

# 小規模ガス化CHPに適した 移動式中型チツパの開発

2026年3月18日(水)

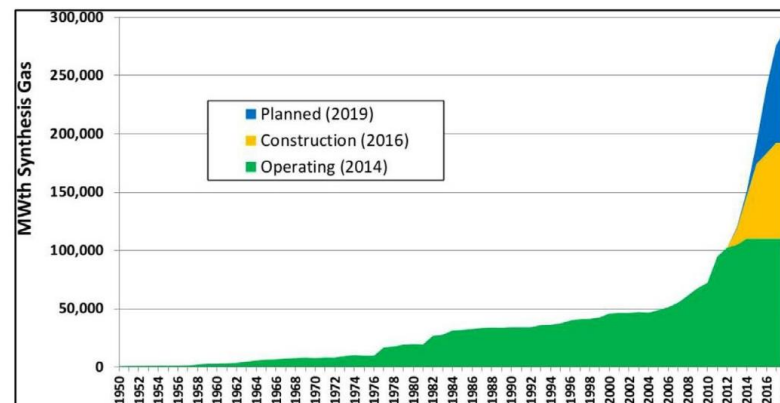
国立大学法人東京大学

# 背景と目的

- 小規模なバイオマス熱利用やガス化熱電併給（CHP）が増加
- 熱利用に向けた移動式の中型チップが林野庁補助で開発済（2018/ラブ・フォレスト）
- 開発した中型チップによるチップ化試験・研究を継続（ラブ・フォレスト/農工大/東亜）
- 現在、FITや非FIT（脱炭素先行地域等）のガス化CHPが増加
- 熱利用とガス化CHPではチップ品質への要求が違う（チップのサイズ、ダストの量等）ため、ガス化発電の安定的な稼働のためには、施設側に振るい機などの特別な装置が不可欠となるため設備投資が必要である他、チップ生産の歩留りが悪く（オーバーサイズ、アンダーサイズは使えない為）、ふるい後の木質資源を処理する必要が生まれている
- また、近年では広葉樹の利用を想定するケースも出てきており、広葉樹への対応も考える必要がある（広葉樹は針葉樹よりも硬く、刃物の摩耗が2倍）
- 既存のチップは、ボイラ利用を想定した設計であるため、ガス化CHP需要に対しては、新たにロータや刃物、スクリーンを開発する必要がある
- ダストの量を減らしつつ、チップを作る際のエネルギー消費量を減らすことで、ガス化CHP事業者側の追加的な投資を抑えつつ、チップ生産における歩留りやエネルギー収支を向上させることができる
- 開発の目標はガス化CHPにおけるチップの品質要求を満たす（ダストの量を減らす）こと、刃物のクリアランスを調整しやすいドラム形状、刃物の耐久性の向上、切削エネルギーの削減である

# 国内外の状況

- 世界中でガス化CHPの導入が進みつつある
- 2018年時点で導入されたガス化技術の設備容量は200GW（合成ガスの熱量ベース）に達しており、今後の計画を入れると級数的に導入が進んでいる
- 特に小型のガス化CHPは多くの企業が開発と販売に関わっており、小規模分散型のエネルギー設備として、世界的に増加している
- これらの小型ガス化CHPで用いられる燃料は木質チップと木質ペレットの二つに大別される
- ガス化を効率的に行うためには、ダストが少なく、水分の低い燃料が求められるため、木質ペレットが有利である反面、ペレットはチップよりも燃料単価が高い事が経済的な制約になる
- 一方、木質チップは加工レベルが低いことから燃料単価が安い反面、規格化が難しく、形状、ダスト、水分を規定値に納めないとガス化装置が安定的に稼働しない
- チップ形状とダスト量に対しては、チップの機械的な設計が重要である
- 従来のチップは、主に熱ボイラを対象として開発された為、小型ガス化CHPに特化したチップの仕様が必要となっている



Graph 1: Cumulative worldwide capacity of gasification technique © Hrbek, 2020.

出所) Categorization of European gasification technologies, Digital global Biogas Cooperation, 2021

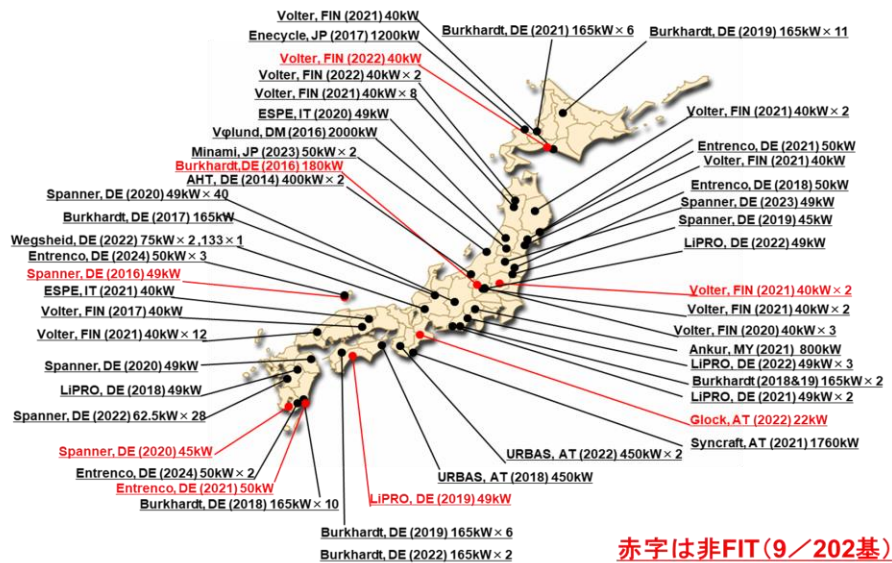
国名	ガス化CHPの導入数	備考
オーストリア	140	2021年時点
イタリア	267	2019年時点
日本	201	うちペレットは54

出所1) Gasification developments in Europe and the USA, IEA Bioenergy Task 33, 2021

出所2) PEO技術士事務所資料

# 日本国内の状況

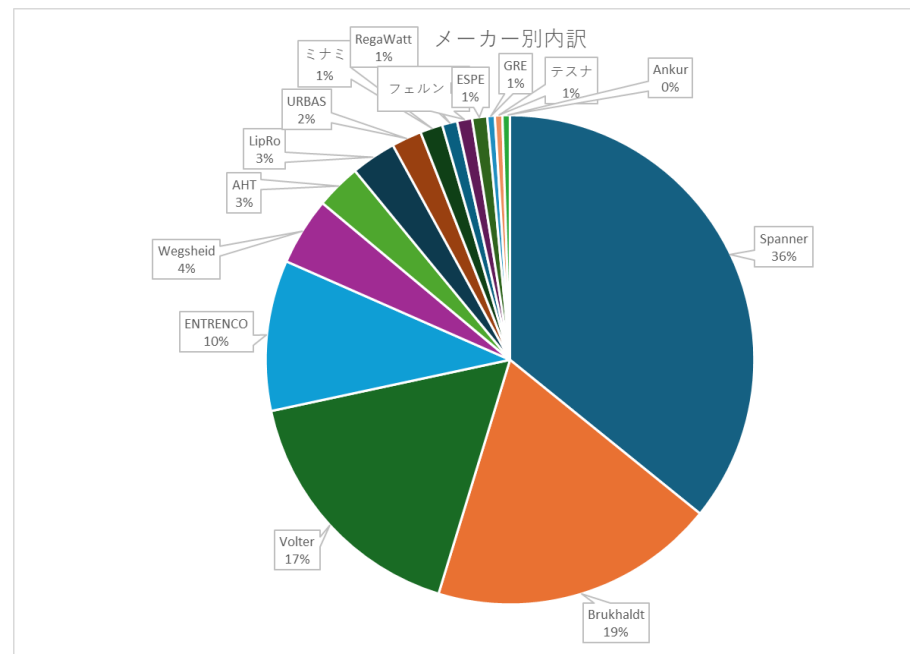
- 2024年10月現在、FIT認定されているだけで国内に201機のガス化CHPが確認されている
- 2025年も相当数が導入予定である他、非FITでの導入も多い（上記の数字に入っていない）
- 国内で販売されている15社17機種のうち14社14機種がチップを燃料としている



2024年9月現在

赤字は非FIT (9 / 202基)

合計27,154kW

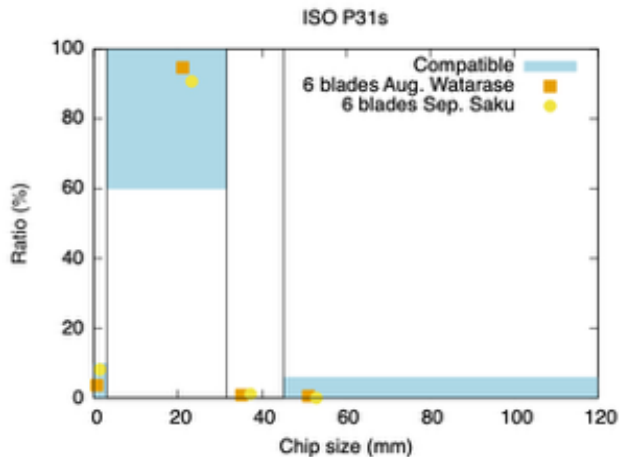


出所) PEO技術士事務所資料

出所) PEO技術士事務所資料

# ガス化用チップの基準

- 日本国内に62台のユニットが導入されているフィンランドのV社製ガス化CHPにおいては、ISO17225規格におけるP31のチップが推奨されている（最大でもP61以下）



