

板紙製造工場における 生産性改善の取組み

レンゴ株式会社 金津工場



金津工場 概要

段ボール原紙を製造する板紙生産工場

- 所在地：
福井県あわら市
- 工場敷地面積
約270,000㎡
- 従業員数
約120名



**第一種エネルギー管理指定工場に該当
 (全社比 14.8%のエネルギーを使用)**

背景

{	段ボールに使用される原紙の比率	ライナ > 中しん
	当時のレンゴー生産比率	ライナ < 中しん

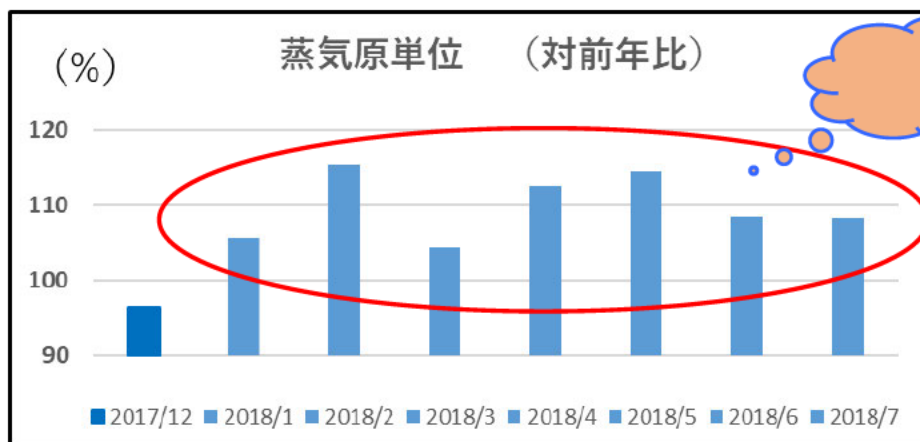
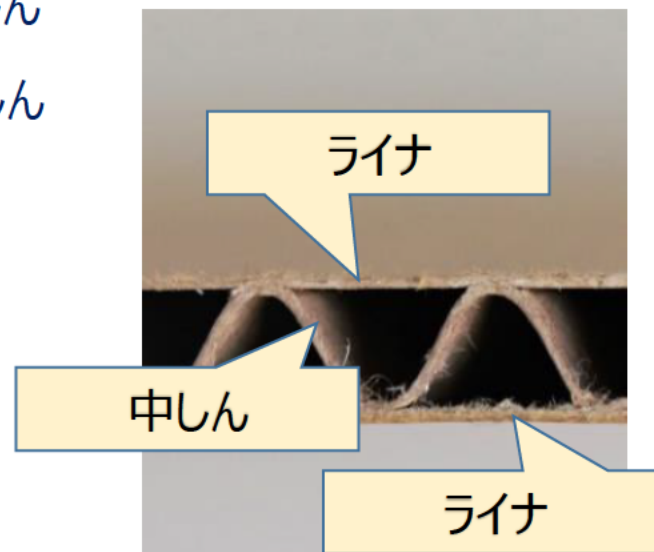


