

2020年度「地域内エコシステム」サポート事業  
木質バイオマス熱利用・熱電併給効率化実態調査  
成果報告会

2021年3月5日

一般社団法人 日本木質バイオマスエネルギー協会

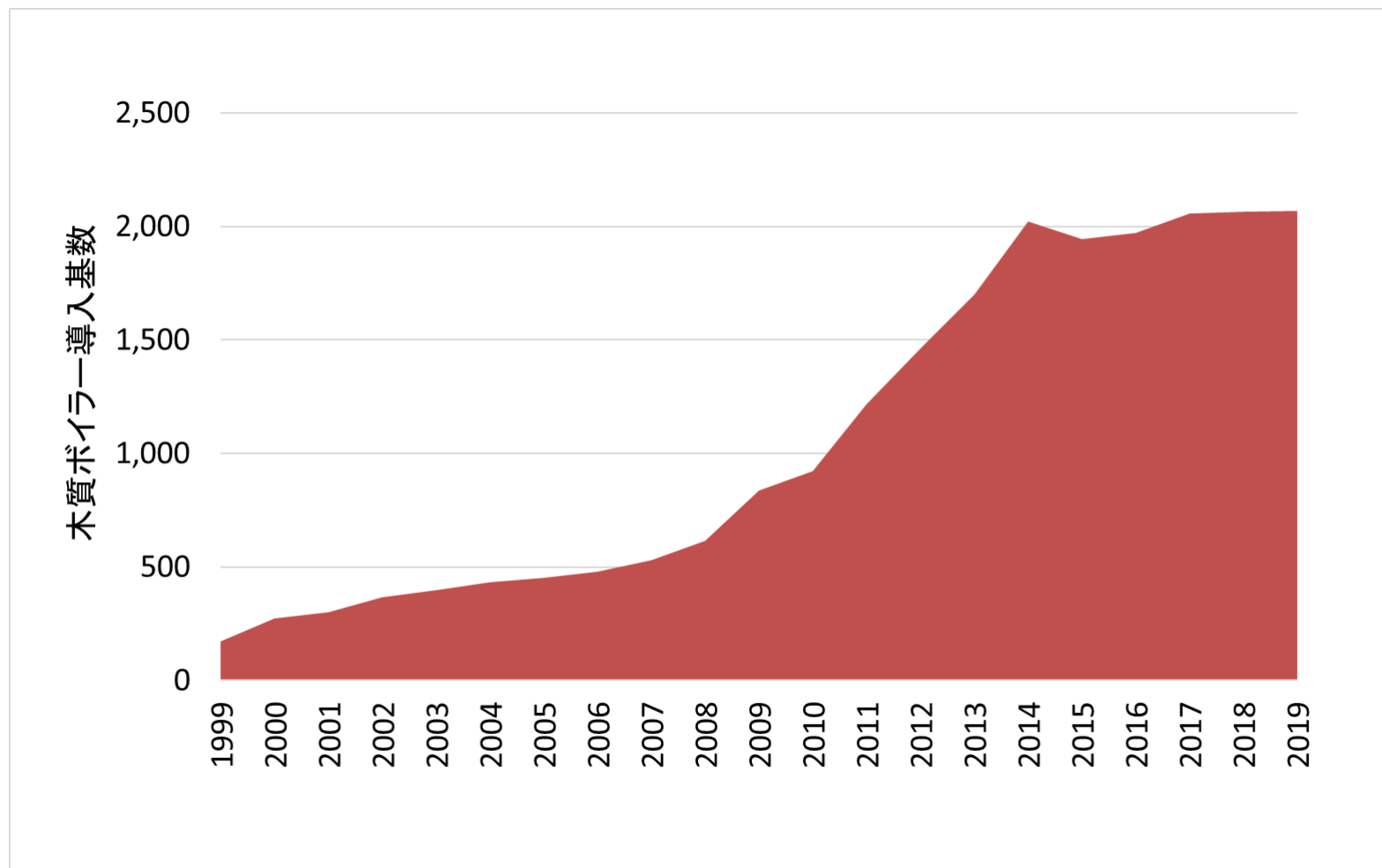
熱利活用施設の運営状況

トラブル事例から学ぶ運営改善のヒント

安定稼働の実現に向けた事業のあるべき姿

# 熱利活用施設の運営状況

# 木質バイオマス熱利用設備導入状況



2014年までは、林野庁木材利用課調べ。林野庁 令和元年度「木質バイオマスエネルギー利用動向調査」に基づき、JWBA作成

- 木質バイオマス熱利用の普及については、既に10年以上に渡って取り組まれています。2014年ごろから**木質ボイラー導入数は頭打ちとなり、近年2,000基前後で推移**しています。
- 当協会が継続的に実施している木質バイオマス熱等面的供給実態調査事業等における技術ヒアリングでも、木質バイオマス熱利用関係者から**事業採算性や利便性、安定稼動に関する技術面の課題**が多く挙げられています。