(トウヒ) 杉 スプルース 白樺 松 ヒノキ

竹

切削チップ

破碎チップ

ペレット

竹などは使用しないで下さい。

切削チップを使用します。

63mm以下を使用します。

15%以下を使用します。

チップサイズ (%)	チップサイズ (mm)
>90%	8~50mm
>80%	8~30mm
≤10%	3.15~8mm
≤1%	50~63mm

含水率15% 約320t

含水率50% 約520t

- かさ密度 0.10~0.20 t/m<sup>3</sup>…湿基準
- 温度 常温
- 異物等 金属片、石、プラスチック等の異物は含まないものとします。  
おがくずが多量に混入（フレコンバック混入基準 1/3）やピンチップ、破碎チップはご使用いただけません。
- ISO 規格 P31（下図ご参照）

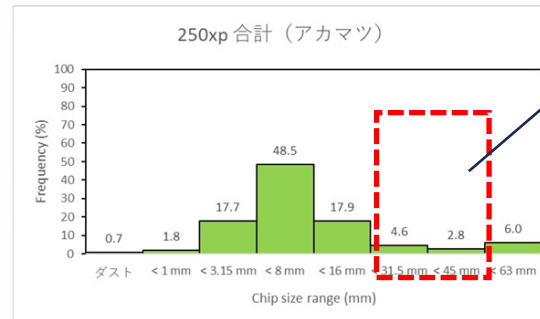
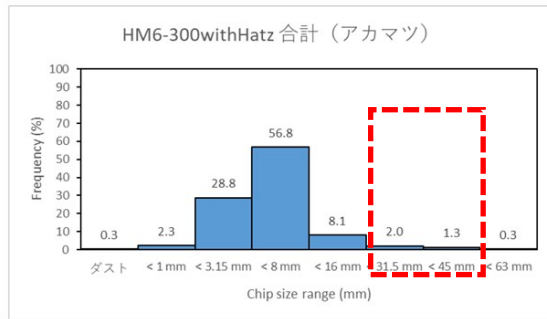
## Assignment of the fuel transport systems in compliance with EN ISO 17225-1:

- To wood chips
- Coarse shredded wood
- Smaller transport systems or crusher screws can be used for briquettes or fragile fuels.

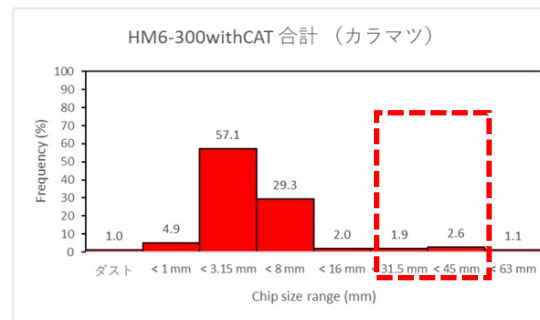
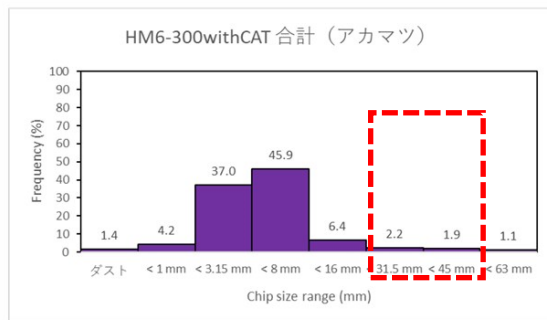
Definition	Main fraction 60 m-% [mm]	Coarse fraction 6-10 m-% [mm]	Maximum length [mm]
P 16S	≤ 16	> 31.5	≤ 45
P 16	≤ 16	> 31.5	≤ 150
P 31S	≤ 31.5	> 45	≤ 150
P 31	≤ 31.5	> 45	≤ 200
P 45S	≤ 45	> 63	≤ 200
P 45	≤ 45	> 63	≤ 350
P 63	≤ 63	> 100	≤ 350
P 100	≤ 100	> 150	≤ 350

# これまでの実験と結果

- 2018年の移動式チップの開発以降、ラブ・フォレストと農工大とで、切削試験を継続的に実施している
- Heizohack HM6-300（アカマツ、カラマツ）とBandit 250XP（アカマツ）の試験結果は次の通り
- ボイラ用の切削チップはガス化CHP用としては外形サイズが小さすぎ、ダストも多いことがわかる



小型ガス化CHP用のチップ燃料としてはこの辺りのサイズが欲しい



# ドイツでの先行的な取り組み

機種名	Heizhack HM8-400 Green Series
刃物数	従来：8枚刃→ガス化用：4枚刃
丸太直径	最大40cm
生産性	10トン/時 (30m <sup>3</sup> /時)
特徴	・ガス化用に新型のロータと刃物を開発
備考	・HM6-300は対象外



チップの外觀



従来のドラムと刃 (8枚)



新型のドラムと刃 (4枚)

# 開発の対象

機種名	Heizohack HM6-300
刃物数	6枚刃
丸太直径	最大30cm
生産性	3トン/時 (10m <sup>3</sup> /時)
特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 中型トラック (4トン車) で移動することができる</li><li>・ 小規模分散型の利用に最適</li></ul>
備考	<ul style="list-style-type: none"><li>・ 平成30年度「地域内エコシステム」技術開発・実証事業で開発</li><li>・ 令和6年に東京農工大学に新車を納品 (群馬の演習林で保管)</li></ul>



チップの外觀



脱着して利用

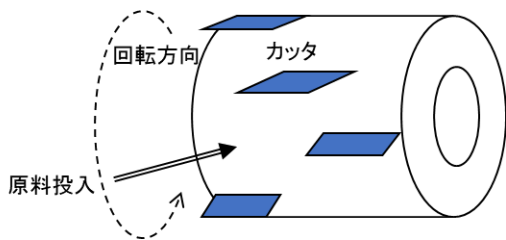


ドラムの内部

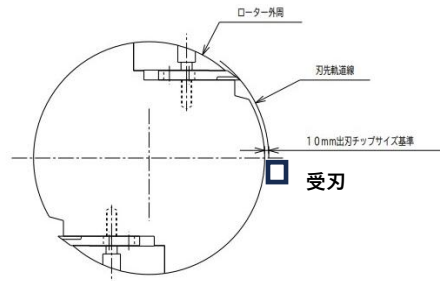
# ロータと刃物の関係

- ドラム式の切削チップにはロータが備わっており、ロータに取り付けられた刃物（切刃）で丸太を切削する
- チップの品質は、切刃と受刃とのクリアランス、切刃と切刃のクリアランス、フルイの網のサイズ、フルイの構造、ロータの回転数、丸太の送り込み速度で規定される
- ガス化発電では、チップのサイズが均一（P31程度）で、ダストが少ないものが求められる
- 切刃と受刃のクリアランスを一定に保つための調整がしやすく、切刃と切刃の隙間が小さなロータが必要となる

