

第1章 市内の剪定枝等の賦存量調査と活用のしくみ検討

八王子市内において剪定枝等の木質バイオマスを活用するため、市内から発生する剪定枝及び林地残材等の発生量及び利用可能量を把握した上で、市内において木質バイオマスを活用するしくみを検討しました。

1.1 市内の剪定枝や林地残材等の発生量及び利用可能量調査

1.1.1 剪定枝の発生量及び利用可能量の調査

市内の公園や街路樹から発生する剪定枝の発生量を調査しました。

調査方法として

- (1) 剪定枝発生量の各種統計情報等による推計
- (2) 街路樹剪定枝の処理状況による推計
- (3) 公園剪定枝発生状況とアリングによる推計

以上の調査の結果に基づき、以下のとおりに発生量/利用可能量を把握いたしました。

なお、調査範囲は、市有の公園、市道の街路樹としています。

八王子市内の利用可能な剪定枝の量

種 類	剪定枝発生量 (t/年)
公園剪定枝	2,638
街路樹剪定枝	1,006
合計	3,644

市有地の公園、街路樹で発生する剪定枝のため、原則、全量利用可能であると考えられます。よって、発生量=利用可能量となります。

以下に(1)から(3)の調査方法と結果について記載いたします。

(1) 剪定枝発生量の各種統計情報等による推計

実態調査とは別に、参考として各種統計情報及び公開されている剪定枝発生量の推計式を基に、市内の公園及び街路樹剪定枝の発生量の推計を行いました。以下に示す計算式により推計を行ったところ、公園剪定枝の発生量は、868t/年、街路樹剪定枝の発生量は、1,006t/年となっています。

公園剪定枝発生量の推計値

【計算式】都市公園面積 × 剪定枝発生原単位 = 507.8732ha × 1.71t/ha 868 t/年

【出典】

- ・都市公園面積：東京都、東京都区市町村年報 2009
- ・剪定枝発生原単位：NEDO、公園剪定枝賦存量・利用可能量の推計方法

街路樹剪定枝発生量の推計値

【計算式】市町村道延長 × 市町道発生原単位 = 1,257.347km × 0.8t/km 1,006 t/年

【出典】

- ・市町村道延長：東京都、東京都区市町村年報 2009
- ・市町道発生原単位：塩谷広域行政組合、「ごみ処理検討委員会」の平成 18 年度提言項目について

(2) 街路樹剪定枝の処理状況による推計

市道の街路樹剪定に関わる事業者は 11 社あり、現状では再資源化施設に持ち込み、処理されています。処理量(本数)については、八王子市道路事業部補修センターで管理しており、参考データとして図表 1-1、図表 1-2 に掲載します。ただし、本データは剪定枝の長さを一律同じとして本数をカウントしているため、解釈について留意する必要があります。

街路樹剪定枝については、台風到来期や冬期を含む 8 月～3 月の処理本数が圧倒的に多く、全体量の 9 割以上を占めています。また、一般的に熱需要の高い冬期を含む時期に、多く発生する傾向にあることがわかりました。

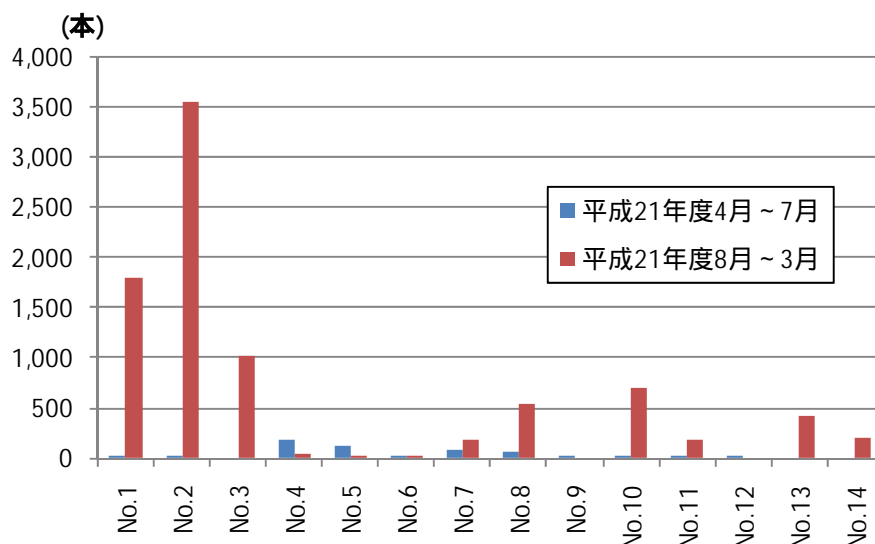
対象となる本数は年間 9000 本以上とかなりの本数に上りますが、樹木そのものを伐採する訳ではないため、実質的に剪定された枝葉の部分は対象となる樹木によって大きく違います。そのため対象本数のみでは、正確な剪定枝の量の把握はできません。