2017年10月、金津工場の中しん製造マシンを
ライナも製造可能なマシンへと改造

しかしその後、

生産ロス増加・エネルギー原単位悪化

段ボール断面



生産増では、
工場の使用エネルギーも増加

目次

(1) 増速部会活動（生産性向上と省エネルギー）

* 2017年12月～ サークル活動

(2) 工場DX推進（IoT活用プロジェクト）

* 2019年4月～ IoTモデル工場として

(3) 拠点倉庫開設

* トラック燃料削減と2024年問題への対応

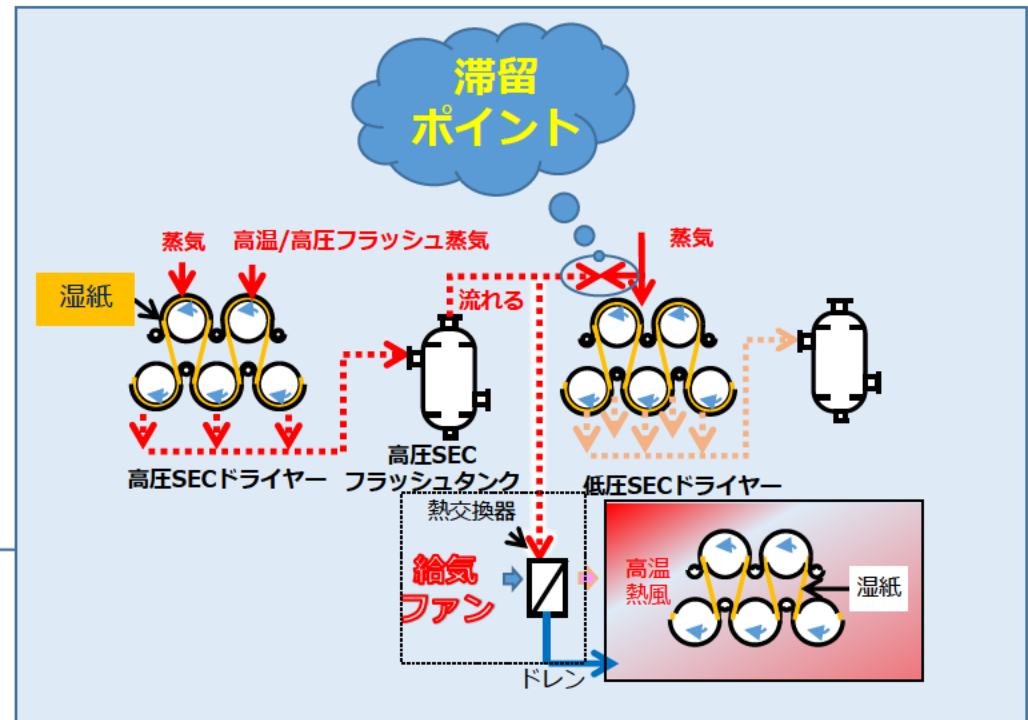
(1) 増速部会活動

【Step 1 -a】

①ドライパート乾燥効率アップによる生産性向上



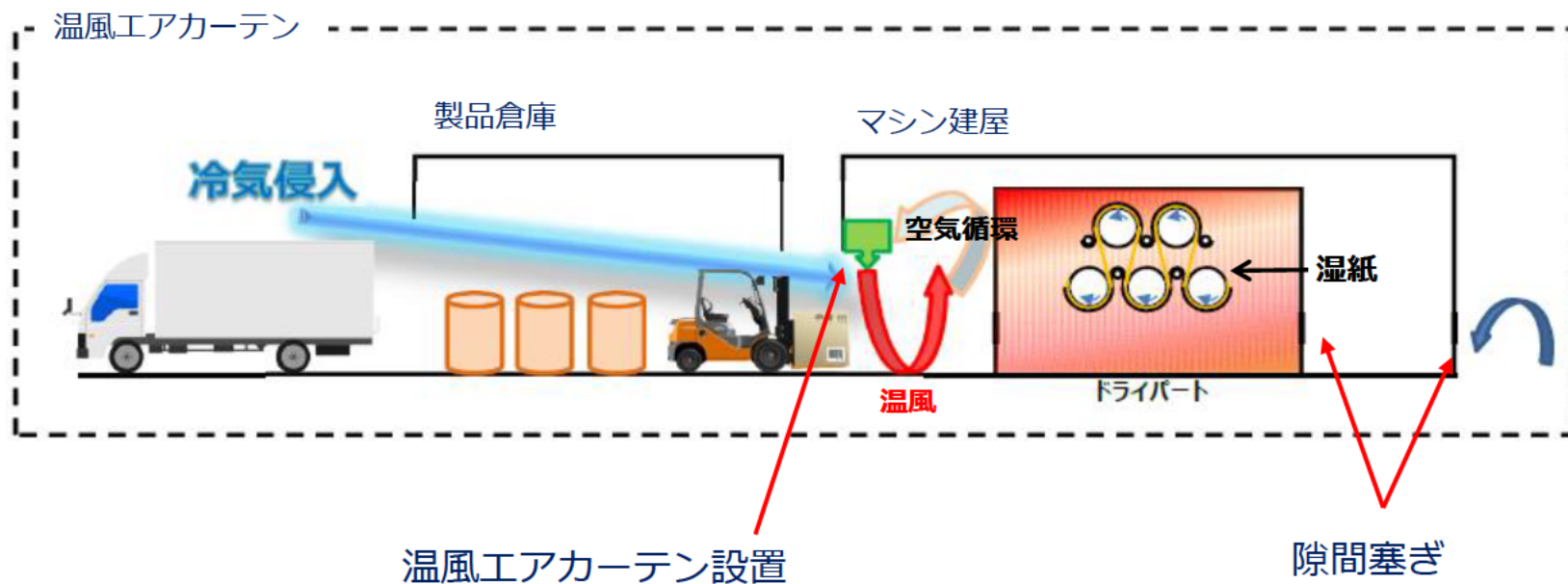
a. 蒸気圧カデータから、
フローの滞留ポイントの洗い出し
⇒ **バイパス配管により解消**