ロータの構造



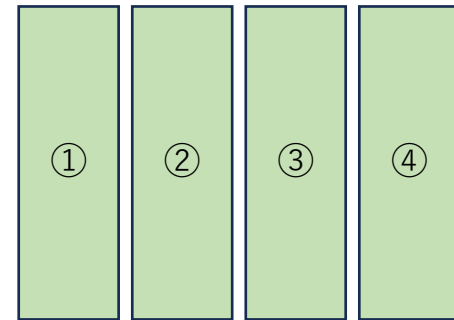
ロータの断面図



出所) 東亜技研工業資料に加筆

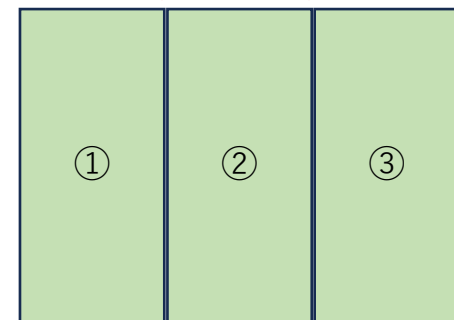
ロータ正面からの軌道

刃と刃の間隙がある



従来の4枚刃による切削面

刃と刃の間隙が小さい



新しい3枚刃による切削面

# 実施内容

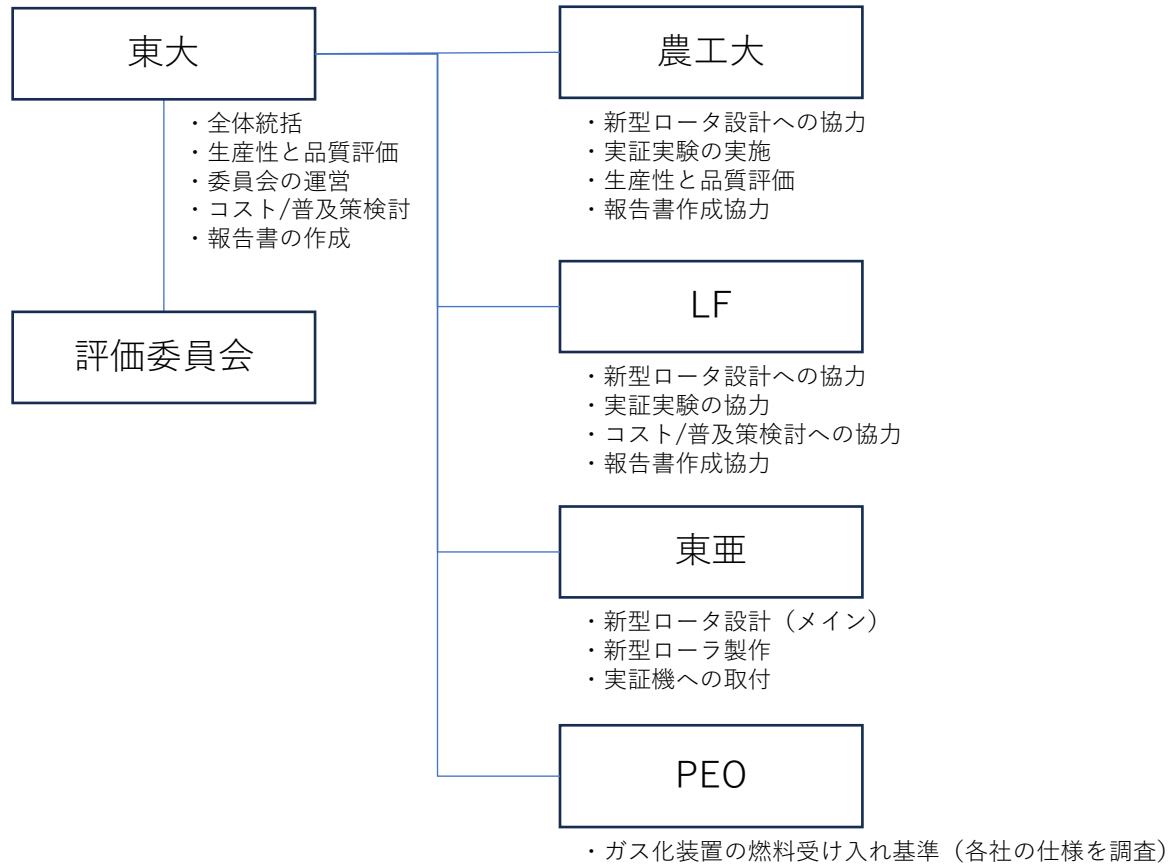
実施項目	実施主体	実施内容
小型ガス化CHPの燃料品質調査	PEO	日本で販売されている小型ガス化CHPにおける木質チップ燃料の品質要求基準を調査
現状のチップの性能調査	農工大/LF	農工大で所有しているチップ（HM6-300VM）を用いて、現状のチップ品質と能力を分析
新型ロータや刃物、フルイの設計	東大/農工大/東亜/LF	小型ガス化CHPの燃料品質基準に適合する新型のロータ、刃物（切刃）、フルイの設計
新型ロータや刃物、フルイの製作	東亜	設計に基づく製作
新型ロータの取付	農工大/東亜	農工大の移動式中型チップ（HM6-300VM）に新型ロータを取付
チップ化試験の実施	東大/農工大/東亜/LF	大学の演習林等を活用しつつ、新型ロータによるチップ化試験を実施
チップの品質試験	LF	チップ化試験により得られたチップの品質試験を実施
コストと普及策の検討	東大/農工大/東亜/LF/PEO	新型ロータ、刃物、スクリーンの製作コストを試算、普及策について検討
委員会の運営	東大	内部委員会の運営と支援委員会の対応、議事録作成
報告書の作成	東大/LF	実施した内容を報告書としてとりまとめ

# 評価委員会

氏名（敬称略）	所属	専門（役割）
鮫島 正浩	東京大学名誉教授	木材化学・バイオマス
高橋 伸英	信州大学繊維学部	化学工学
藤本 清彦	静岡県立農林専門職大学生産環境経営学部	木材加工
吉岡 拓如	東京大学農学部	林業工学（申請者）
岩岡 正博	東京農工大学農学部	林業工学（委託先）
小島 健一郎	ラブ・フォレスト	メーカー（委託先）
三木 茂	東亜技研工業	メーカー（委託先）
笹内 謙一	PEO技術士事務所	コンサル（委託先）

- ・ 委員会は3回開催を予定
- ・ 開催方式はリアルとウェブのハイブリッド

# 実施体制



# 現地調査の実施(1)

日時: 2025年8月12日(月)~13日(火)

場所: わたらせ森林組合小径木加工センター敷地内

- ・粉砕試験: アカマツ30本(10本×3セット)の粉砕試験
- ・ドラムは6枚刃, ふるいの目は30 mm×45 mm
- ・フィードローラの送り速度を速・遅の2段階で予備試験を行い, 本試験では「速」に設定
- ・測定項目: 作業時間(ビデオ撮影), 燃料消費量(満タン法, 流量計), 粉砕チップの重量測定(かさ密度の算出), チップのサンプル採取(3サンプル採取×3セット)  
→乾燥させて全乾質量の測定, チップ含水率の算出  
→ふるい振とう機により粒度分布の測定



# 現地調査の実施(2)

日時: 2025年9月19日(金)~21日(日)

場所: 佐久森林組合敷地内

- ・粉砕試験: アカマツ60本(20本×3セット)の粉砕試験
  - 6-300VM(ドラム6枚刃, ふるい50/50羽根付)×20本
  - 6-300PTO(ドラム3枚刃, ふるい35/40羽根なし)×20本
  - 6-300PTO(ドラム3枚刃, ふるい50/50羽根付)×20本
- ・フィードローラに回転計を設置
- ・測定項目: 作業時間(ビデオ撮影), 燃料消費量(満タン法, 流量計), 粉砕チップの重量測定(かさ密度の算出), チップのサンプル採取(3サンプル採取×3セット)
  - 乾燥させて全乾質量の測定, チップ含水率の算出
  - ふるい振とう機により粒度分布の測定



# 現地調査の実施(3)

日時: 2026年1月30日(金)

場所: 佐久森林組合敷地内

- ・粉砕試験: アカマツ10本の粉砕試験  
→6-300PTO(ドラム3枚刃, ふるい50/50羽根付)
- ・測定項目: 作業時間(ビデオ撮影), 燃料消費量(トラクタ表示より取得), 粉砕チップの重量測定(かさ密度の算出), チップのサンプル採取(3サンプル採取×3セット)  
→乾燥させて全乾質量の測定, チップ含水率の算出  
→ふるい振とう機により粒度分布の測定