また、剪定対象となる街路にも年度によって変動があるため、剪定枝の発生量には毎年の変動がある。

図表 1-1 工種別・時期別の街路樹剪定枝（市道）の処理本数（平成 21 年度実績）

No.	工 種 名	形 状	4月 ～7月	8月 ～3月
No.1	高木剪定枝処理(冬期剪定)	幹周 60 cm未満	2	1,801
No.2	高木剪定枝処理(冬期剪定)	幹周 60 cm以上 90 cm未満	4	3,544
No.3	高木剪定枝処理(冬期剪定)	幹周 90 cm以上 120 cm未満	0	1,026
No.4	高木剪定枝処理(夏期剪定)	幹周 60 cm未満	188	34
No.5	高木剪定枝処理(夏期剪定)	幹周 60 cm以上 90 cm未満	116	27
No.6	高木剪定枝処理(夏期剪定)	幹周 90 cm以上 120 cm未満	18	7
No.7	高木支障枝剪定枝処理	幹周 60 cm未満	90	174
No.8	高木支障枝剪定枝処理	幹周 60cm 以上 120 cm 未満	57	534
No.9	高木支障枝剪定枝処理	幹周 60cm 以上 120 cm 未満	3	0
No.10	刈込処理	中・低木剪定 円筒形 高 100～200 cm	16	698
No.11	刈込処理	中・低木剪定 円筒形 高 200～300 cm	26	183
No.12	高木剪定(夏期剪定)処理費分	幹周 120cm 以上 180 cm 未満	7	0
No.13	高木剪定(冬期剪定)処理費分	幹周 120 cm以上 150 cm未満	0	423
No.14	高木剪定(冬期剪定)処理費分	幹周 150 cm以上 180 cm未満	0	200
合計			527	8,651

[資料:八王子市道路事業部補修センター提供資料]



注)八王子市道路事業部補修センター提供資料(図表 1-1)より作成

図表 1-2 街路樹剪定枝（市道）の処理本数（平成 21 年度実績）

(3) 公園剪定枝発生状況ヒアリングによる推計

市内には、890ヶ所の都市公園及び遊び場があり、このうち882ヶ所が、市立の都市公園及び遊び場です。この中で、主に剪定枝の発生に関わると考えられる、市立都市公園の内訳は、以下のようになっています。

図表 1-3 市立都市公園内訳

	市公園課		市教育委員会		合計	
	設置数	面積(m ²)	設置数	面積(m ²)	設置数	面積(m ²)
街区公園	514	822,417			514	822,417
近隣公園	48	1,019,992	1	10,926	49	1,030,918
地区公園	3	233,122			3	233,122
総合公園	3	479,489			3	479,489
運動公園	1	106,914			1	106,914
特殊公園	3	95,058			3	95,058
都市緑地	180	2,460,763			180	2,460,763
合計	752	5,217,755	1	10,926	753	5,228,681

【資料：「平成22年度公園・緑地等に関する調書」八王子市】

注)1.市内の都立公園は除く。

八王子市では、市内の都市公園・緑地の管理について、指定管理者制度を導入しています。平成21年4月より制度の導入範囲が大きく広がり、市内全域の都市公園(市内富士森公園・小野田中央公園・由木緑道を除く)が対象となっています。

