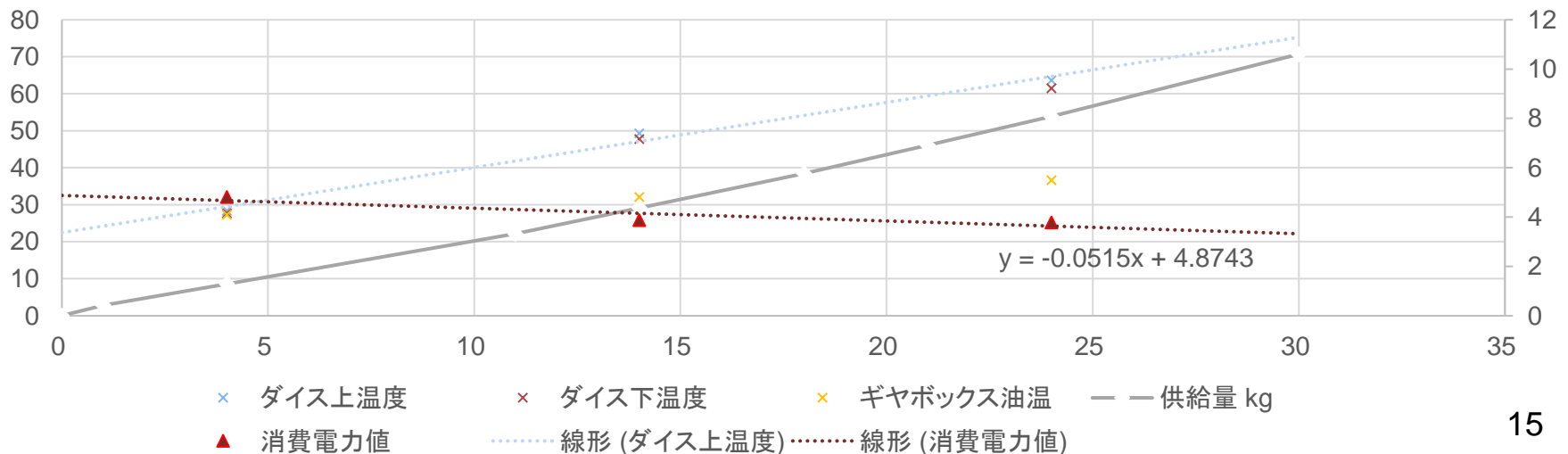
樹皮あり



成形機のダイス温度とエネルギー消費

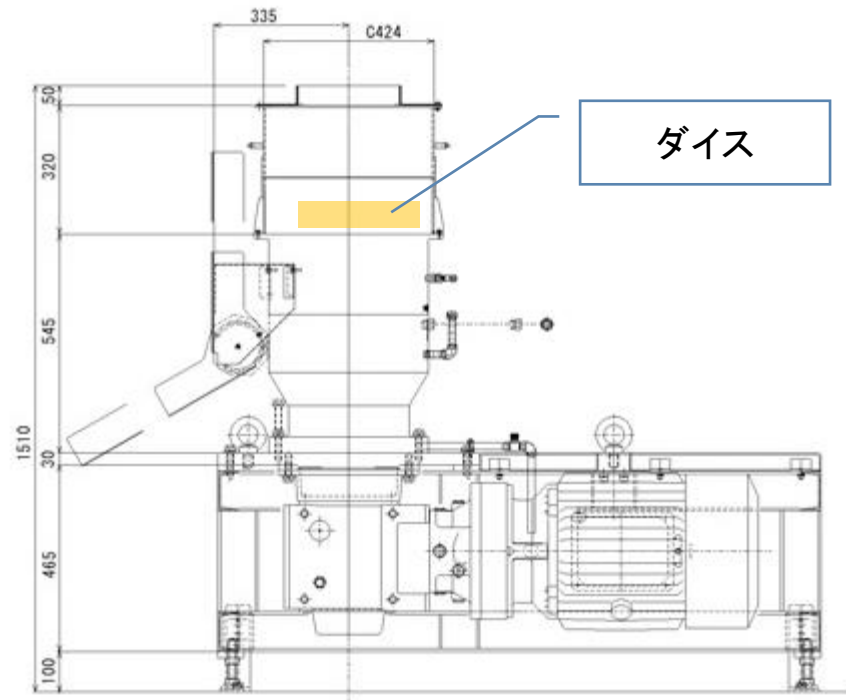
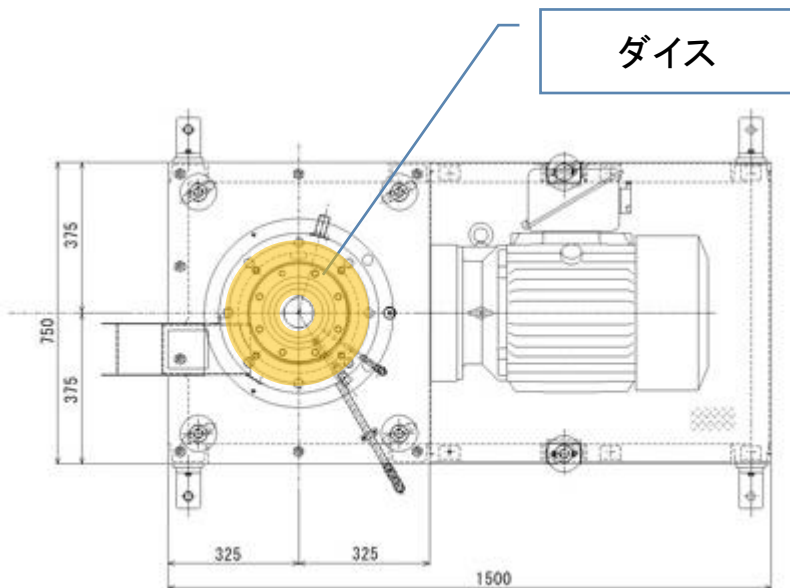
- 運転時間が経過して摩擦熱でダイス温度が上昇すると電力消費は低減することがわかった
- 一方、ダイス温度が上昇するとペレットの歩留まりが低下し、品質も低下することがわかった
- 製造コストを低減させるためには、エネルギー消費の削減とともに、歩留まりの向上が欠かせない

運転データ(7/30・スギ①)