(1) 増速部会活動

【Step 1 -b】

①ドライパート乾燥効率アップによる生産性向上



b. 給気ファンへの熱エネルギー供給
⇒ **ドライヤー室内の高温化に使用**

生産速度アップ **113m/分**

生産性向上 **約17%**

(1) 増速部会活動

【Step 2】

②製品の品質改善による生産性向上

Step 1 で乾燥効率はやがったが、生産速度アップによる品質維持が課題となった



エアダクト



脱水工程出口
再湿防止



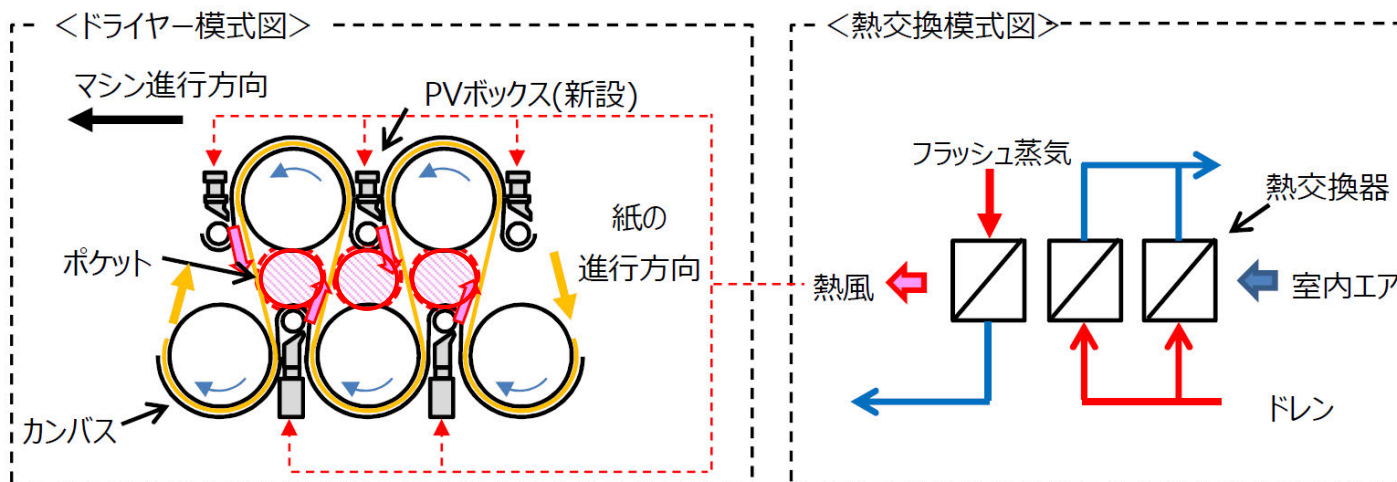
生産性向上 **1.4%**

(1) 増速部会活動

【Step 3】 2019年下期の取組み

生産性向上のためにさらに生産スピードを上げたい
ただ、乾燥能力が限界・・・

③ ドライパート乾燥能力強化及び省蒸気による生産性向上



ドライパートの主要乾燥部である2群ドライヤーのポケットには、
紙から蒸発した水分が滞留し、**相対湿度が高くなり乾燥を阻害している**

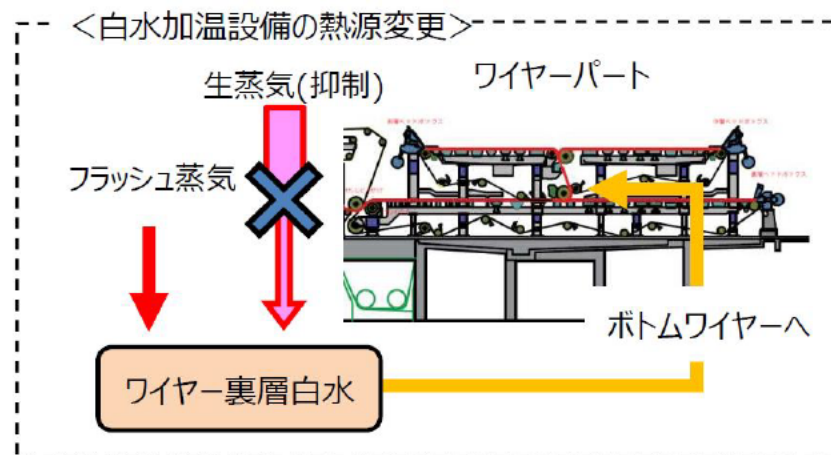
ポケットの雰囲気改善し（高温低湿状態）、紙の乾燥を促進させる
ポケットベンチレーションを導入

(1) 増速部会活動

【Step 3】 2019年下期の取組み

白水（希釈用循環水）加温設備の見直し

冬季（10月～3月）には、ワイヤーパート（脱水工程前半）裏層白水をボイラからの7k蒸気で加温し生産性を高めているが、余剰のフラッシュ蒸気を使用できないか



ポケットベンチレーション導入により、

生産性アップ 1.5%

余剰蒸気の利用により、

蒸気使用量削減 1 t / 時

原油換算 **495kL / 年**の削減！

(2) DX推進 (IoT活用)

* IoT活用プロジェクト発足の経緯

紙を作る工程はオペレータの経験に頼った判断や操作が多い・・・

さらなる**生産性向上、省エネルギー**を進めるには、
生産現場のデジタル化が急務！



金津工場を**IoT推進モデル工場**に！

- ※新マシン設計で新規センサーや技術に挑戦しやすい
- ※金津工場は生産1系列のため分析・評価がしやすい



リニューアルされた金津工場の抄紙機

(2) DX推進 (IoT活用)

コンサルティング会社とプロジェクトを立ち上げ、
 連携して推進体制を確立



現状課題の把握

各職場にヒアリング、
 問題点等洗い出し



IoT活用領域特定

現状分析・技術調査を実施、
 IoT活用領域のポテンシャルを分析



ユースケース策定

他社事例・最新動向を基に策定
 個別ユースケース詳細化
 優先度を効果・導入難度の観点で評価



ロードマップ作成

テーマ発掘 44件
実施案件 15件



製紙課：管理課：施設課
 動力課：環境課：物流課

④ 振動監視システム

導入前 感覚的診断

紙の製造マシンは複数の回転体があり、複数の軸受けで支えられていて、軸受けは正常に使用されていても剥離が発生し寿命がある部品です

以前より異音がするな
次の停止で替えようか？
それまで持つかな？
突発事故になったら、
生産に与える影響が大き
くなってしまおう・・・



聴診棒による異音点検



触診による温度点検



軸受け (ベアリング)



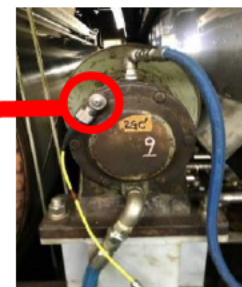
導入後 センサー診断 (温度・振動)