# 評価委員会の実施

## 第1回

日時: 2025年6月13日(金) 15:00~17:00

場所: 東京大学農学部

## 第2回

日時: 2025年9月20日(土) 15:00~17:00

場所: 佐久森林組合

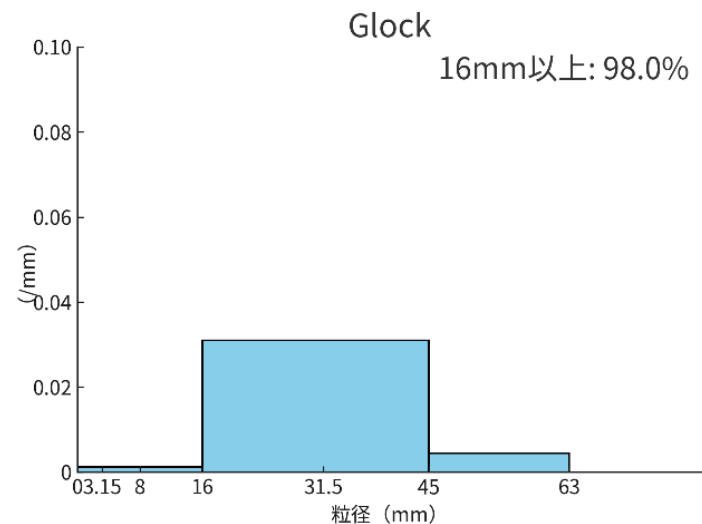
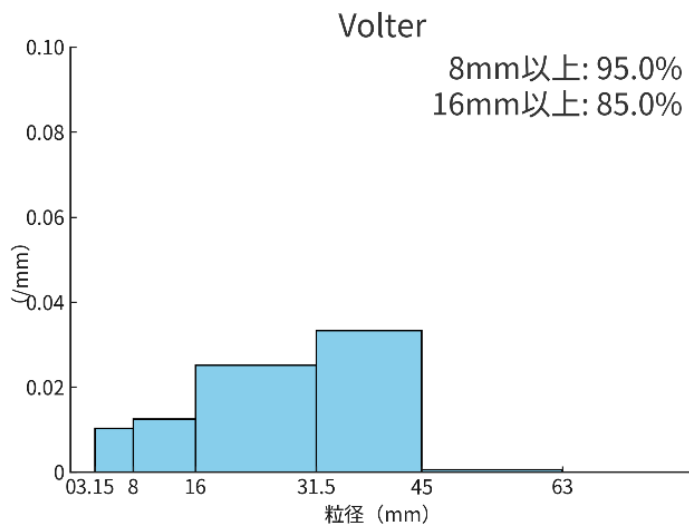
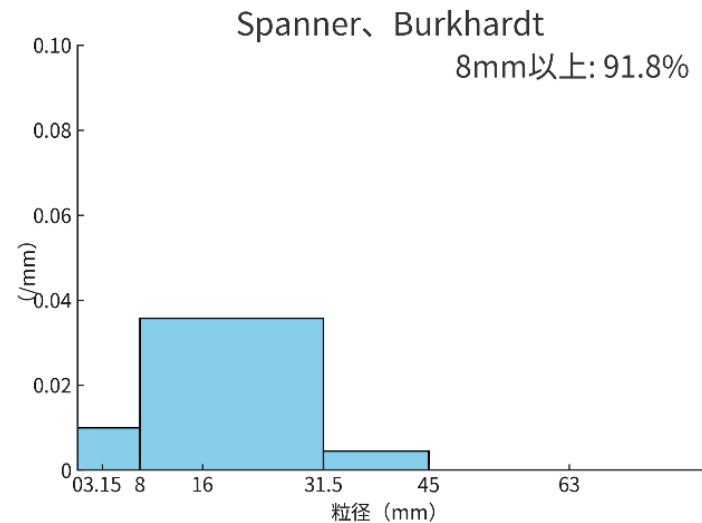
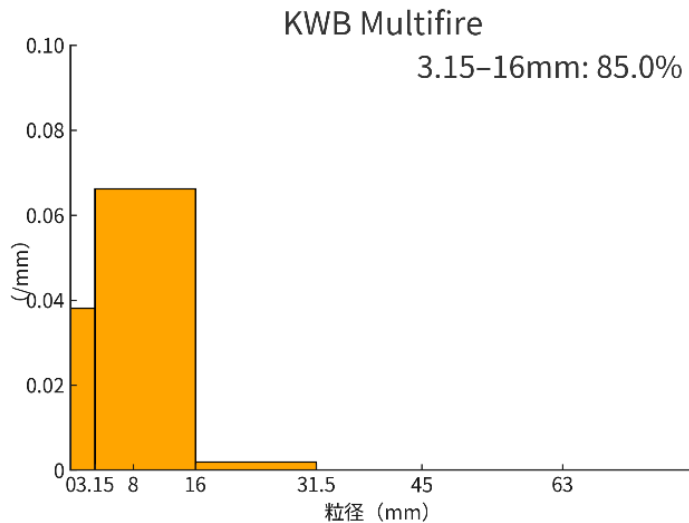
## 第3回

日時: 2026年3月6日(金) 15:00~17:00

場所: 佐久森林組合

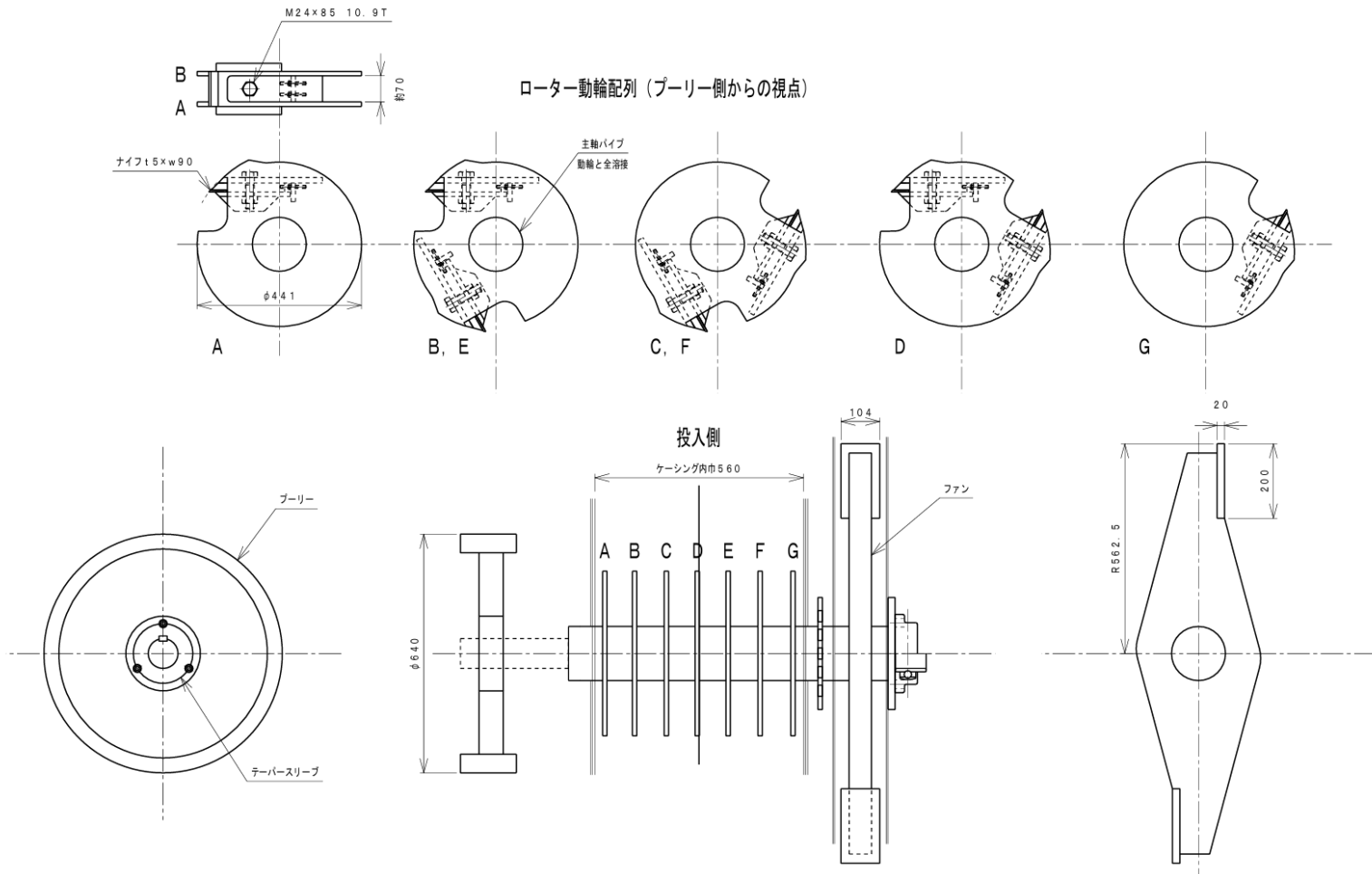


# 目標とするチップの粒径分布

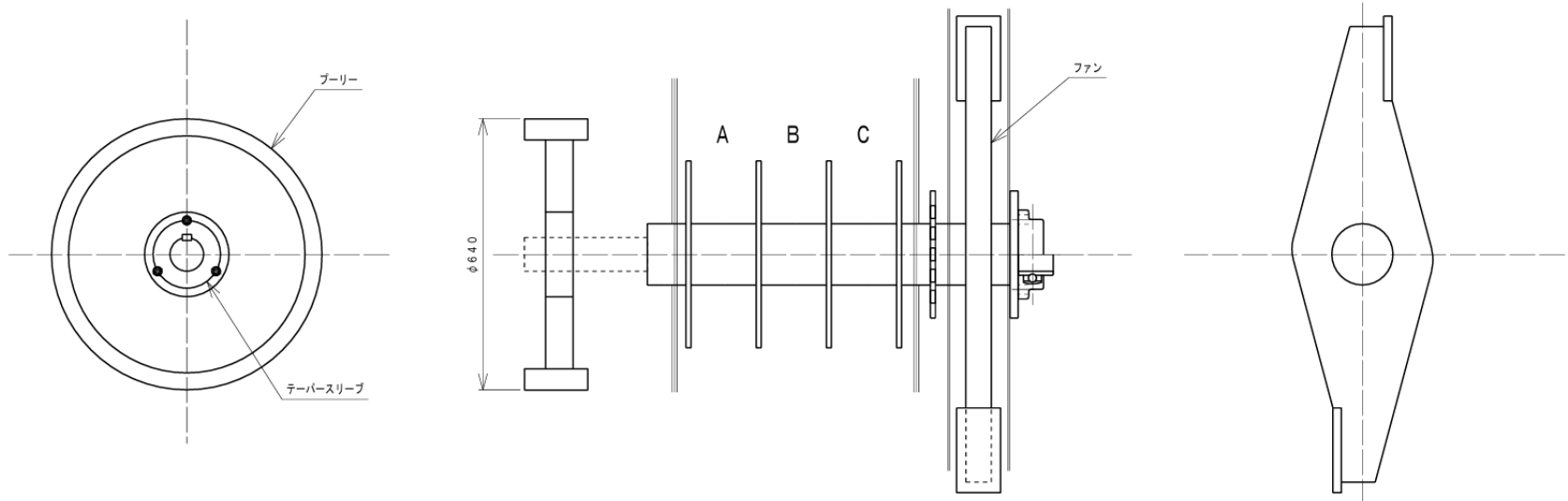
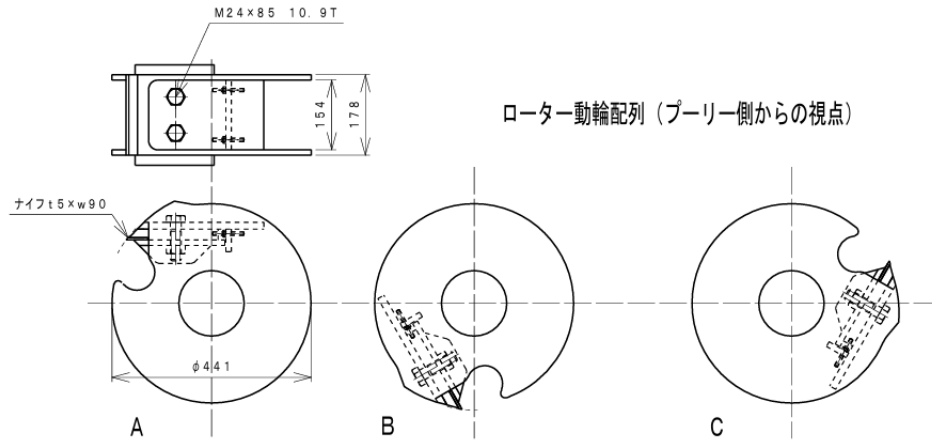