ダイス温度と成形性

- ・ ダイスの温度が上昇すると成型品質が低下する(80°C程度)
- ・ ダイスの温度を60~65°Cに保つ必要がある



新興工機製S-5型成型機

水冷式成形機の開発

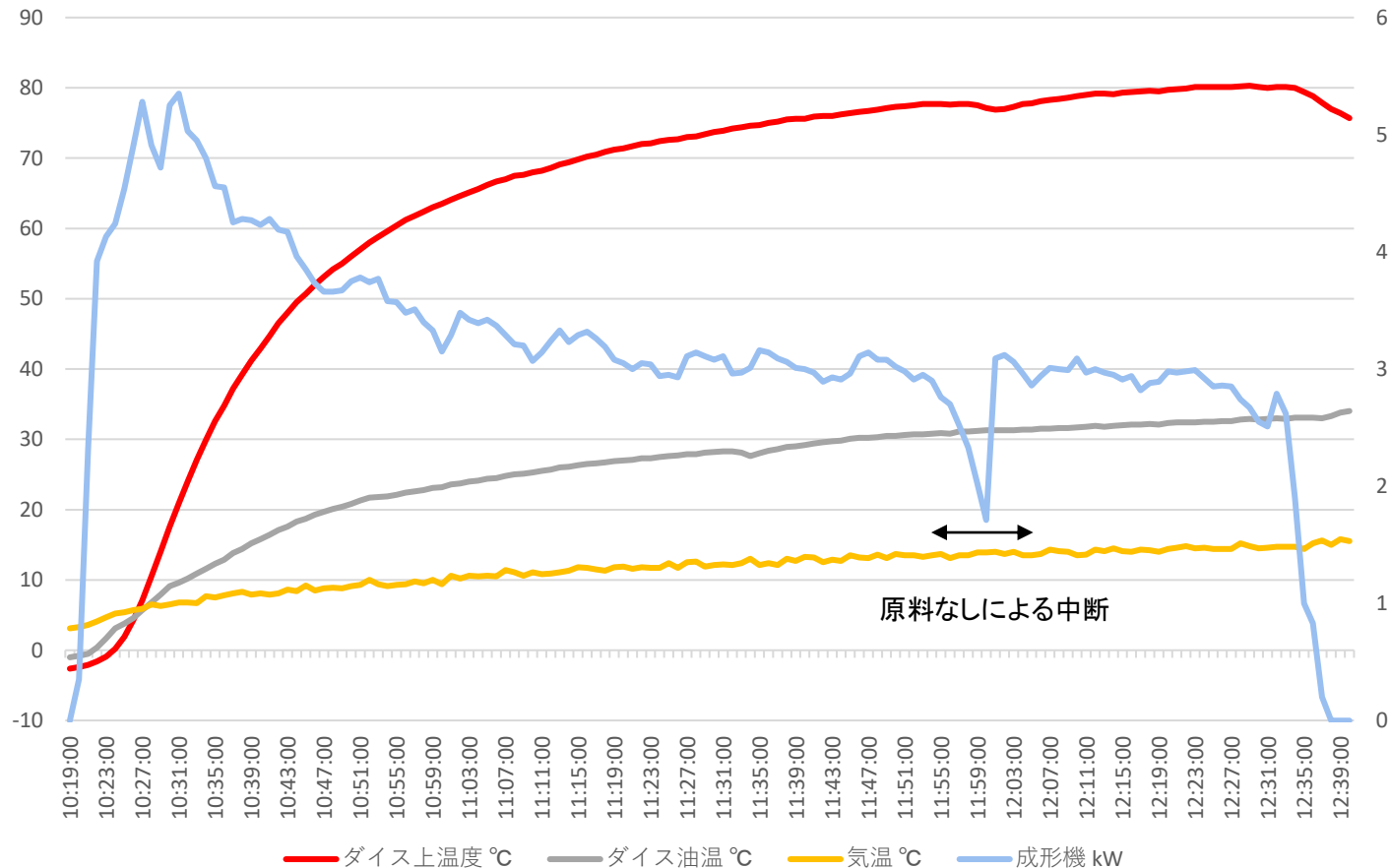
- ダイス温度を一定に制御するため、水冷式の成形機を開発した



水冷式の効果(冷却なし)