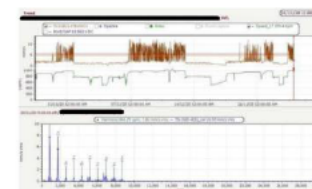
マシンの全ロールにセンサー575点を設置して監視



センサー



クラウド



振動データ

24時間遠隔監視、異常の早期発見

④振動監視システム

センサー設置により故障を回避、早期発見で予防保全がより効率的に

□効果（故障停止回数）

導入前 2019年度 2回/年（20時間）

導入後 2020年度以降 **0回**



トラブル停止を回避

➤ ベアリング破損早期発見



内輪転動面に
フレーキング有



内輪,コロに
フレーキング有

生産待機中のボイラ、用排水設備等の電力、蒸気エネルギーの削減に繋げた

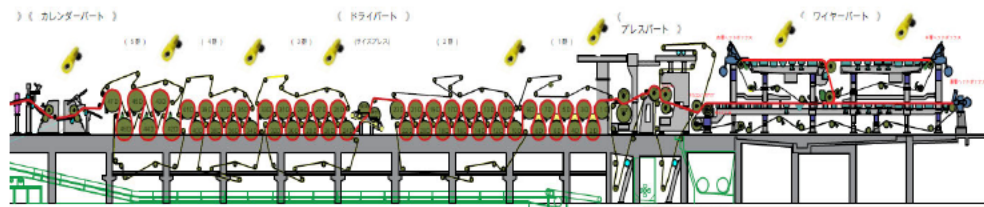
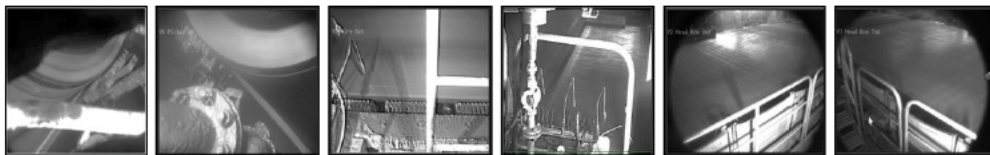
金津工場規模の導入は国内初
(製造マシン1台で全575カ所)