指定管理者による管理方法には、以下に示すとおり、大きく分けて2通りの方法があります。

地区別の一括管理

市内を3つの地区(北部地区・東部地区・南西部地区、図表1-4参照)にわけ、地区内にある全ての公園と緑地(一部市で直接管理するものを除く)を、その地区を担当する指定管理者が一括管理しています。

個別管理

上柚木公園・長池公園・運動公園(8公園)は、それぞれを担当する指定管理者が管理しています。



【資料：八王子市ホームページを元に作成】

図表 1-4 市内の地区分け図

平成 23 年 3 月時点における市内公園・緑地の指定管理者を図表 1-5 に示しました。

図表 1-5 市内公園の指定管理者（平成 23 年 3 月時点）

公園名	名称・所在地	連絡先
北部地区の公園	ノースパーク 高倉町 5-8	649-8280
	JR 中央線より北の地区 (320 ヶ所)	
東部地区の公園	日産マルベリーパーク 下柚木 2-12-4	676-1234
	JR 中央線より南かつ、国道 16 号より東の地区 (240 ヶ所)	
南西部地区の公園	南西部地区ゆめおりパーク 北野町 567-6	649-8900
	JR 中央線より南かつ、国道 16 号より西の地区 (170 ヶ所)	
長池公園	フュージョン長池公園 別所 2-58	678-4616
	多摩地区に昔からある雑木林を残す自然保全型の公園	
上柚木公園	財団法人八王子市学園都市文化ふれあい財団 上柚木 2-40-1	675-0227
	第 2 種公認陸上競技場、野球場、ソフトボール場、テニスコートなど運動施設が配置された総合公園	
運動公園 (右の 8 公園)	ゆめおりスポーツパーク	644-0151
	大塚公園・別所公園・松木公園・大平公園・内裏谷戸公園・久保山公園・殿入中央公園・北野公園	

【資料：八王子市ホームページ】

各公園からの剪定枝発生状況

市内で発生する公園剪定枝の発生状況を確認するため、市内公園の指定管理者に対してヒアリングを実施しました。

以下に、その結果をまとめました。

(a) 東部地区の公園（日産マルベリーパーク）

図表 1-6 日産マルベリーパークが管理する公園での剪定枝発生状況

事業者名(管理地区)	日産マルベリーパーク(東部地区)		
指定管理公園数	240		
発生する剪定枝について	時期や現場によって様々。市民等へ配布されている剪定枝を除き、すぐに再資源化施設へ搬送されるため、再資源化施設での保管状況により含水率は変動する。		
剪定枝の発生量と現状の用途	発生量 (t/年) 1	取引相手	用途等
	1,500	産廃業者 2	いわき大王製紙へチップとして供給 3
	100	市民や自治会	シイタケ原木、彫刻利用、大学での研究利用等(無償)
	100		林地還元(葉、草、枝を含む)
	30	市民等	堆肥化(葉や草がほとんど)
	残り	産廃業者 1	不明
	2,000		合計
剪定枝発生時期	・4～12月:発生量全体の3割 ・1～3月:発生量全体の7割		
本事業への剪定枝提供の意向	現状、産廃業者を通していわき大王製紙へ剪定枝の大部分を供給しているため、協力はできない。		
その他	【管理データ】 ・管理しているデータは、「面積」と「作業回数」。剪定枝発生量はデータとして把握しておらず、樹木台帳(本数や樹種の記録)はない。 【運搬車両】パッカー車		

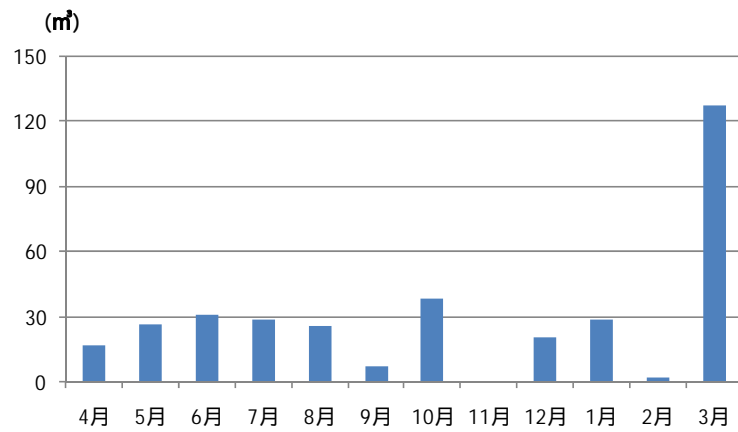
- 1.聞き取り調査によるおおよその数値であり、毎年度、同程度の発生量が見込まれる。
- 2.取引をしている産廃業者は3社程度で、大王製紙向け剪定枝を取引している産廃業者は1社。剪定枝処理単価は公開不可。
- 3.大王製紙は木質バイオマスボイラを導入し、試行排出量取引スキームに参加。燃料としてチップを使用している。チップ供給協定を結んでおり、契約期間も長いことが考えられるため、本事業の検討対象にはならない。