- ダイス温度は80°C程度まで上昇し安定
- 消費電力は定格の5.5kWから3kW程度に低下

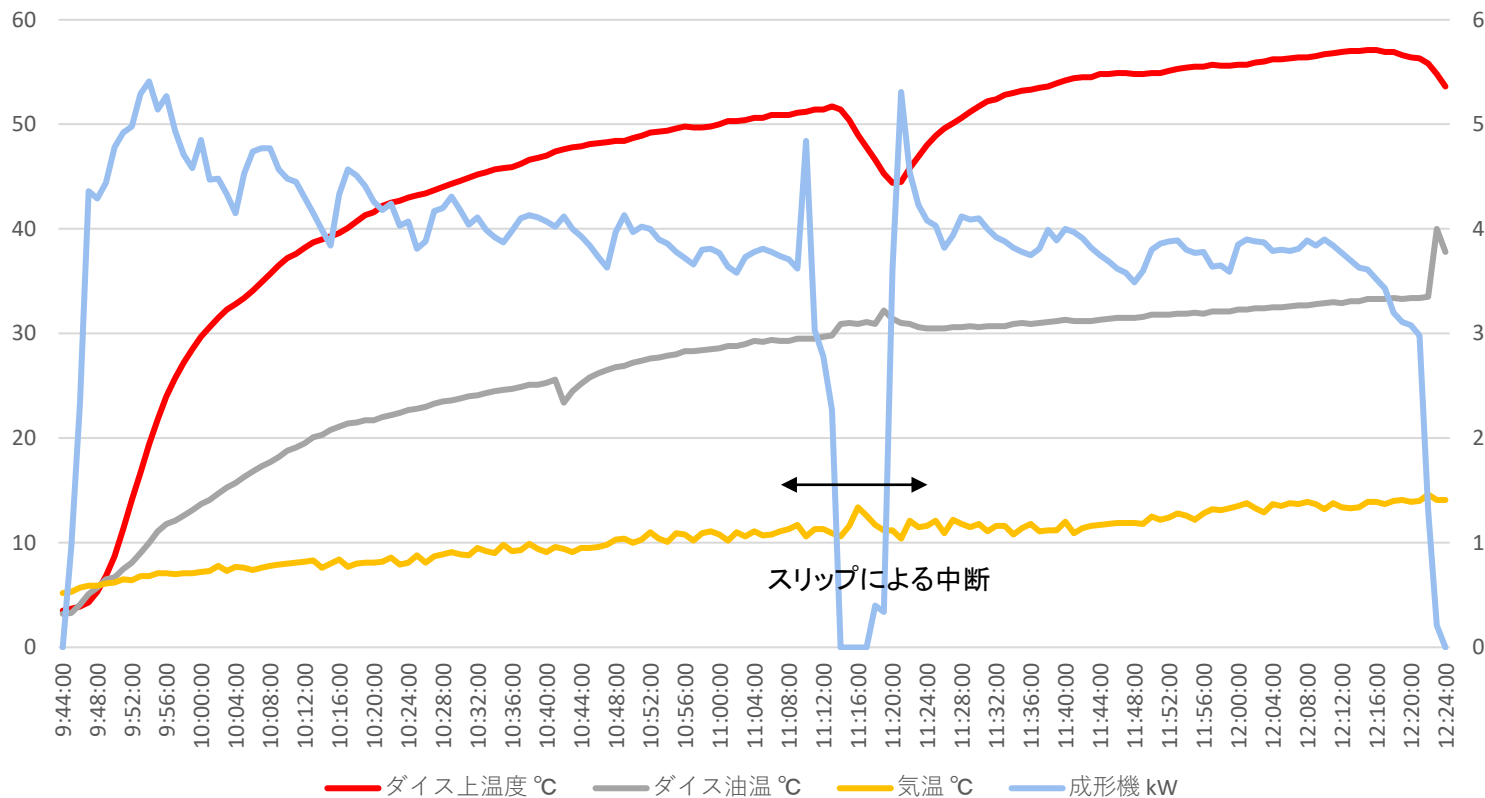
成形機の温度変化と消費電力 2/10 10:19-12:40



水冷式の効果(冷却あり)