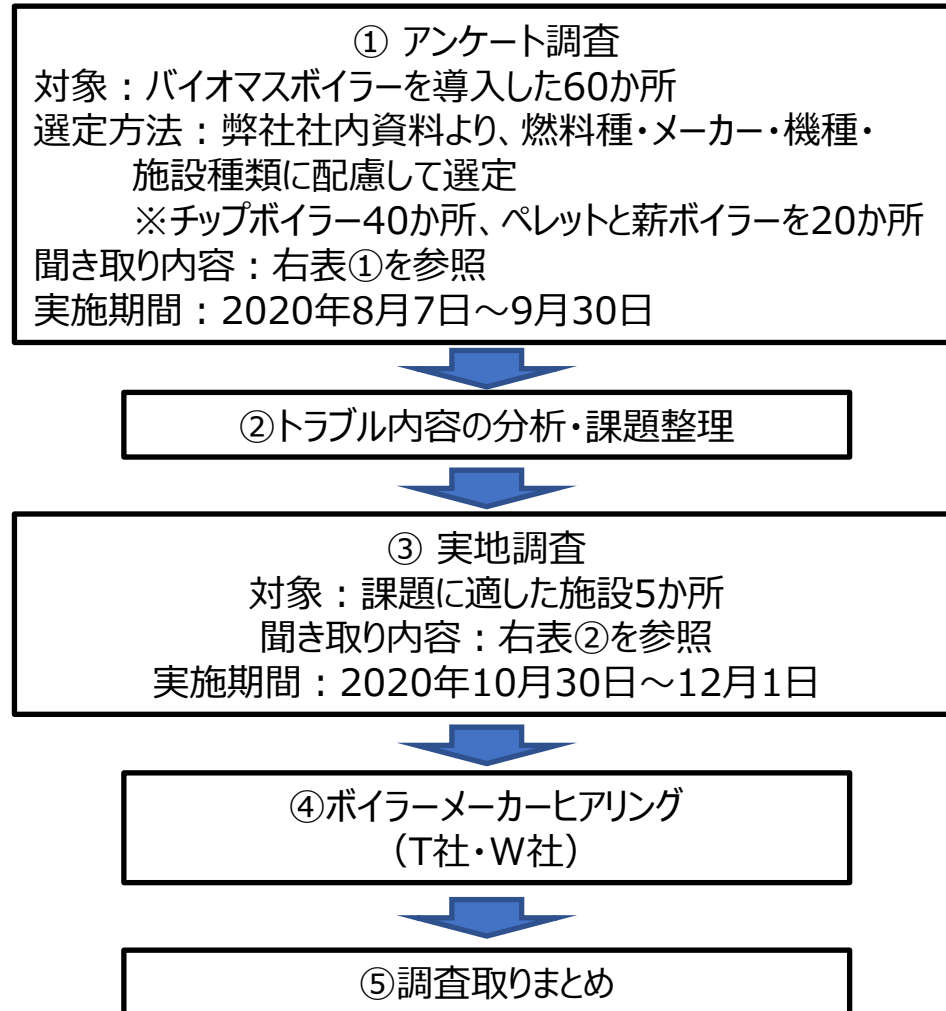
- ▶本事業では、  
今後の木質バイオマスエネルギー熱利用の効果的な導入拡大のため、  
先行事例の調査・分析を通じて技術面・事業採算性面の課題を明確化  
を行い、トラブルの把握と原因分析を行います。
- また、トラブル状況を踏まえ、その根本的原因としてみこまれる技術  
的課題を整理し、木質バイオマス熱利用の標準的な技術のあり方の検  
討に生かします。



# 木質バイオマス熱利用施設の運営状況についての調査



## 【実施した調査の流れ】



## 【アンケートの聞き取り内容の概要】

項目	聞き取り内容
①事業の経緯	・事業目的、経緯
②導入効果	・導入前後の化石燃料・バイオマス燃料の消費量
③利用設備	・バイオマスボイラーの仕様 (出力・メーカー) ・導入費用と内訳 ・稼働実績 (稼働時間) ・メンテナンス頻度、管理体
④燃料利用	・燃料の種類、使用量 ・燃料の購入単価
⑤事業運営	・1年目、2年目以降それぞれでの トラブル内容と原因、対応策 ・ボイラー運営の課題

## 【実地調査で設定した課題の内容】

項目	聞き取り内容
高いカバー率の実現	化石燃料から木質燃料に効果的に代替するための条件・取り組みの把握
長期間の運用	10年以上の運転により、老朽化による不具合の状況把握
効果的な設計指針	バイオマスボイラーを安定・効果的に運転させるための設計方針の把握
修繕の実態	安定稼働のための修繕の要点、修繕費の実態の把握

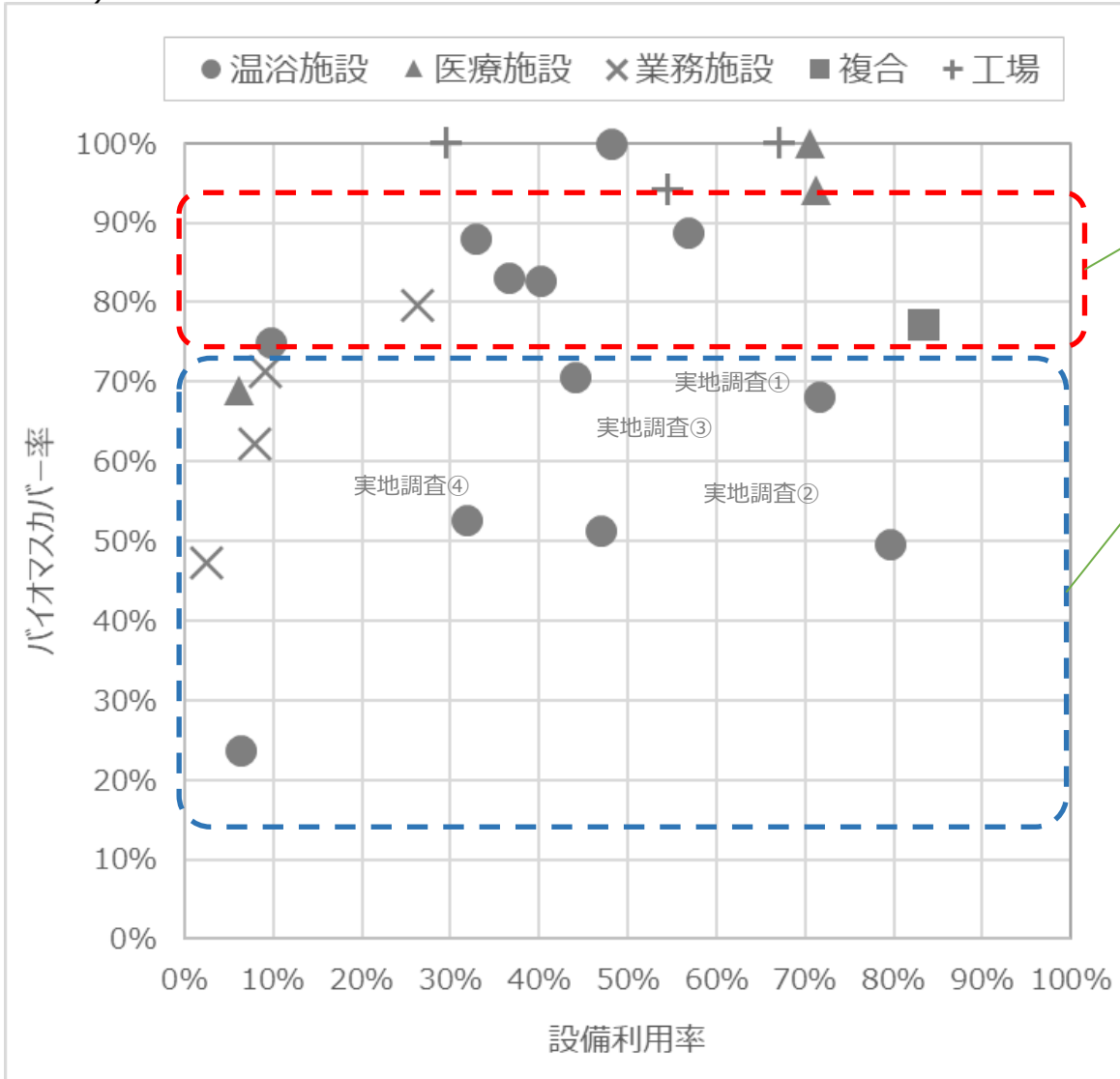
6

本日は、チップボイラーについての調査結果を中心に報告します。

調査協力：森のエネルギー研究所

# チップボイラーの設備利用率とバイオマスカバー率

【チップボイラー(温水・蒸気)における設備利用率とカバー率】



カバー率が高い群  
(導入効果が高い)