(b) 西南部地区の公園（ゆめおりパーク）及び運動公園（ゆめおりスポーツパーク）

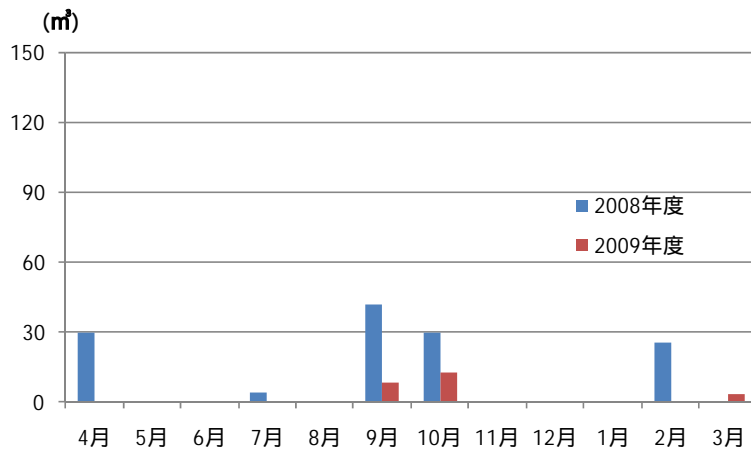
図表 1-7 南西部地区ゆめおりパーク及びゆめおりスポーツパークが管理する

公園での剪定枝発生状況

事業者名(管理地区)	南西部地区ゆめおりパーク (南西部地区)	ゆめおりスポーツパーク (運動公園)
指定管理公園数	170(緑地の管理も含む)	8
発生する剪定枝について	枝葉、丸太、草が発生。剪定枝については土砂の混入はない。ほとんど発生しないが、伐根もあり、土砂が混入する。	
剪定枝の発生量(m ³ /年)	352.7(H21 年度実績)	129.9(H20 年度実績) 24.2(H21 年度実績)
取引相手	青南建設(株)青梅工場 (株)エコグリーンテクノ (株)富士リバース本社工場	
用途等	チップ化しいわき大王製紙でバイオマス燃料として利用 ・ チップ化し堆肥として販売	
剪定枝発生時期	緑地が多いため、苦情・要望(日当たりの改善や落ち葉対策)による剪定が多く、スポットで発生する。また、3月の剪定枝発生量が最も多いが、これは、冬季に落葉するため剪定しやすいことと芽吹き前の時期に剪定しておくという理由(図表 1-8)。 したがって、年度ごとの発生量のばらつきはあるが、発生時期は一定の傾向がある。	剪定のための年間予算を組んでおり、毎年1~2公園ずつ計画的に剪定を行っている。葉が落ちて剪定しやすい冬季に剪定作業を行う。(図表 1-9)。 また、要望・苦情への対応による剪定もあり、スポットで発生する。傾向としては、落ち葉が多くなる秋前~冬にかけてが多い。また、夏は葉が生い茂ることから、剪定の要望がある年もある。 したがって、年度ごとの発生量のばらつきはあるが、発生時期は一定の傾向がある。
本事業への剪定枝提供の意向	対象となる施設へ剪定枝を提供する際、市と結んでいる協定の内容(剪定枝処理費)がどのようになるのかによって、検討する。受入先が民間であれば問題はない。	
その他	おおむね直径5cm以上の物を丸太として希望者に配布しており、需要は大きい。直径5cm以下のものは再資源化施設へ持ち込んでいる。 〔運搬車両〕基本はパッカー車。トラックを使用することもある。	平成23年1月に発生した丸太24t程度は全量引き取って頂けた。余るようであれば、再資源化施設に持っていくことになる 〔運搬車両〕パッカー車、ダンプトラック