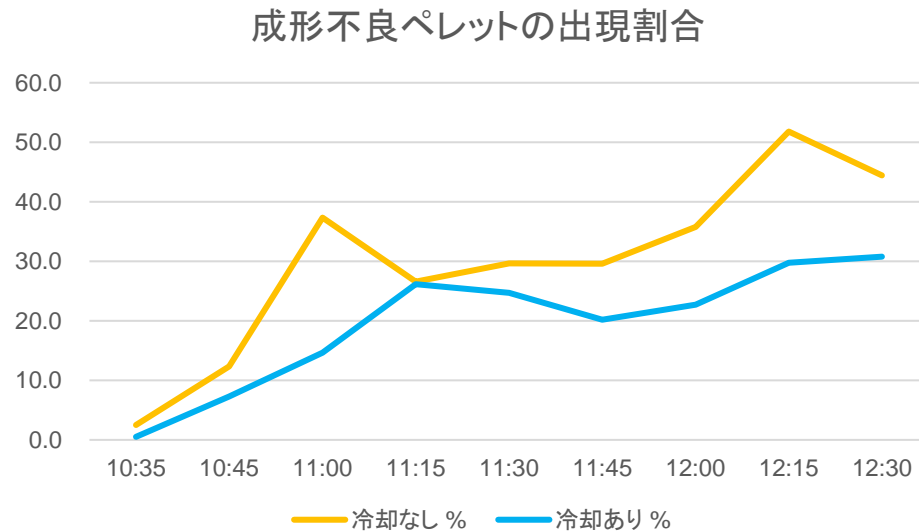
- ダイス温度は60°C以下
- 消費電力は定格の5.5kWから4kW程度に低下
- 品質が安定したが、消費電力は増加した