カバー率が低い群  
(導入効果が低い)

バイオマスカバー率 (カバー率)	ボイラー導入後の化石燃料・木質燃料の一次エネルギー熱量の合計に対する、木質燃料の割合。 バイオマスカバー率の算出式： X1：年間の化石燃料使用量 X2：化石燃料の単位当たり熱量 Y1：年間の木質燃料使用量 Y2：木質燃料の単位当たり熱量 より、 バイオマスカバー率 = $(Y1 \times Y2) \div (X1 \times X2 + Y1 \times Y2)$
設備利用率	年間8,760hに対するフルロード稼働時間の割合(ボイラー出力・燃焼効率・木質燃料消費量・水分(熱量)より算出)

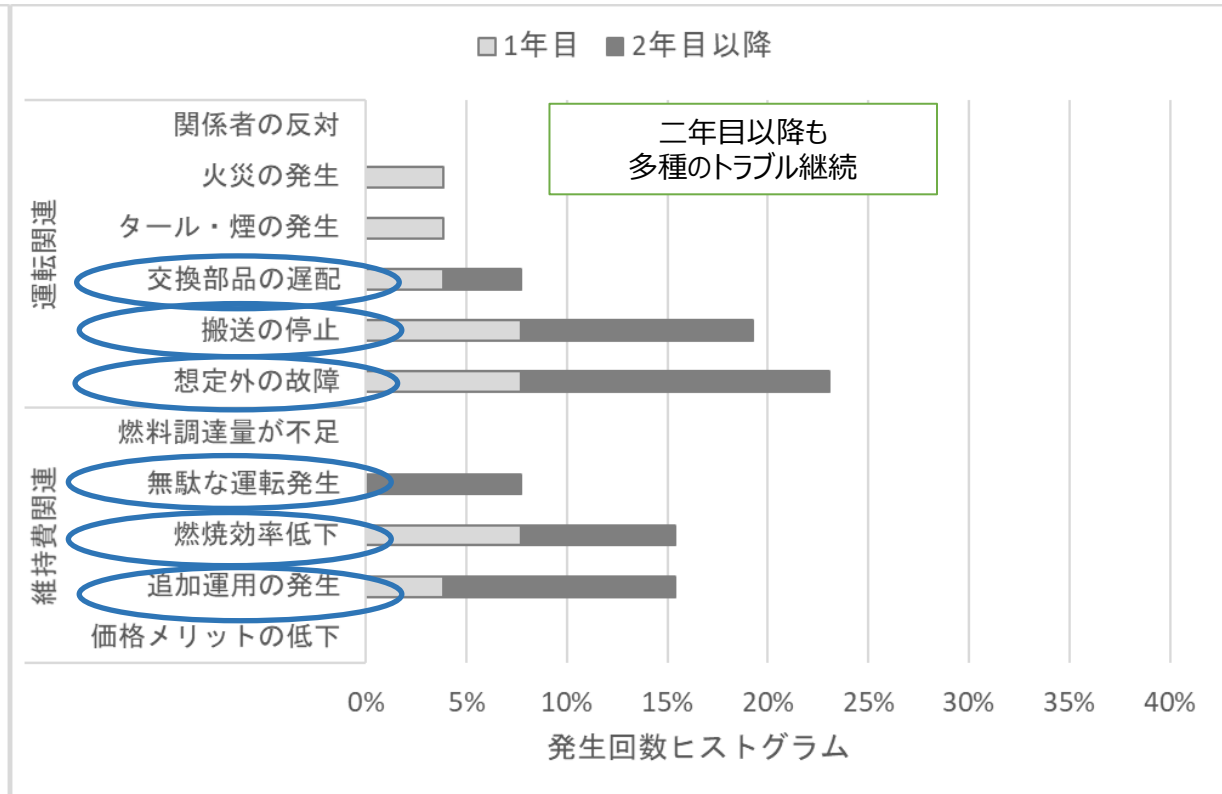
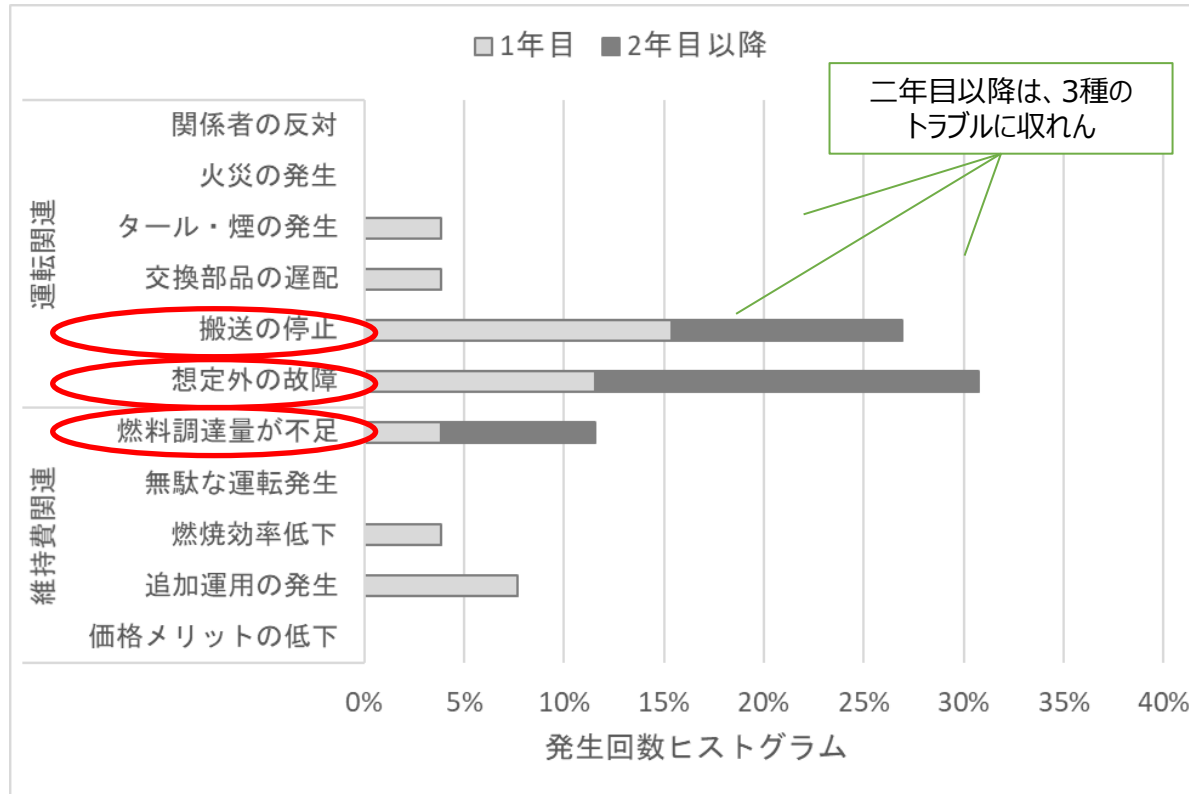
全体的に分散が大きいのですが、**業務系施設では設備利用率が低い傾向**が見られます。  
これは、自治体庁舎など日中の需要が中心で夜間の使用がほとんどない施設が多いためと考えられます。  
**バイオマスカバー率は、導入先の施設で使用される一次エネルギー（熱）に対する木質燃料の割合**を示すもので、本検討ではチップボイラーの対象件数が同等となるよう、  
**カバー率の高い群(80%以上)、低い群(80%未満)**に分類し、トラブル発生状況について分析しました。