図表 1-8 南西部地区ゆめおりパークの剪定枝発生量実績（平成 21 年度実績）



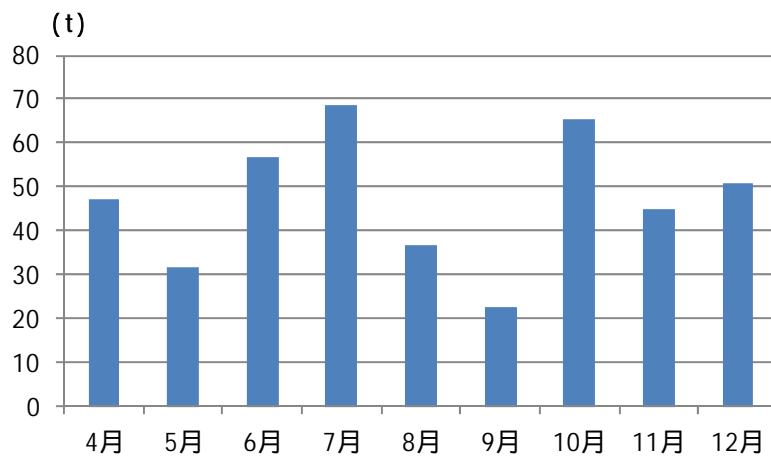
図表 1-9 ゆめおりスポーツパークの剪定枝発生量実績（平成 20、21 年度実績）

(c) 北部地区の公園（ノースパーク）

図表 1-10 ノースパークが管理する公園での剪定枝発生状況

事業者名(管理地区)	ノースパーク(北部地区)		
指定管理公園数	320		
剪定枝の発生量と現状の用途	発生量 ¹	取引相手	用途等
	425.8t/年	不明	作業委託先が処理先を選定しているため、季節変動は不明。 約80m ³ は、薪、彫刻材料等として市民に配布されている。
剪定枝発生時期	常緑樹:4,5,6月 落葉樹:10~3月		
本事業への剪定枝提供の意向	平成24年3月末まで産業廃棄物処理を契約済み。一部を市民配布しているが、ほとんど産業廃棄物として処理している。		
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・担当エリアは中央線から北側。 ・作業委託先も11~12社あり、データは把握できていない。一部は毎年剪定するが、3~5年に1度のところもあり、年間発生量は安定していない。 ・トラック、パッカー車等により収集。 ・剪定木と草は混合で産廃業者に納入されている。 ・市民配布は1年前の2月に市役所の資材置き場で約80m³程度を配布したことがある。 		

1. 平成22年4~12月の実績を集計。



図表 1-11 ノースパークの剪定枝発生量実績（平成22年4~12月実績）

入手できたデータを基に作成。

(d) 長池公園

図表 1-12 長池公園での剪定枝発生状況

事業者名(管理地区)	フュージョン長池公園		
剪定枝の発生量と現状の用途	発生量 ¹ 18.2t/年	取引相手 なし	用途等 園内利用を行っている。
本事業への剪定枝提供の意向	園内で、木質バイオマス活用を行う実証試験を行っており、今後も継続的に利用する。利用方法は、炭焼き、薪、堆肥など。		

[資料] 東京大学 寺田徹、長池公園の植生管理に伴うバイオマス発生量の推定

1. 平成 21 年度実績。

(e) 上柚木公園

図表 1-13 上柚木公園での剪定枝発生状況

事業者名(管理地区)	財団法人八王子市学園都市文化ふれあい財団		
剪定枝の発生量と現状の用途	発生量 -	取引相手 なし	用途等 堆肥等に資源化。
本事業への剪定枝提供の意向	定期的に選定作業を行っておらず、毎年の剪定枝発生量が見込めない。また、発生量も少量であるため、利用が困難。		