# 開発のコンセプト

- ロータの刃数を6枚から3枚に変更
- 刃物と刃物の軌跡の重複が少なくなることで、ダストの量が減る



# 開発のコンセプト



# 供試丸太の寸法（その1）

## ・ 第1回

	末口短径 (cm)	元口短径 (cm)	材長 (cm)	質量 (kg)	材積 (m <sup>3</sup> )	比重
最大	27	28	212	103.4	0.128	0.852
最小	19	19	205	42.4	0.063	0.620
平均	22.8	23.8	209.2	68.0	0.096	0.711
標準偏差	1.97	2.22	1.77	12.29	0.016	0.060

## ・ 第2回

	末口短径 (cm)	元口短径 (cm)	材長 (cm)	質量 (kg)	材積 (m <sup>3</sup> )	比重
最大	25	28	211	106.75	0.113	1.082
最小	20	20	198	61.7	0.069	0.744
平均	22.1	23.7	204.1	85	0.09	0.949
標準偏差	1.52	1.98	3.39	12.34	0.01	0.086



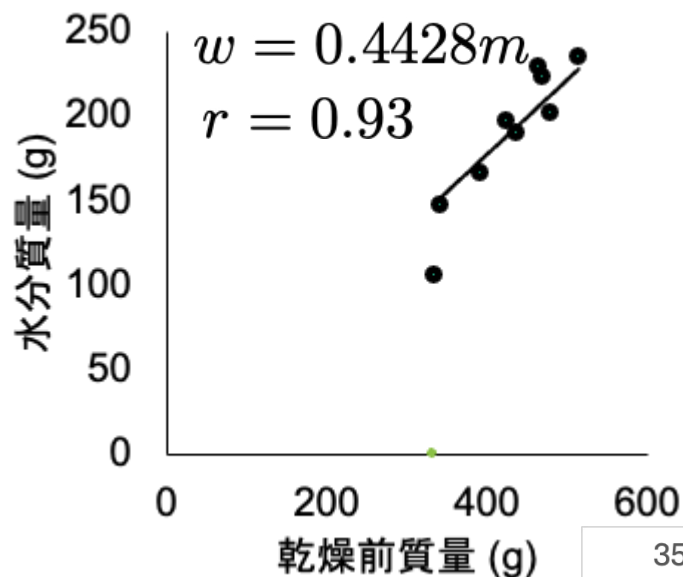
# 供試丸太の寸法 (その2)

- 第3回

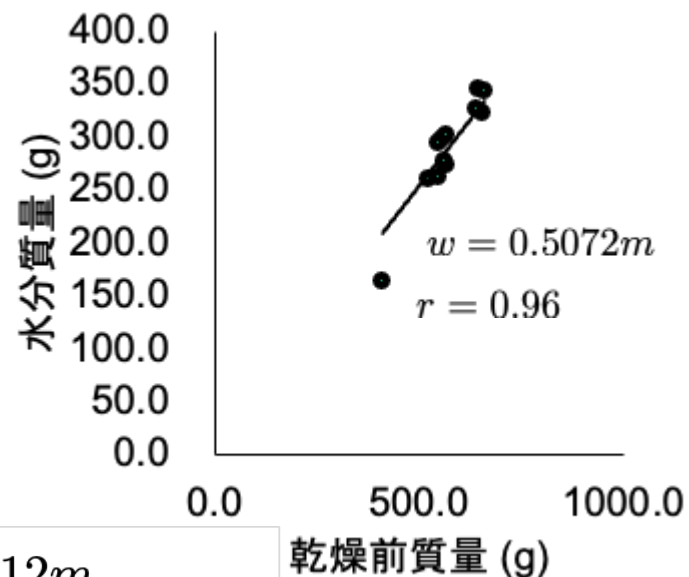
	末口短径 (cm)	元口短径 (cm)	材長 (cm)	質量 (kg)	材積 (m <sup>3</sup> )	比重
最大	26	27	204	98.7	0.120	1.062
最小	18	19	200	49.75	0.056	0.736
平均	21.6	23.3	201.9	75.8	0.083	0.909
標準偏差	2.10	2.26	2.25	2.63	1.30	16.67