# 木質バイオマス熱利用におけるトラブル発生状況

【カバー率が**高い群**でのトラブル発生頻度（対象施設12件）】

【カバー率が**低い群**でのトラブル発生頻度（対象施設12件）】



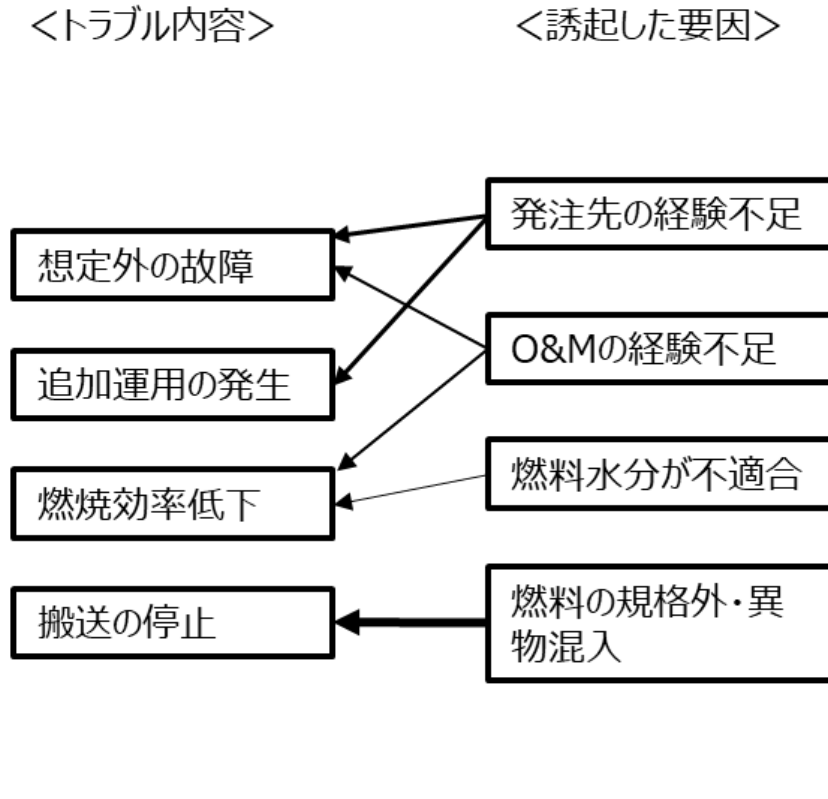
※両群ともトラブルの記載がないものが1件ずつ存在

一年目はどちらの群でも様々なトラブルが発生しているが、カバー率が高い群では二年目以降が「搬送の停止」「燃料調達量不足」「想定外の故障」に収れんしていることが分かります。一方で、カバー率が低い群では二年目以降も「無駄な運転発生」「燃焼効率低下」「追加運用の発生」などが継続して発生していました。