原油換算 **18kL/年**の削減！

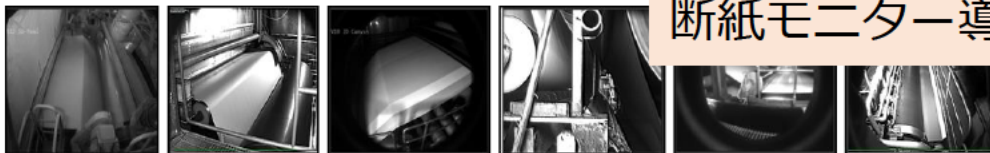
⑤断紙モニタリングシステム

「どこで」「どのように」紙が切れたのかを確認できるシステム

24時間連続運転で板紙を生産しているため、紙が切れるとかなりの損紙が発生しロスとなり、復旧に労力と時間を要する



2020年8月
断紙モニター導入



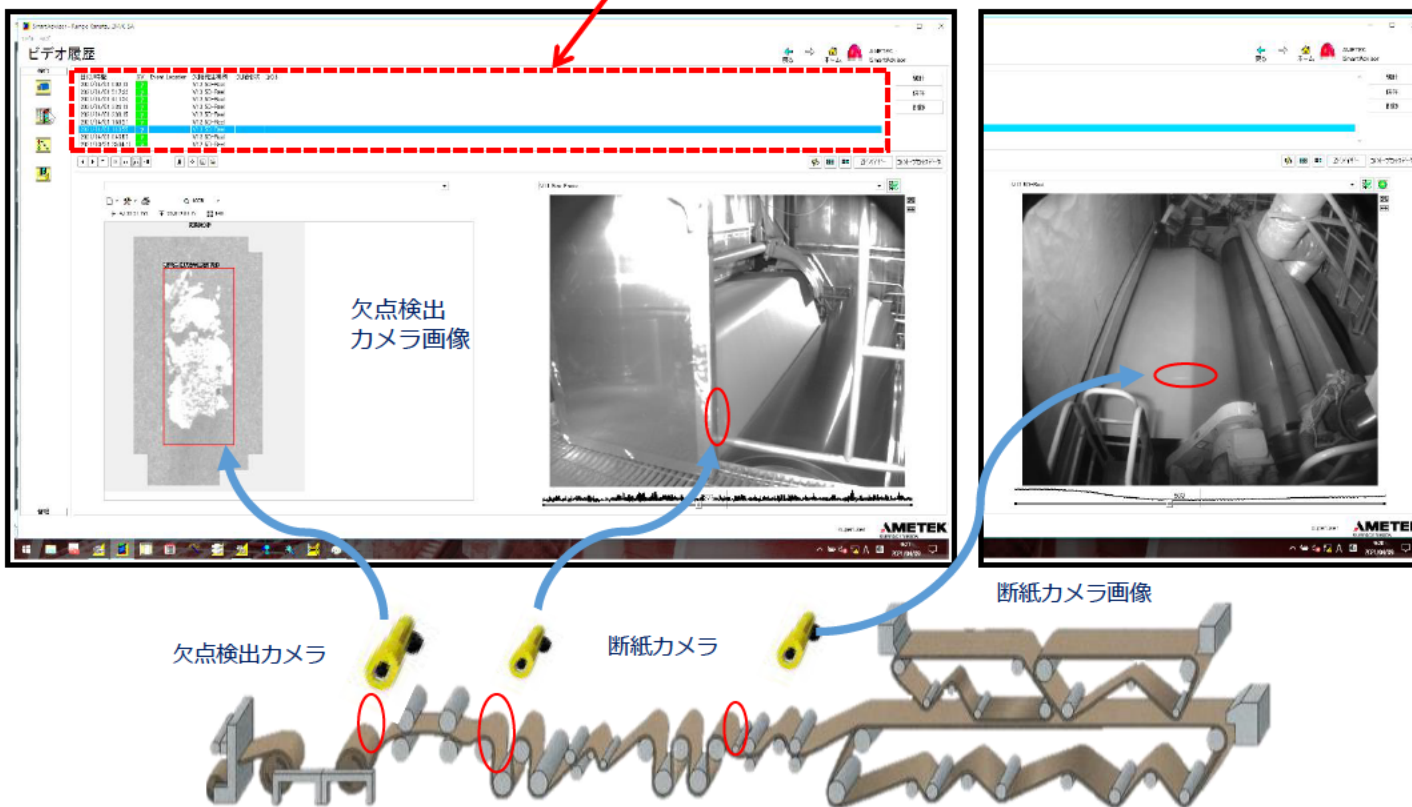
原因不明 = **改善機会**がある！

改善効果	紙切れ回数		
	原因特定	原因不明	合計
20年上期	12	20	32
20年下期	16	6	22
21年上期	7	6	13
22年下期	7	0	7

原因不明の紙切れ **0回** を達成！

⑤断紙モニタリングシステム 欠点検出システムとのシステム連携

連携対象の欠点が発生すると、自動でビデオが生成される。各カメラ位置の紙パス距離と欠点検出位置から逆算してカメラ映像が同期されるため、容易に後追いが可能。



紙切れの様子だけでなく、**欠点（異物）発生個所も特定！**

⑤断紙モニタリングシステム

欠点検出システムとのシステム連携

【効果】

・紙切れ回数

導入前 2019年度 **54** 回/年

導入後 2022年度 **16** 回/年

紙切れ1回の生産ロス・・・2時間



○紙切れ回数と損紙（ロス）の削減となり、
待機電力、蒸気エネルギーの削減に繋がった

原油換算 **256kL/年**の削減！

⑥ 銘柄変更制御最適化

銘柄変更は、

一人のオペレータが複数の変数を手動操作する

完了するまでの時間は経験値や熟練度に大きく左右される

水分率

抄速

紙厚

坪量

色も

銘柄Aから銘柄Bに紙替する

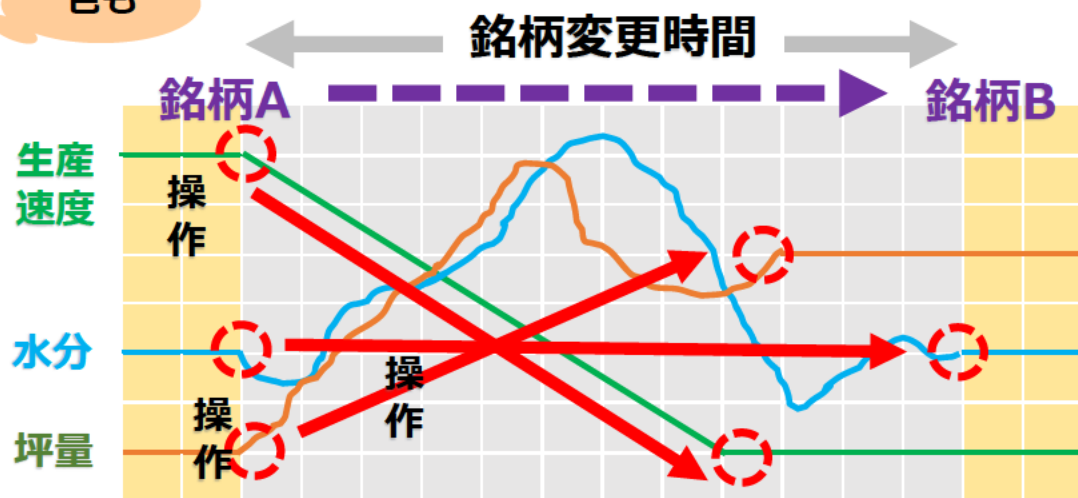
紙切れしないように

水分は一定に保たないと、
 ・蒸気量を少し上げ勝手に、
 ・原料流量も徐々に上げて、
 ・次に抄速は下げて、、、
 紙替に時間掛かると
 生産減になってしまう (汗)