(f) ヒアリングまとめ

以上のヒアリング結果を踏まえ、図表 1-14 に剪定枝の発生量についてまとめました。この結果、市内では約 2,600t/年の剪定枝が発生していると推計されました。

図表 1-14 市内公園の剪定枝発生量¹

公園剪定枝	
ノースパーク	426 t/年
日産マルベリーパーク	2,000 t/年
南西部地区ゆめおりパーク ¹	159 t/年
ゆめおりスポーツパーク ¹	35 t/年
長池公園	18 t/年
上柚木公園	0 ² t/年
合計	2,638 t/年

1. 剪定枝のかさ比重を 0.45t/m³とした。

2. 定期的な剪定作業を行っておらず、発生量が正確に把握できないためゼロとした。

(4) 剪定枝の利用可能量及び調達コスト

剪定枝の利用可能量

指定管理者へのヒアリング結果から、公園剪定枝は、主に廃棄物処理施設や再資源化施設へ運搬・チップ化され、燃料や堆肥等に利用されていることがわかりました。そのため、これらの再資源化施設へのヒアリング調査を実施し、剪定枝の利用可能性及び調達コストを把握することとしました。

公開されている情報やヒアリングを基に、市内で木くずや剪定枝の受入れを行っている再資源化施設を抽出し、以下に事業者の概略をまとめました。

図表 1-15 市内の再資源化処理事業者

事業者名	青南建設(株)	(株)エコグリーンテクノ
住所	本社: 東京都八王子市榑原町 1271-17 青梅工場: 東京都青梅市新町 6-8-7 片倉工場: 東京都八王子市片倉町 1778-1 美山: 東京都八王子市美山町 216-2	本社: 東京都八王子市川口町 893-6 戸沢営業所: 東京都八王子市上川町 3272-1 今熊営業所: 東京都八王子市上川町 4166-1
設立年	昭和 48 年 12 月 13 日	平成 12 年 11 月 21 日
資本金	1,000 万円	1,000 万円
従業員数	68 名	5 名
事業概要	<ul style="list-style-type: none"> ・山林の経営 ・とび、土工工事業 ・土木一式工事業 ・建築、設計の施工並びに管理 ・宅地、建物取引業 ・産業廃棄物処理業 ・産業廃棄物収集運搬業 ・一般廃棄物処理業 ・一般廃棄物収集運搬業等 	<ul style="list-style-type: none"> ・堆肥及びチップの生産・販売 ・特殊肥料生産業者 13 肥飼検肥 第 39 号 ・肥料販売業務 13 肥飼検肥 第 40 号 ・特殊肥料生産業者 13 肥飼検肥 第 206 号 ・肥料販売業務 13 肥飼検肥 第 207 号

関係事業者へのヒアリングによると、青南建設(株)は市内の剪定枝処理量の過半数 を占めており、市内の剪定枝処理の動向を把握するため、ヒアリングを実施しました。

その他業者として、(株)エコグリーンテクノ、(株)セントラルクリーン、(有)ユーカリプタス、(有)島村商店、(株)まごころ清掃社、(株)富士リバーズ等がある。

青南建設(株)では、片倉工場で受入・破碎された剪定枝を青梅工場に搬送し、製品チップを製造します(図表 1-16)。現状では剪定枝チップのほとんどが、いわき大王製紙(株)(福島県)のバイオマス発電の燃料チップとして利用されている状況です。



【資料：青南建設(株)提供資料より作成】

図表 1-16 青南建設(株)で受け入れた剪定枝の流れ

青南建設(株)片倉工場における平成 22 年度の剪定枝搬入量を図表 1-17、図表 1-18 に示します。10 月が最も多く 3,315m³/月で、最も少ない 4,5 月においても 1,000 m³/月を超える量の剪定枝が搬入されています。青南建設(株)へのヒアリングによると、現状では、約 600t/月の剪定枝チップをいわき大王製紙(株)に販売しており、同時に、剪定枝チップの 3 倍程度の量の建築解体材チップも販売しています。したがって、剪定枝チップの代わりに建築解体材チップをいわき大王製紙(株)へ販売することが可能であり、約 600t/月の剪定枝チップを、本事業で検討する事業に提供可能ですが、同社の搬入元の地域は八王子市内とは限定されておらず、周辺地域からの持込も含みます。