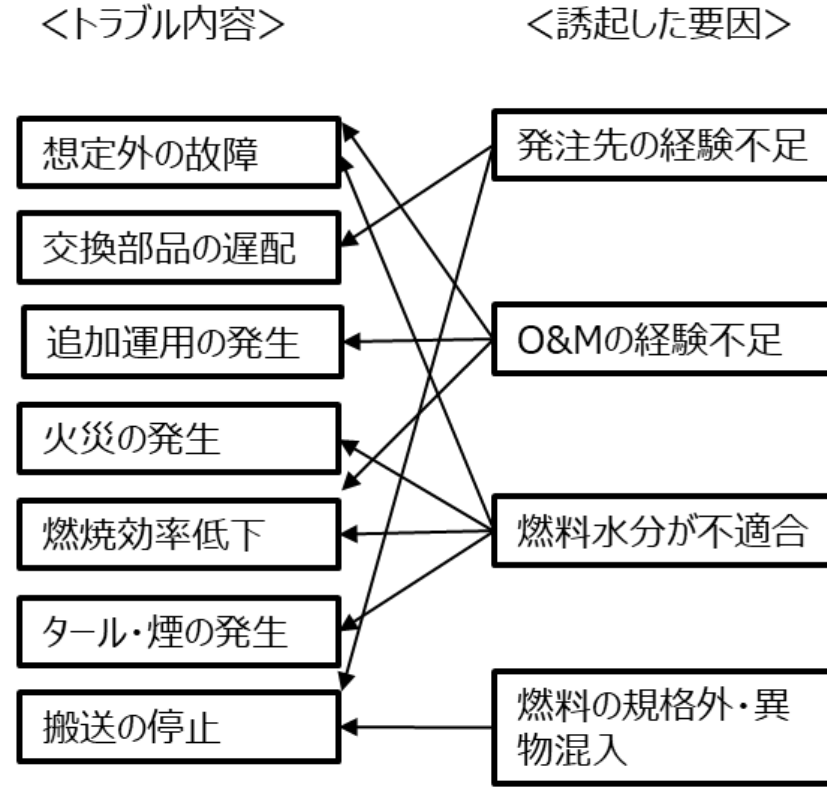


# トラブルを誘起した要因について(1年目)

【カバー率が**高い群**でのトラブルと要因（対象施設12件）】



【カバー率が**低い群**でのトラブルと要因（対象施設12件）】



← 発生1件 ← 発生2件 ← 発生3件以上

**1年目は「発注先の経験不足」「O&Mの経験不足」「燃料水分が不適合」「燃料の規格外・異物混入」により、多種のトラブルが発生しています。**

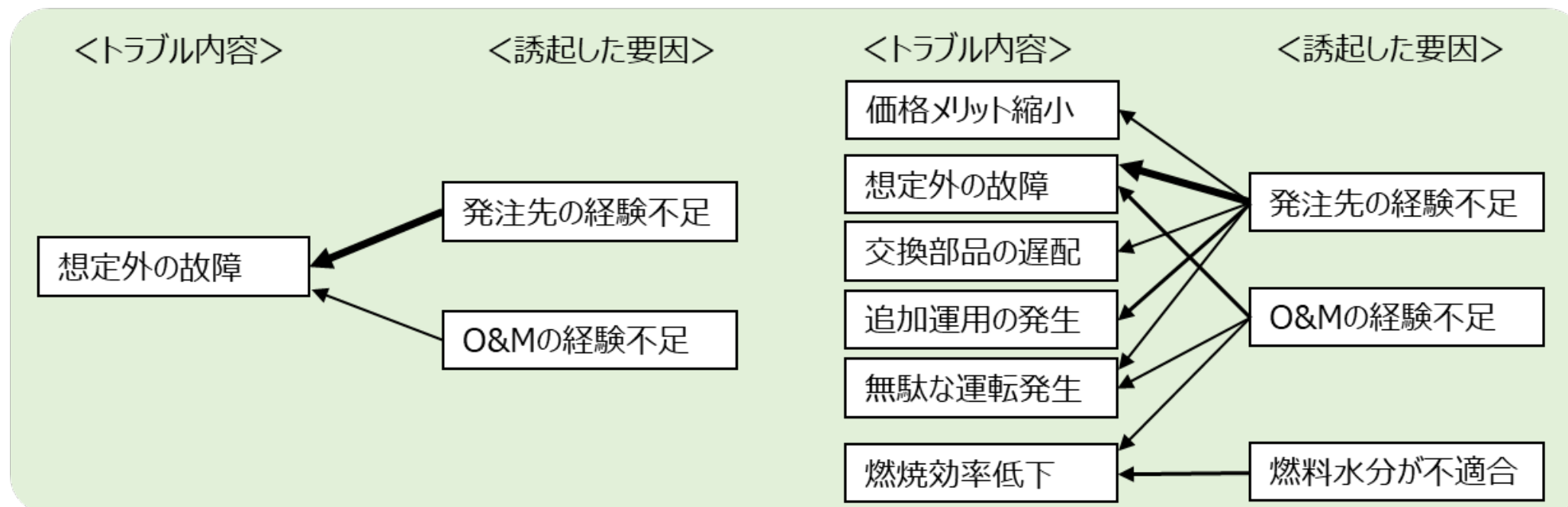
特にカバー率が低い場合では、カバー率が高い群と同様の要因であっても、**発生したトラブルの内容がより深刻化**（ボイラーメーカーの不備で交換部品が届かない、過乾燥チップで逆火が発生など、停止期間の長期に及ぶ）しています。

また、いずれのケースでも共通していることとして、**導入1年目においては、初期不良、特に発注先（EPC）の経験不足が原因**と思われるトラブルが発生していました。

# トラブルを誘起した要因について(2年目以降)

【カバー率が**高い群**でのトラブルと要因（対象施設12件）】

【カバー率が**低い群**でのトラブルと要因（対象施設12件）】



導入効果の分かれ目

2年目以降になると、カバー率が高い群では発生するトラブルの種類が絞られ、また要因も限定されており、**1年目で発生した初期不良に対し適切な対応がなされ**、一定の学習効果が発揮されたと考えられます。

カバー率が低い群では、「O&Mの経験不足」「燃料水分が不適合」など、**1年目に多い初期不良への課題が残っている**うえ、**運営ノウハウが成熟しない**ことでトラブルが継続的に発生していることが分かります。

トラブルが発生すると、その対応のためにマンパワーが割かれることで、**現場が疲弊する悪循環**が生まれることも背景として考えられるため、こうした状況を脱するために、

**技術の標準化やトラブル対策などのノウハウの共有による効果が期待**されます。

# トラブル事例から学ぶ運営改善のヒント

# アンケートから浮かんできたトラブル対応の知恵



アンケート調査、実地調査を通じて、  
現在、稼働している木質バイオマス熱利用施設から、トラブルの発生状況とその原因と対策について  
情報を収集しました。その中から、発生頻度の高いトラブルについてご紹介します。

# トラブル事例：搬送系の故障



バイオマス  
熱利用施設  
運営者Aさん

**繊維状**のものが  
搬送装置に絡まって、  
故障してしまいました  
・・・



運営のヒント

地域の資源をなるべく活かしたい、という思いはとても素晴らしいのですがボイラや搬送機で扱えるものでないと故障や事故につながってしまいます。施設が止まってしまつては、燃料を受け入れることもできません。

チップターの刃が傷むなどのデメリットも理解したうえで、受入れ燃料の条件を設定しましょう。



直接  
の  
原因

燃料の原料は竹や枝、樹皮  
(リングバーカーで剥いた)  
が多かった



**BAD**

**GOOD** 改善  
策

熱  
利  
用  
施  
設  
側

地域で発生するものを  
なんでも受け入れる

性状や形状について  
燃料に向かない原料に  
ついて生産側と  
情報共有

納品時  
検品・確認しない

納品時検品、  
目視確認

燃  
料  
製  
造  
者

作ったものを  
そのまま出荷

出荷前検品  
の徹底

刃が傷んでも  
そのまま使う

チップターの刃を  
研磨する



# トラブル事例：ボイラトラブル(着火不良)



バイオマス  
熱利用施設  
運営者Bさん

起動時にボイラが上手く着火しなくなりました



運営のヒント

予定通りに清掃をしておけば、緊急対応の修繕費や、バックアップボイラーの追加燃料代、停止による休業などの二次損害も防ぐことができます。

想定より設備利用率が上昇したり、燃料の状態が悪い場合には、部品交換や清掃頻度が予定よりも増える可能性があります。メーカーと情報共有し、必要に応じメンテナンス費用の積み増し、しっかり対応しましょう。