※銘柄変更とは・・・

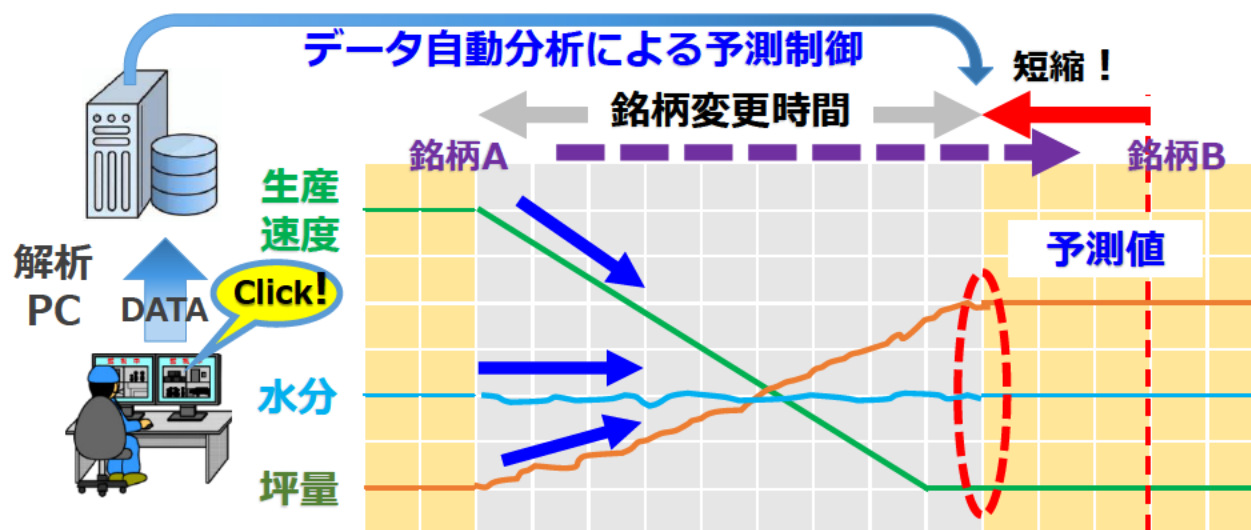
原料流量や乾燥蒸気量を調節して、

**紙が繋がったままマシンを
停止せずに紙の銘柄を変えること**



⑥ 銘柄変更制御最適化

- ① オペレータ操作データを解析
- ② 解析データから最適な推奨値を予測し自動化



・ 銘柄変更生産口入時間

導入前2019年度 189回 4437分 (23.5分/回)

導入後2022年度 172回 2197分 (12.8分/回)

→ **10.7分/回**の時間短縮

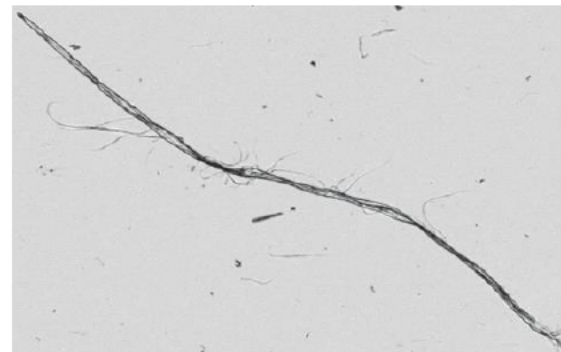
板紙業界では初の取組み！

原油換算 **186kL/年**の削減！

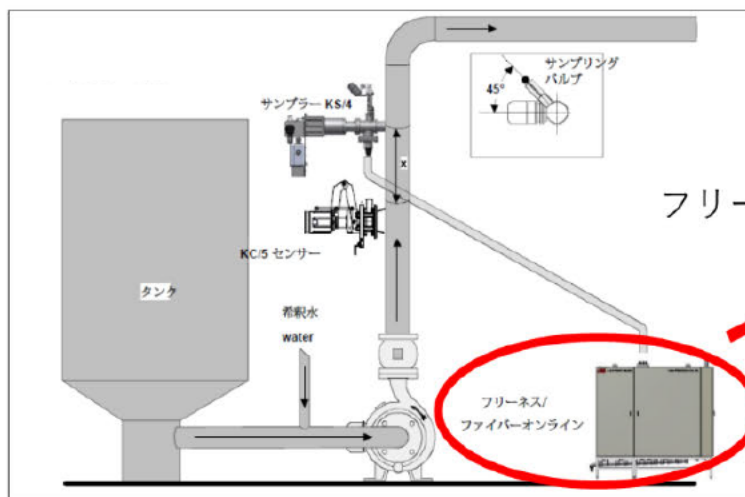
⑦ オンラインフリーネス測定器導入

{フリーネス}

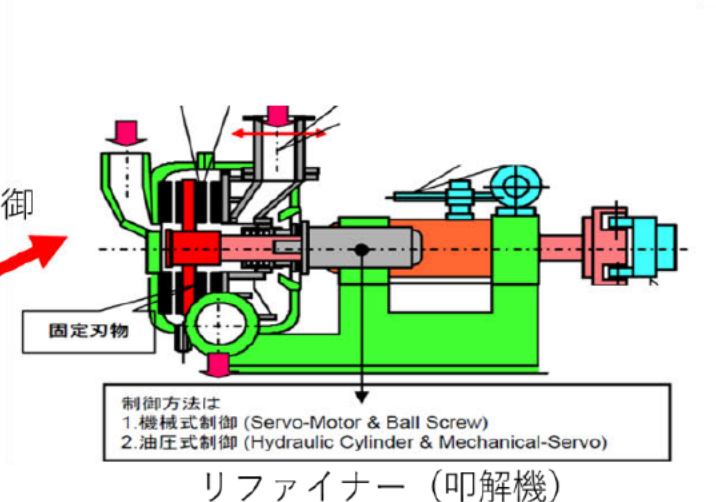
原料叩解(こうかい)度、またはろ水度と呼ばれる
パルプの流動性や濾水性、紙の物理的性質に影響を与える指標
繊維を細かくするほど電力が必要



繊維画像



フリーネス制御

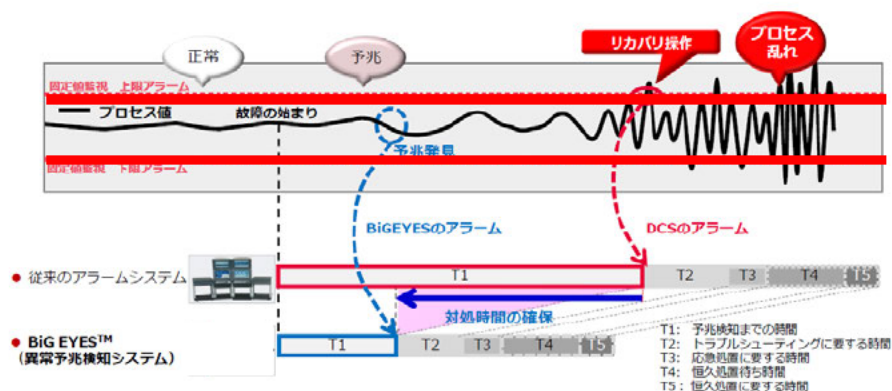


リファイナー (叩解機)