成形機の温度変化と消費電力 2/11 9:44-12:24



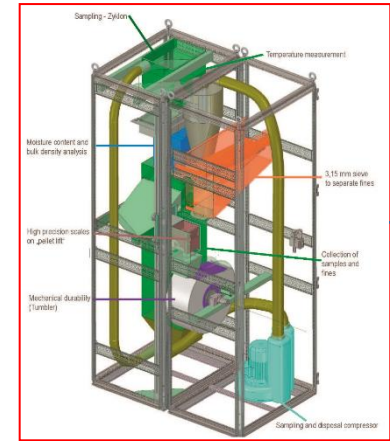
水冷式の効果

- 冷却しない場合は、時間の経過とともに成形不良のペレットの出現割合が40～50%まで増加
- 冷却した場合は、30%程度であった

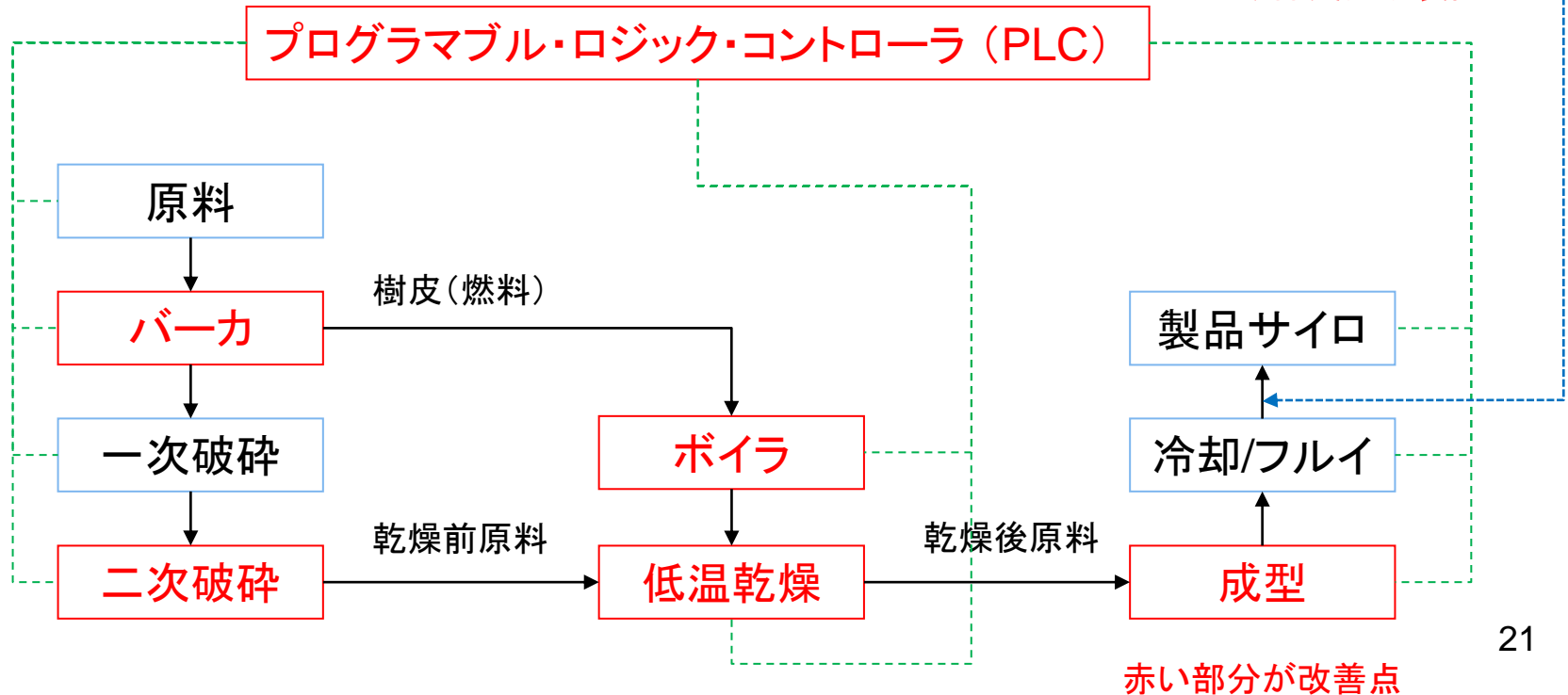


コスト削減と自動化のための検討

- バーカ
- バーク燃焼ボイラと低温乾燥システム
- モニタリングとFA化 (PLC)
- ペレット品質自動分析装置



自動品質分析装置



経済性の検討

製造コスト15%削減(ペレット1kgあたり約5円)の目途はついたが、製造システム全体の実証には至っていない(次年度以降の課題)

- ①エネルギー消費の削減(特に搬送系統)
- ②乾燥熱源をペレットからバークに変更
(経費節減・歩留まり向上・剥皮による品質向上・成形性の向上)
- ③成形プロセスの改良により歩留まりと品質を向上
- ④プラントの自動化により人件費を削減(3名→2名)
- ⑤2シフト制にすることでプラントの稼働率を向上

試算例
(単位:千円)

売上	ペレット卸売	$25\text{円/kg} \times 1,000\text{kg} \times 17\text{時間} \times 300\text{日}$	127,500