熱利用施設側

ランサル・EPC  
(設計・メーカー・工事など)

直接の原因

着火センサーが汚れたことによる誤作動

**BAD**

メンテナンス計画通りにセンサー付近の清掃を実施していなかった

使用状況や状態に応じた各装置・部品ごとの清掃について説明が不足していた。

**GOOD**

メンテナンス内容を把握し予定作業が実施されているか作業検修時に確認する

実際の設備の運転状況を考慮し、各装置・部品の清掃頻度・時期をマニュアルに入れる

# トラブル事例：ボイラトラブル(異常燃焼)



バイオマス  
熱利用施設  
運営者Bさん

ボイラーの**燃焼温度**  
が**低すぎる**という  
エラー表示が出て、  
停止しました



運営のヒント

水分は熱利用施設側だけで対策すると、乾燥装置などエネルギーや金銭的に追加投入が必要になります。サプライチェーンの各段階で、低コストで効果のある水分管理方法を検討し、実施するようにしましょう。

直接  
の  
原因

水分が多すぎる燃料が  
連続して投入されたことにより  
ボイラーが失火した

**BAD**

「少しぐらい水分が多くてもなんとかなる」と過信していた

納品時  
検品・確認しない

熱利用施設側

燃料製造者

水分の話は説明されたが、あまり強く言われなかったため、特に水分管理せずにチップを納入していた

**GOOD**

燃料水分の重要性を周知し、管理を徹底する価格と水分を連動させるなど、乾燥チップを高く評価する

水分条件と実際の作業状況に応じた水分管理について検討し、規格内のチップを納入できるような体制をお整える



# トラブル事例：ボイラトラブル(異常燃焼)



バイオマス  
熱利用施設  
運営者Bさん

ボイラーの**燃焼温度**  
が**高すぎる**という  
エラー表示が出て、  
失火しました



運営のヒント

乾燥チップボイラー、生チップ  
ボイラーなど、機種ごとに想定する燃料の  
状態が異なります。  
燃料乾燥には時間もコストもかかるため、  
過度な乾燥は過剰投資やコスト増を招くだ  
けでなく、燃焼トラブルや  
故障の原因となることもあります。

熱利用施設側

燃料製造者

直接  
の  
原因

水分が低すぎる燃料が  
連続して投入されたことにより  
燃焼温度が上昇しすぎた

**BAD**

乾燥すればするほど良い  
と考え、  
燃料製造会社に  
要請していた

水分が低いと熱量が低く  
なるから、なるべく乾燥  
させればよいと言われ、  
原料を長期間かけて  
天日乾燥させていた

**GOOD**

ボイラメーカー、機種に  
よって、使用に適した燃  
料の条件が異なるため、  
規格に合った燃料条件で  
取り扱う

ボイラーに応じた  
燃料規格を確認し  
水分管理を行う

# トラブル事例：需要側への影響（湯温の異常低下）



温浴施設  
管理者Eさん

急に、ボイラーから供給されているお湯の温度が下がってしまいました



運営のヒント

なんらかの要因でバイオマスボイラー側の燃焼が追い付かず、供給温度が下がってきたときにバックアップボイラーが作動することで予定の供給温度を維持することができます。

しかし、設定温度が高すぎるとBUボイラーが頻繁に稼働してしまい、低すぎると必要な時に作動しません。

化石燃料の消費量やバイオマスボイラーの投資回収にも影響しますので、特に稼働初年度は運転状況をしっかり監視しましょう



設計・施工時  
トラブル



熱供給  
トラブル

熱利用施設側

コンサル・EPC  
(設計・メーカー・工事など)

直接  
の  
原因

バックアップ（BU）ボイラーが  
必要な時に稼働していない

**BAD**

制御条件下（温度設定）  
における動作確認の不足

バイオマスボイラー単独  
の試運転はしていたが、  
バックアップ用の化石燃  
料のボイラーの動作確認を  
していなかった

**GOOD**

メーカーに対し、  
試運転時  
基本の温度設定における  
動作確認を求める

バイオマスボイラーと  
化石燃料ボイラーの  
制御温度設定の検討、  
試運転時の動作チェック



熱利用施設の  
管理者Fさん

導入前の試算より、  
**電気の消費量が多く、  
電気代が高くなった**



運営のヒント

このケースでは、夏季など、ボイラーが止まっている時期に電気の消費があったため、状況が明らかになりました。

連続的に稼働する設備でも、夜間など需要が減る時間帯にも一定条件でポンプが動いてムダな電気代がかかるケースもあります。ポンプにインバーターを設置することでボイラーの負荷にあわせポンプを制御することで電気代を削減できたケースもあります。



直接  
の  
原因

需要にかかわらず定格条件で動力  
ポンプが動いていた

**BAD**

ボイラー非稼働時期があるにもかかわらず、年間同じ時間にポンプが稼働するような設定になっていた

季節による休止時期や運転条件（夜間停止）など、需要側の状況を設計時に考慮しなかった

**GOOD**

給湯のみの時期はボイラーのオンオフに合わせての運転設定（自動モード）、暖房利用もある場合は手動モードに切り替える

需要の季節変動や日負荷などを設計・施工・メーカーなど関係者で共有し、顧客の状況に合わせてきめ細かい対応を行う

熱利用施設側

コンサル・EPC  
(設計・メーカー・工事など)

# トラブル事例：効率の低下



バイオマス  
熱利用施設  
運営者Cさん

温風ヒーターの  
熱交換機の  
熱効率が低下  
している



運営のヒント

このケースは、築年数が高い施設で、木質バイオマスボイラーに更新したケースです。改修時に清掃をしていれば熱交換機の故障は起きなかったかもしれません。

老朽化した施設の場合は、入れ替えるボイラー側の検討だけでなく、既存設備についても点検しましょう。



コンサル・EPC  
(設計・メーカー・工事など)

直接  
の  
原因

熱交換機が  
配管内の錆により故障した



**BAD**

需要側の設備が老朽化しているにもかかわらず、状態を調査をせずボイラー更新だけを予算に入れていた

老朽した需要側設備の状態について所掌外と考え確認をせず配管接続した

**GOOD**

老朽施設のボイラー更新の場合、新しい設備だけでなく、継続使用する需要側設備の状態を確認し必要に応じ予防保全する

需要側施設への対応について方針確認し、施設全体を考慮した導入を行う。  
内部清掃の容易な熱交換機を選択する



# トラブル事例：燃料がサイロに搬入できない



燃料供給業者  
Dさん

ダンプトラックで配達したら、  
**チップがサイロに入りません**

直接  
の  
原因

サイロが小さく、周辺も狭いため、  
ダンプの可動域が適合しない



## 運営のヒント

実際に、このケースではサイロの手前にチップを下ろして、重機を使ってサイロに投入する方法を実施しました。

重機は新たに購入された場合、追加投資が発生します。

熱  
利  
用  
施  
設  
側

コンサル・EPC  
(設計・メーカー・工事など)