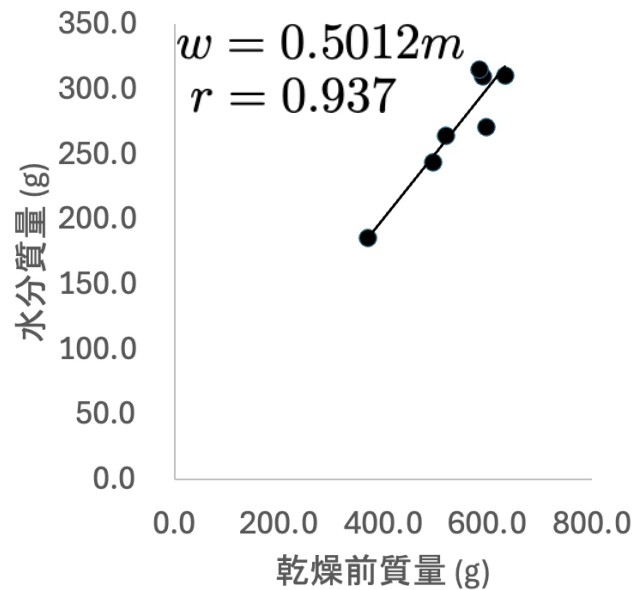
# チップの含水率



第1回



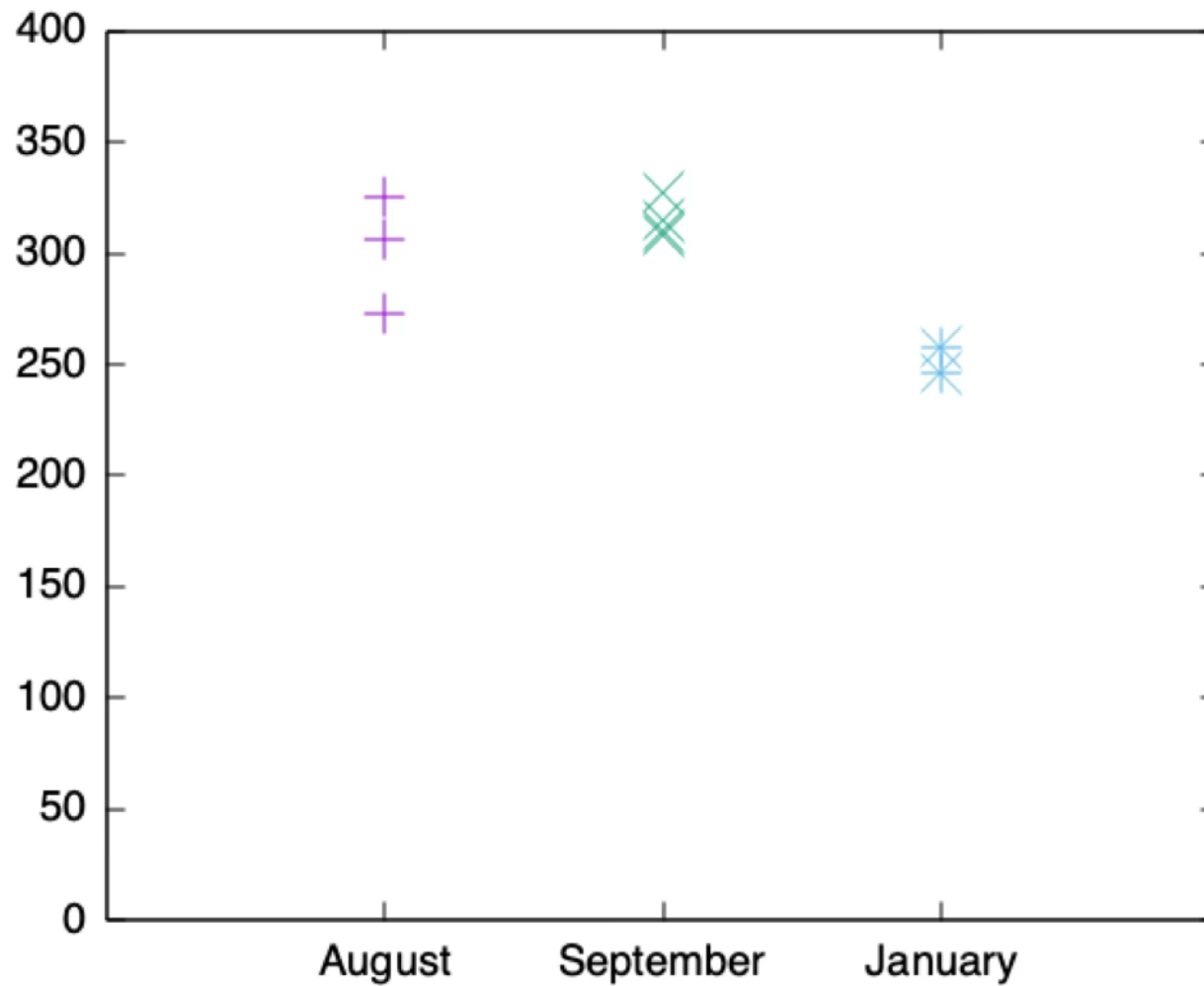
第2回



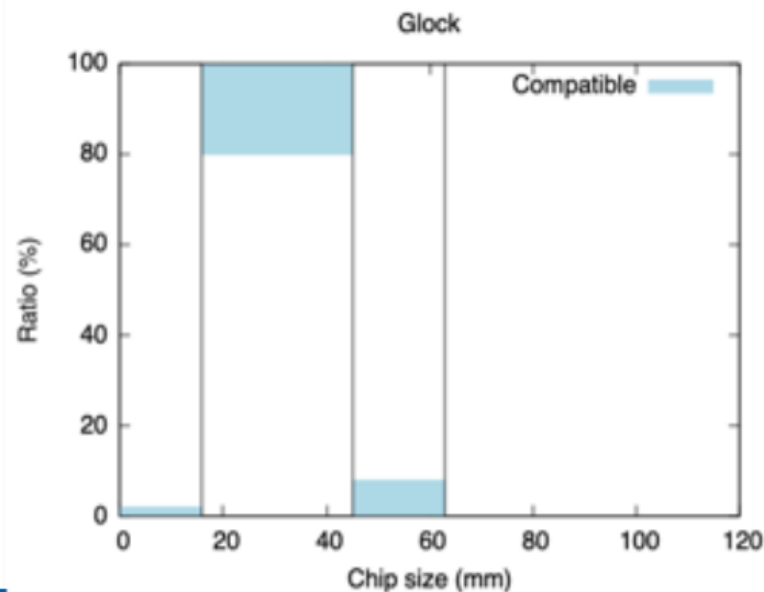
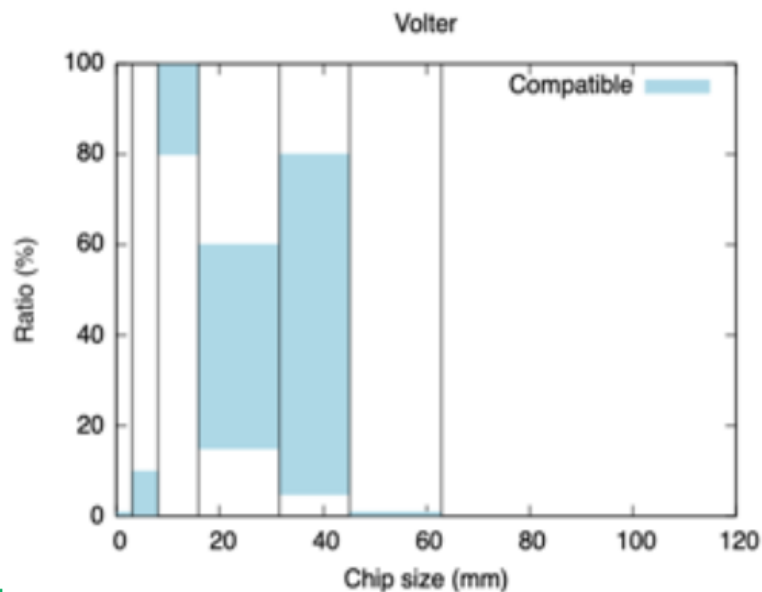
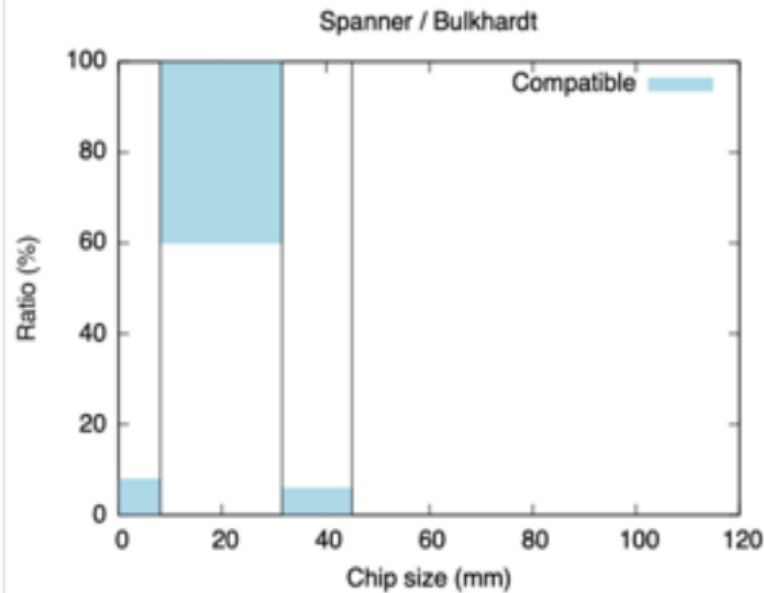
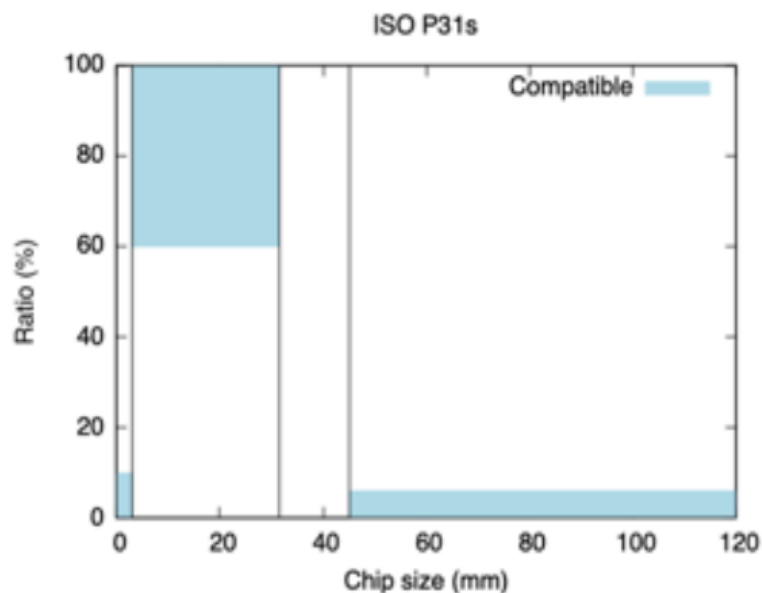
第3回