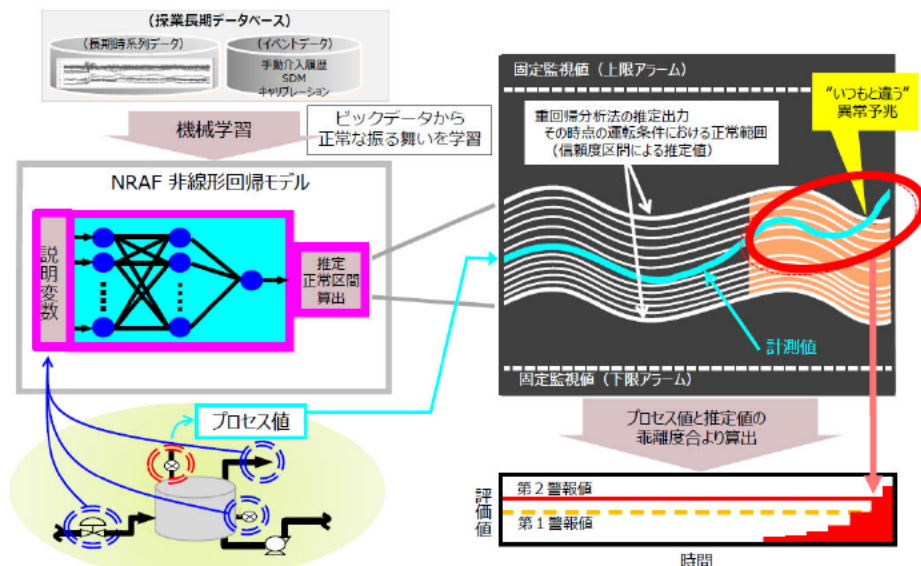
原油換算 **433kL/年**の削減!

⑧異常予兆検知システム（ボイラー）

データ収集基盤として構築したシステムを活用、機械学習を用いた異常予兆検知が可能、生産停止につながる事故を未然に防ぐ



● NRAF（非線形重回帰分析）



ボイラー設備で複数の異常予測モデルを実装

・ボイラートラブル停止回数

導入前 2019年度 1回 (10時間)