## BAD

燃料供給会社が使用する車両の種類について把握していなかった

搬入に使う車両の情報や導入先の敷地制約についてあまり考慮せず、安易な設計をしていた

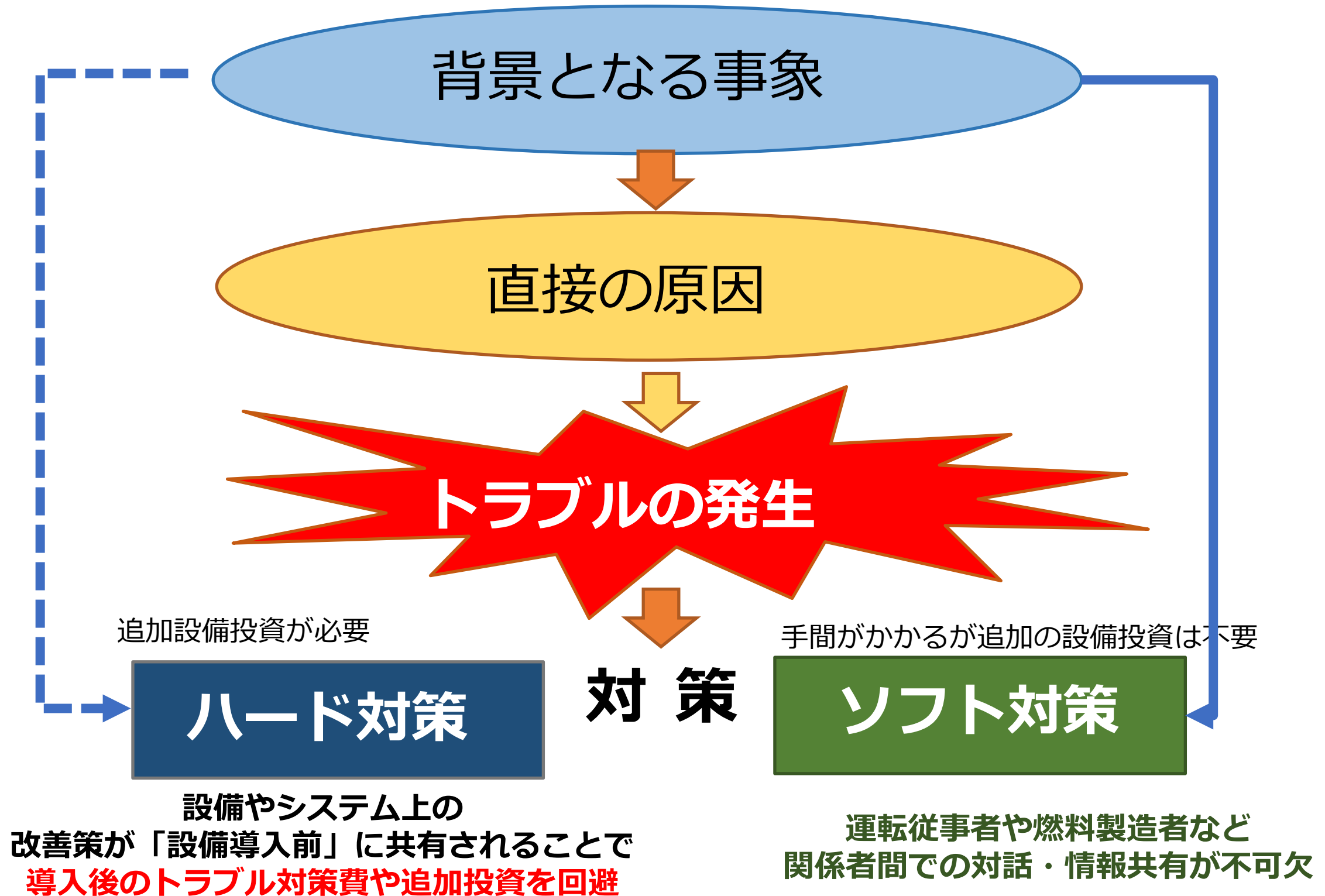
## GOOD

事前に使用する車両について協議する敷地制約について有効な方策を検討し必要な予算措置を実施する

特に敷地制約がある場合には、搬入方法についての情報を設計時に確認する追加的対策が必要な場合は、追加予算措置を要請する



# 安定稼働の実現に向けた事業のあるべき姿





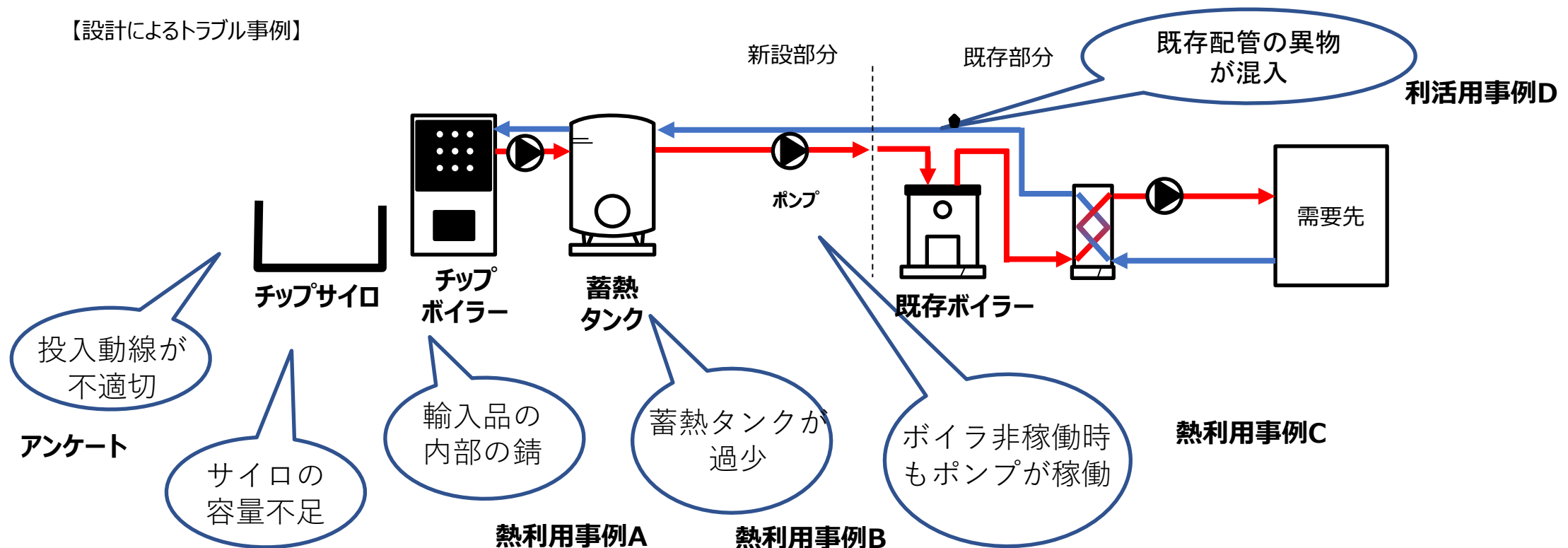
今回の調査で明らかになったこととして、

**設計・施工段階にさかのぼるトラブル要因が確認されており、需要先施設全体に目が行き届かない状況や、情報共有の不足、コンサル、設計者、メーカー、施工者等の経験不足という課題があります。**

(熱需要に応じた設定がなされていない、既設部分との調整ができていない、内部の錆対策がない、蓄熱層の扱い、ポンプ等の設定に無駄が多いなど)