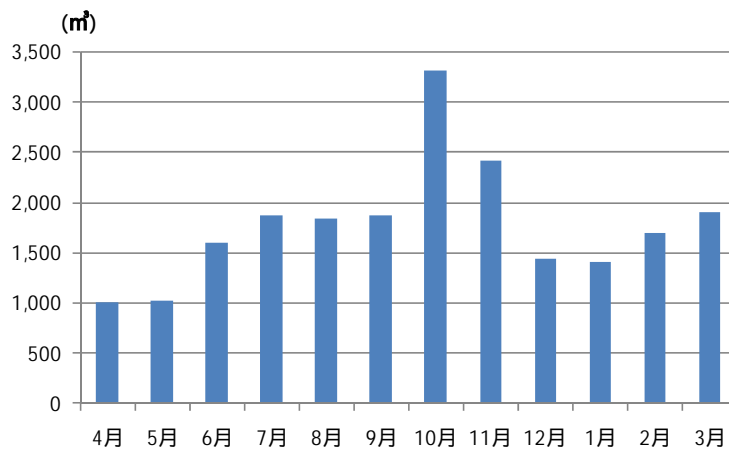
また、図表 1-19 に剪定枝チップの品質基準を示します。剪定枝チップは生木と同様、比較的高水分であると考えられ、木質バイオマスボイラで燃焼させる際、不完全燃焼が生じる可能性があります。そのため、市内で同様に燃料利用する際には、関係する剪定事業者とも連携、協力関係を築き、青南建設(株)への剪定枝搬入前にある程度、ストックヤードで乾燥させることが考えられます。本調査のヒアリングを通じ一部、剪定事業者から合意が得られることがわかりました。

以上のヒアリング結果を踏まえると、市内での木質バイオマスボイラ導入に際して、青南建設(株)は燃料供給事業者として有力候補であると考えられます。

図表 1-17 平成 22 年度の剪定枝の搬入量（青南建設(株)片倉工場）

4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	
1,014m ³	1,023 m ³	1,598 m ³	1,870 m ³	1,836 m ³	1,870 m ³	
10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	合計
3,315 m ³	2,420 m ³	1,444 m ³	1,404 m ³	1,700 m ³	1,900 m ³	21,394 m ³

【資料：青南建設(株)提供資料より作成】



【資料：青南建設㈱提供資料より作成】

図表 1-18 剪定枝の搬入量 (青南建設㈱片倉工場、平成 22 年度)

図表 1-19 青南建設㈱における剪定枝チップの品質基準

品質項目	基準
発熱量	1,800 ± 200 kcal/kg
原料	生木・剪定枝など
サイズ	5 ~ 50mm 以下
水分	50%以下
その他	以下の異物を含まないこと。 コンクリート・土石・土砂等の不燃物。 塩分を含んだもの。 燃焼時に有害ガスを発生するもの。 防腐処理等の重金属・有害物質(水銀など)を含んだもの。 構内搬送設備、その他の設備の操業に支障をきたすもの。 その他、木質燃料として不適当なもの。

【資料：青南建設㈱提供資料より作成】

また、市内の剪定枝処理業者の中には、薪の製造を行っている業者もあり、そういった業者と連携・協力することで、市内から発生する剪定枝を薪として利用することも可能です。

これまでの調査結果を基に、剪定枝利用可能量等をにまとめました。

青南建設㈱青梅工場にて販売している剪定枝チップの量は、7,200t/年となっており、こちらについては、全量利用可能であることが確認できています。ただし、この利用可能量には、八王子市以外の近隣の市町村で発生する剪定枝も含んでおり、八王子市のみで発生する剪定枝量を把握することは困難です。

ヒアリングによると、八王子市内からの剪定枝搬入量が約 6 割、八王子市以外からの剪定枝搬入量が約 4 割となっているため、市内持込量は約 4,320t/年程度であると推測されます。

ここには、市立公園剪定枝及び市道の街路樹剪定枝以外のものや、本調査において把握できていないものも含むため、剪定処理業者から把握した量より多くなっています。また年度による変動も含めて数値には幅があるものと考えられます。そのため、八王子市では利用可能量の数値を用いることとします。公園剪定枝は剪定処理業者による把握の数値、街路樹剪定枝は東京都等の算定式を用いた推計値です。