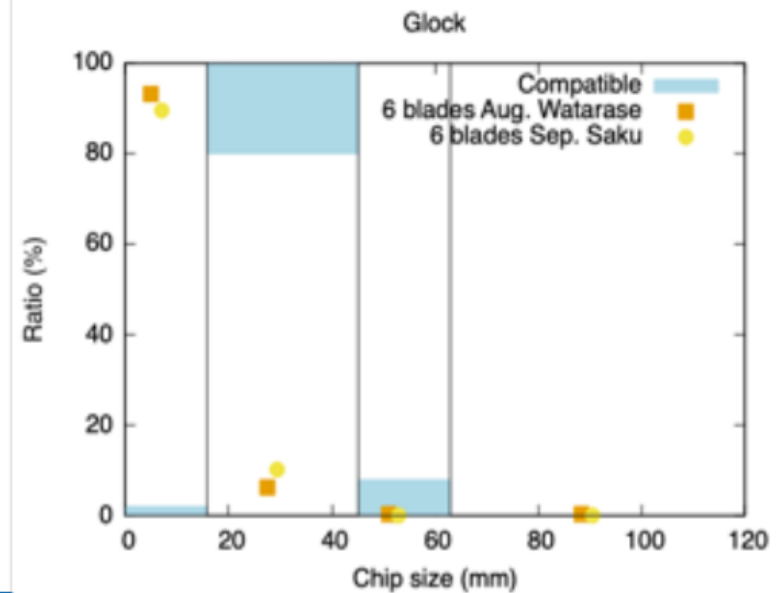
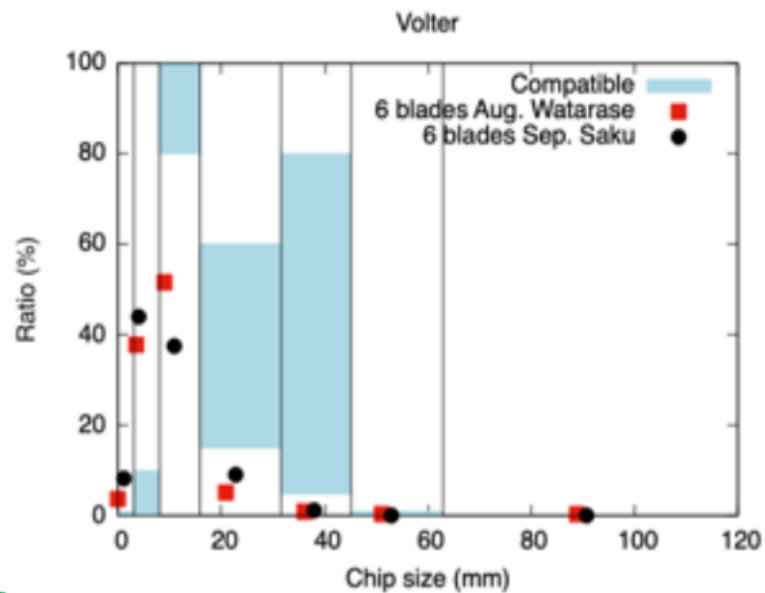
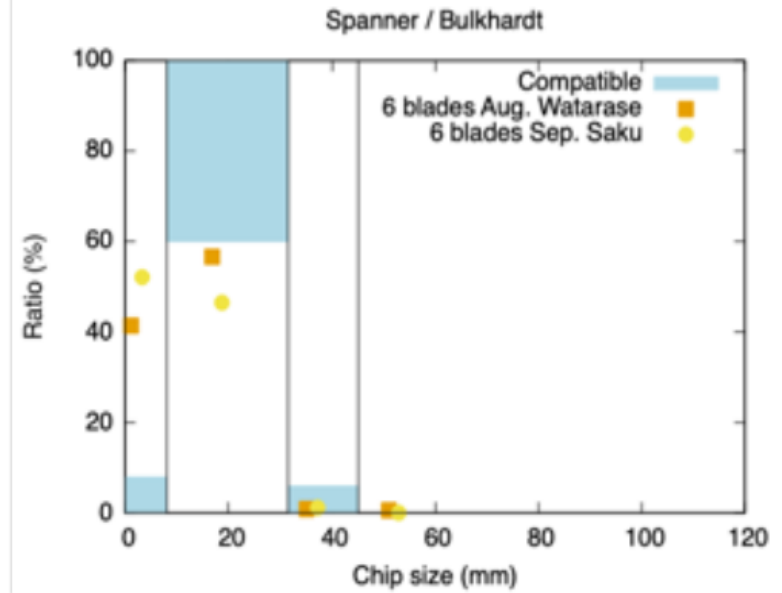
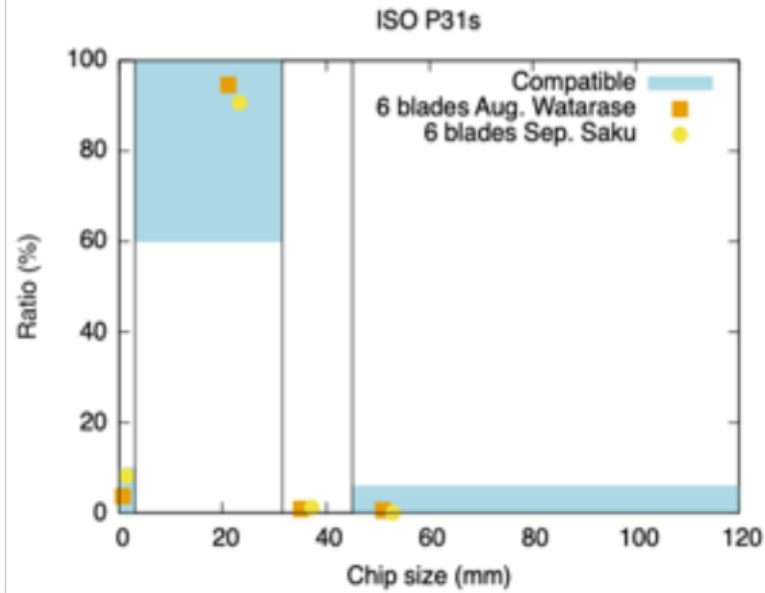
# チップのかさ密度