こうした本来、設計・施工段階において十分な対応がなされていれば回避できたトラブルは、運転開始一年目の「初期不良」として調整可能なものだけでなく、**長期的な安定稼働に支障をきたす不具合の要因となりかねないもの、改修に大きな費用が掛かるものなど、影響が長期化する懸念があります。**

【設計によるトラブル事例】



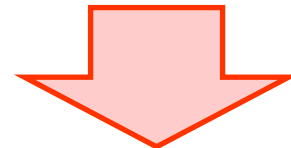
先行した欧州における動き



## コンサル、設計者、メーカー、施工者の経験不足

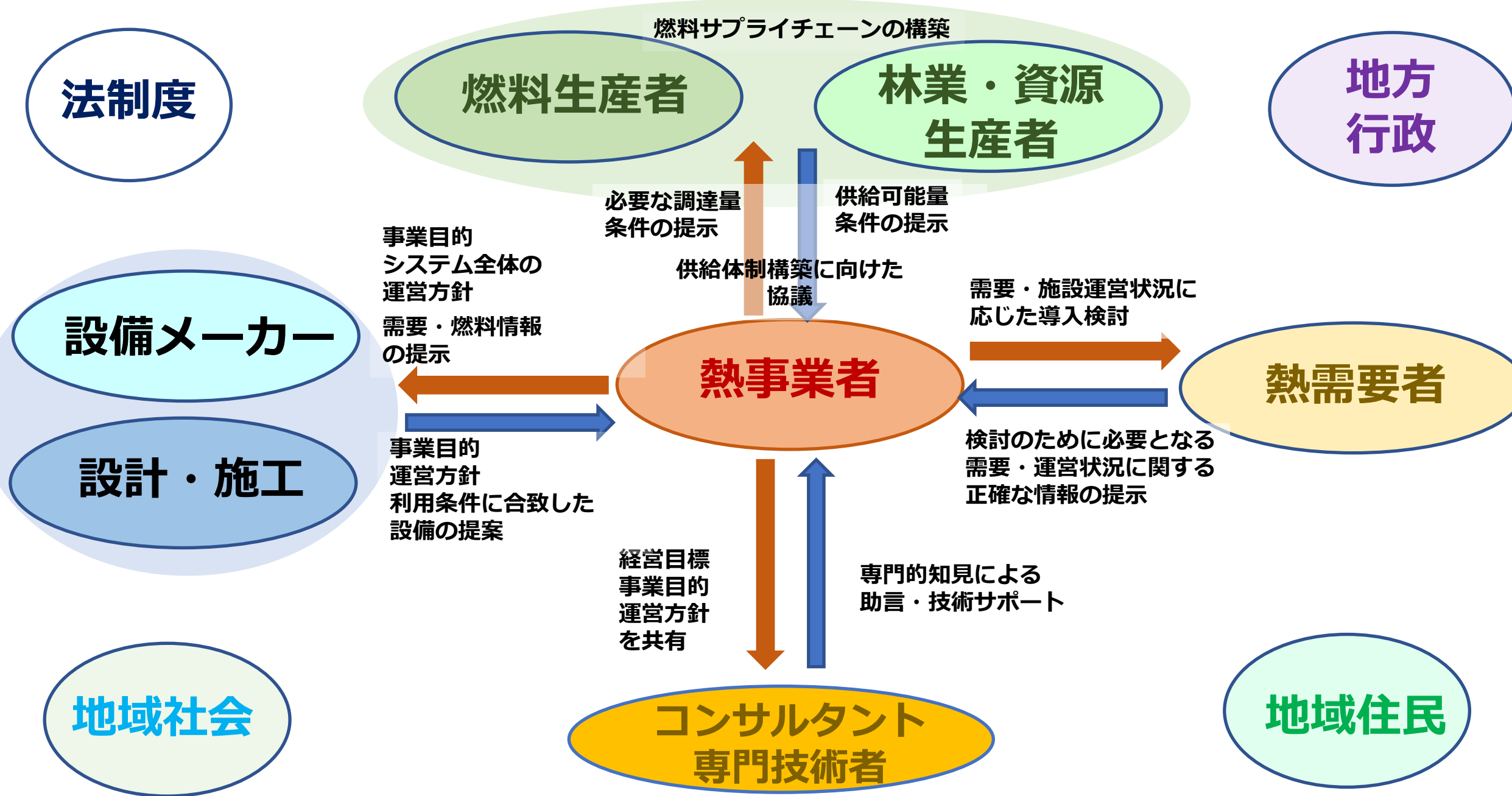
- ・既存の化石燃料ボイラーとの運転特性の違いを踏まえた設備選定
- ・需要施設のシステム全体にわたる統合的な設計
- ・蓄熱槽の成層など、機能を十分に発揮する設計
- ・配管等のロスが少ない設備設計、周辺機器の制御の設定
- ・建築設備の基本仕様との矛盾がない設計

木質バイオマス熱利用の効率的なあり方(技術) を標準化



さまざまな業種や用途、地域において  
導入される木質バイオマス熱利用技術に  
一定の技術水準を確保

## 熱利用事業者は熱利用というシステムの中核を担う存在



事業者が主体的に活動し、関係者間と情報共有しながら、最適な事業を組成する