原価	原料	$6\text{円/kg} \times 1,000\text{kg} \times 4,800\text{時間} \times 1.3$	37,440
	人件費	600万円 \times 2シフト(計4名)	24,000
	プラント償却	3億円/8年(建屋+設備)	37,500
	ユーティリティ	200万円 \times 12ヶ月	24,000
	メンテ費	200万円 \times 1年	2,000
収支			2,560

期待される効果

①既存の国産ペレット工場の再生による経済効果

- 補助金で導入したペレット工場を再生し稼働率を高めることで地域経済にプラスの効果。地域内エコシステムを構築し、地域材を有効活用

②高品質でリーズナブルなペレットのユーザー増加

- 家庭の暖房市場においては初期投資と同時にランニングコスト(燃料価格)が重視されるため、高品質で安価なペレットが流通すると、ユーザーが増加

③ストーブ市場へのインパクト

- ペレットストーブの市場はここ5年ほど伸び悩んでおり、改正省エネ基準の施行も見送られたが、燃料価格の低下と品質向上によりストーブ市場の拡大が期待できる

検討委員会

【専門委員】

氏名	所属	専門分野
鮫島 正浩	信州大学工学部	バイオマス化学(物質化学)
岩岡 正博	東京農工大学農学部	森林工学(林業機械)
高橋 伸英	信州大学繊維学部	エネルギー工学(熱工学)

【検討委員】

氏名	所属
福田 和明	新興工機
小島 健一郎	ラブ・フォレスト