導入後 2020年度以降 0回



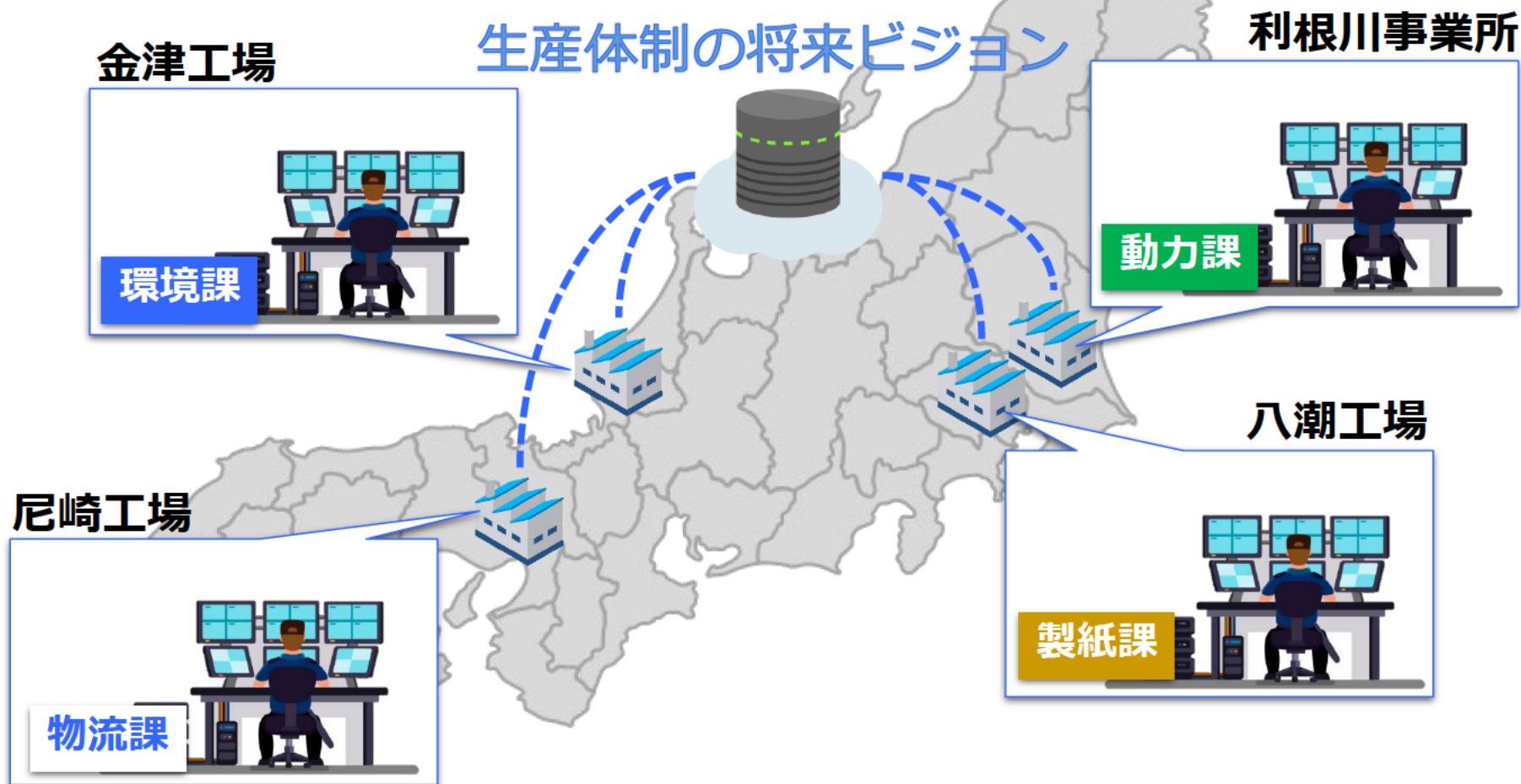
トラブル停止による

無駄な電力、蒸気エネルギーの削減に繋がった

原油換算 **9kL/年**の削減！

D X 推進まとめ及び今後の展開

生産体制の将来ビジョン



データ連携で「操業最適化」→「省エネ」を進めていく計画

(3) 拠点倉庫開設

課題：
小規模倉庫が点在
社内の拠点間輸送が発生
生産体制見直しで効率改善の課題

デジタル技術を活用した
大型の拠点倉庫へ集約

金津工場は
「ライナ」中心の生産

A倉庫

B倉庫

金津工場
福井県あわら市

点在する原紙の一時保管倉庫

C倉庫

ユーザーは、
「ライナ」と「中しん」
両方欲しい

淀川流通センター
大阪市福島区

大型拠点へと集約

自社の「ライナ」「中しん」を
集めて、一緒に輸送できる

トラック燃料（軽油）

3,089リットル/年の削減！

原油換算削減量（2022年度と2018年度を比較）

	取組み内容	原油換算 削減量
(1)	①ドライヤパート乾燥効率アップによる生産性向上	104kL/年
	②製品の品質改善による生産性向上	90kL/年
	③ドライヤパート乾燥能力強化及び省蒸気による生産性向上及び省エネ	495kL/年
(2)	④振動監視システムの導入	18kL/年
	⑤断紙モニタリングシステムの導入	256kL/年
	⑥銘柄変更制御最適化の導入	186kL/年
	⑦オンラインフリーネス測定器の導入	433kL/年
	⑧異常予兆検知システムの導入	9kL/年
	生産性向上とロス率低減による削減効果	5,359kL/年
	合計	6,950kL/年
(3)	拠点倉庫開設によるトラック待機時間削減	3,089リットル/年

まとめ

これまでの取組みにより

- ・ マシン最高スピードは1000m/分を超え、
- ・ 最高生産量は1,000t/日以上を達成

→生産量は、国内板紙生産マシンでもTOP10に入る実力

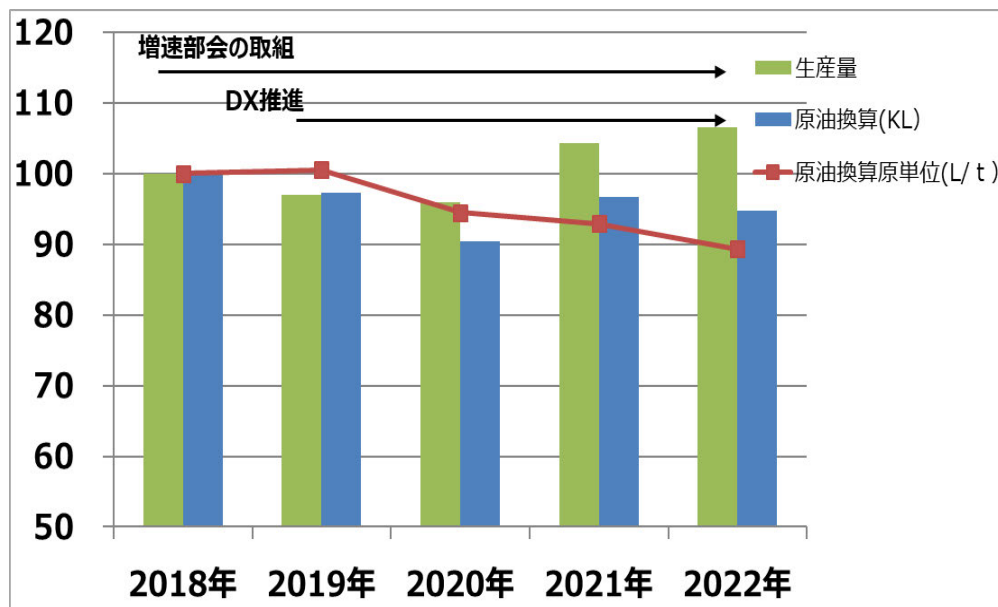
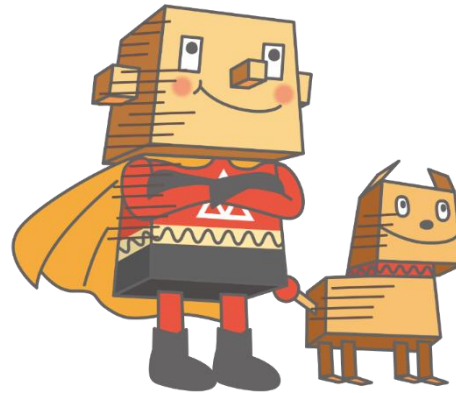


図. 金津工場エネルギーの推移グラフ（2018年度を100とした指数表記）

- ・ 工場全体のエネルギー原単位の削減（2018年度比）は、

原油換算 **6,950kL/年** 削減率 全体の**10.7%**

**レンゴー(株) 金津工場はこれからも省エネ化を目指して、
飽くなき挑戦を続けて参ります**



ご清聴ありがとうございました