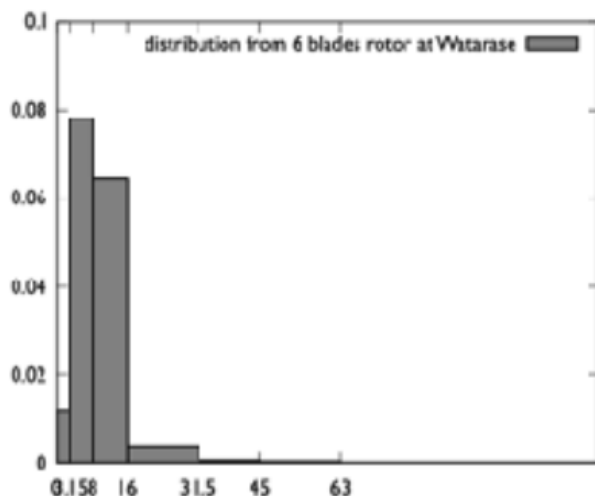
# ガス化CHP用チップの要求仕様



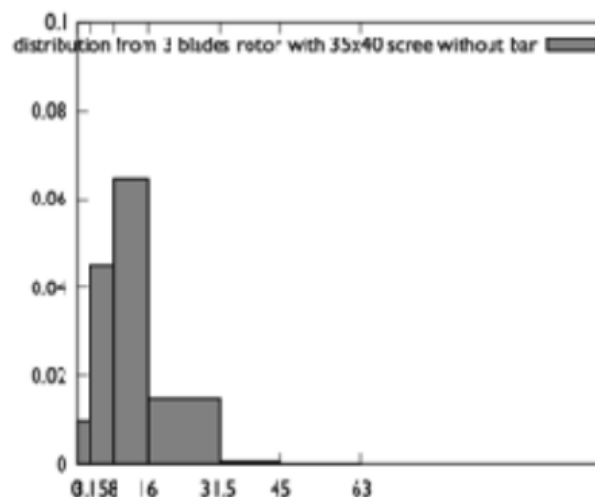
# 標準ローターチップの品質



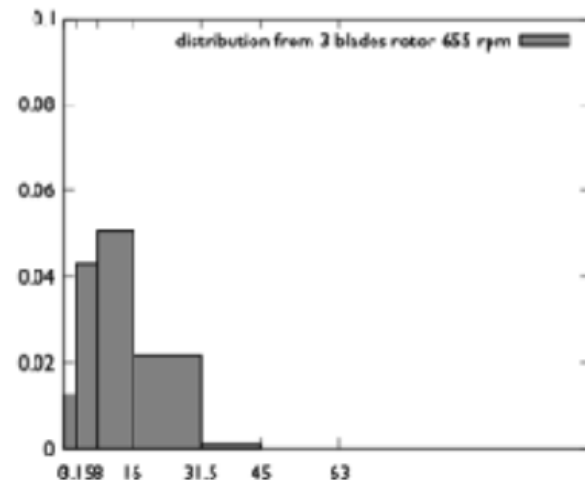
# 粒径分布の変化



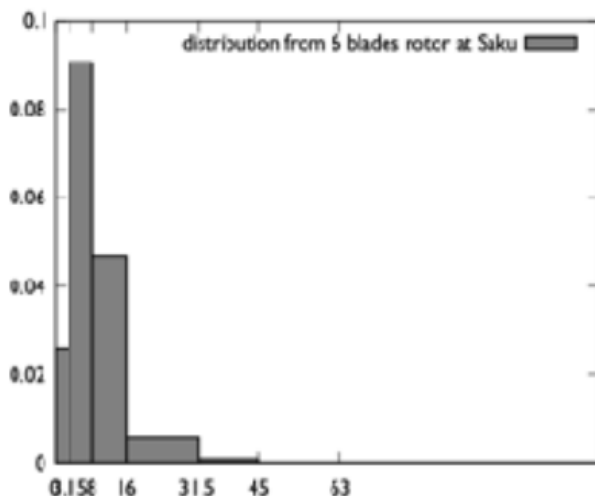
標準ローター8月わたらせ



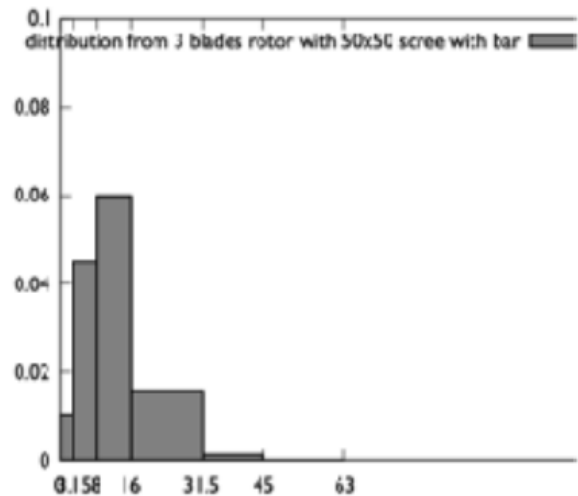
試作ローター35x40バー無し



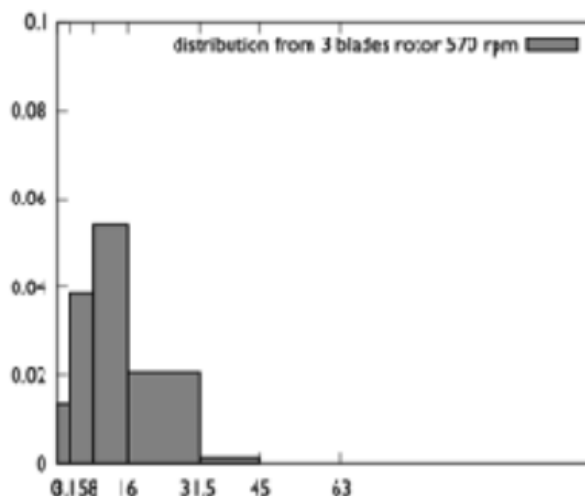
試作ローター2月佐久 655 rpm



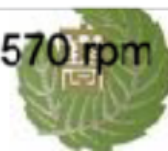
標準ローター9月佐久



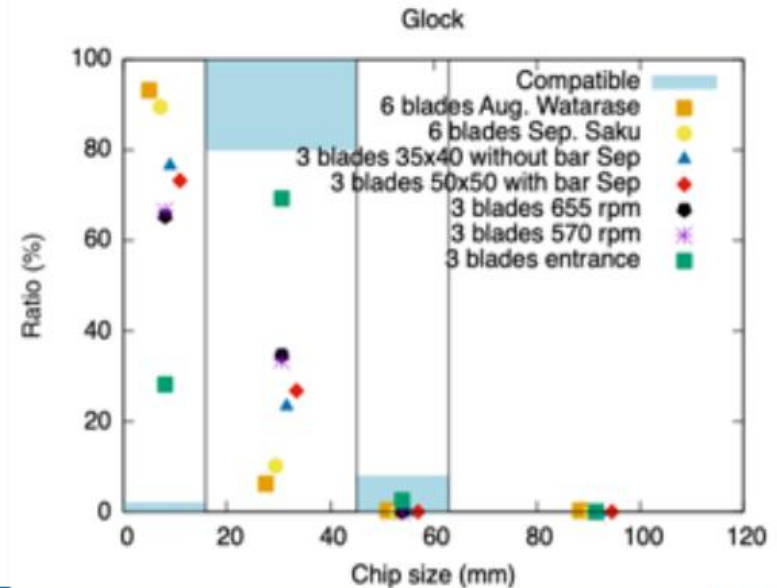
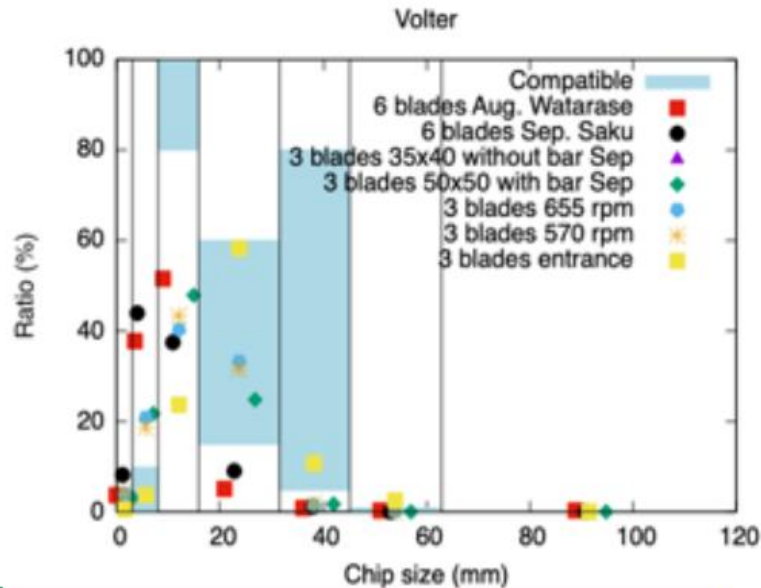
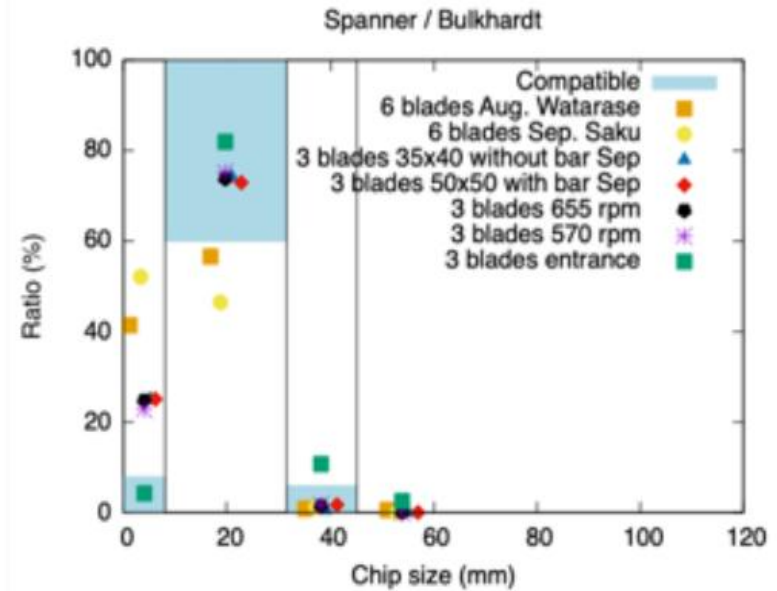
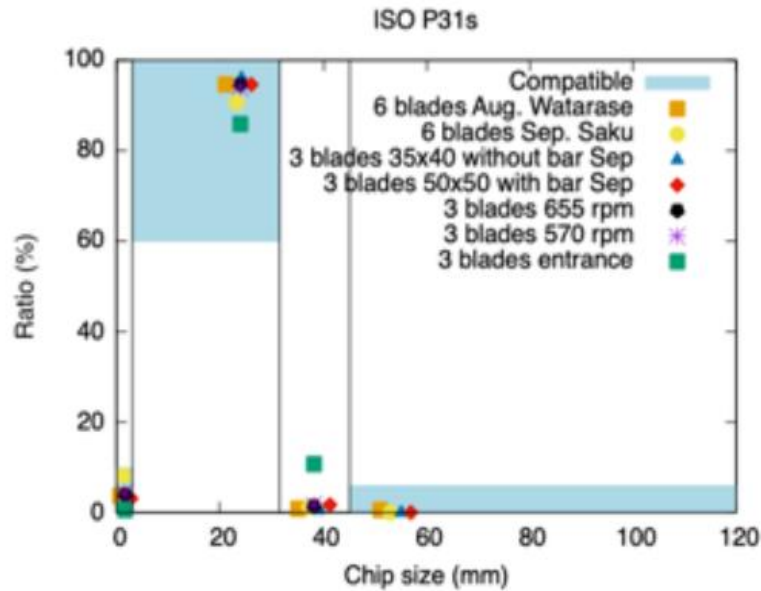
試作ローター50x50バー有り



試作ローター2月佐久 570 rpm



# ガス化CHP要求仕様への適合



# 結論

● 国内で普及の進んでいるガス化CHP機器メーカー4社の品質要求を満たすチップ粒径分布を明らかにした。

● ロータの刃数を6枚から3枚に改良したことで、粒形分布の大幅な改善とガス化CHPで求められる品質要求に近づけることができた。

⇒ガス化CHPの4社の品質要求にすべて合致させることはできなかった(ガス化CHPでの実証もできなかった)。