図表 1-20 剪定枝の利用可能量

種 類	利用可能量 (t/年)	利用可能量 (t/年)	木材発熱量 (MJ/kg)	利用可能量	
				熱利用 (GJ/年)	電力利用 (MWh/年)
データ元	剪定処理業者	産廃業者	7.8	19,896	1,579
公園剪定枝	2,638	4,320			
街路樹剪定枝	1,006				
合計	3,644	4,320	-	19,896	1,579

街路樹剪定枝の量は東京都等の算定式を用いた推計値、含水率は50%と想定した
 (市町村道延長×市町道発生原単位=1,257.347km×0.8t/km 1,006 t/年)

剪定枝の調達コスト

青南建設㈱から剪定枝チップを調達することを想定し、剪定枝チップの調達コストに関して、担当者へのヒアリングを実施したところ、4t車で輸送した場合9円/kg程度で利用できると考えられます。なお、10t車といった大型車両を用いることで、利用価格はより低減化することが可能です。

1.1.2 林地残材の発生量及び利用可能量調査

八王子市は、ベッドタウンとしての住宅地が広がる一方、八王子西部地域においては林業地として古くから意欲的な林業経営が営まれてきており、これらの森林から林地残材等の発生を見込むことができます。そこで、八王子市の森林概況を把握し、林地残材等の発生量をまとめました。

(1) 八王子市の森林概況

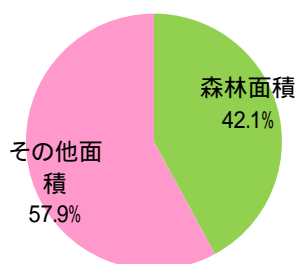
八王子市の総土地面積 18,631ha のうち林野面積は 7,841ha であり、林野率は約 42.1%となっています。

図表 1-21 林野面積

	総土地面積 (ha)	森林面積 (ha)	森林率 (%)
八王子市	18,631	7,841	42.1

【資料：「東京の森林・林業(平成 21 年度版)」東京都産業労働局】

注)1.森林面積は、平成 21 年 4 月 1 日現在で、地域森林計画対象森林に林野庁所管国有林を加えたもの。



図表 1-22 森林面積割合

八王子市の森林を所有形態別に見ると、面積の 15.1%が国有林となっており、民有林は 84.9%となっています。民有林のうち、市有林・市行造林以外の民有林が、82.8%を占めています。

図表 1-23 所有形態別森林面積

	民有林				国有林	合計
	市有林	市行造林	他の民有林	小計		
(ha)	90	79	6,489	6,658	1,183	7,841
(%)	1.1%	1.0%	82.8%	84.9%	15.1%	100.0%

【資料：「八王子市データ」】

森林面積を機能別に見ると、水土保持林が約半分の 48.6%、森林と人との共生林が 25.7%、資源の循環利用林が 25.7%と、それぞれ半分ずつとなっています。

図表 1-24 機能別林野面積

	水土保持林			森林と人との共生林			資源の循環利用林			合計			
	育成単層林	育成複層林	天然性林	育成単層林	育成複層林	天然性林	育成単層林	育成複層林	天然性林				
(ha)	3,783	2,293	32	1,458	2,000	318	623	1,059	2,002	1,651	2	349	7,785
(%)	48.6%	29.5%	0.4%	18.7%	25.7%	4.1%	8.0%	13.6%	25.7%	21.2%	0.0%	4.5%	100%

[資料:「東京都統計年鑑(平成 20 年度版)」東京都]

注)1.四捨五入を行っているため、計算が合わないことがある。

2.数値は 2005 年農林漁業センサスのデータによる。地域森林計画対象森林のもの。

立木地別に民有林の森林面積を見ると、立木地が 6,508ha で 97.8%を占めています。立木地のうち人工林が 59.6%、天然林が 38.1%となっています。

人工的に植林したヒノキ・スギを人工林と呼び、その他のマツなどの針葉樹、ナラ・クヌギなどの広葉樹を「天然林」と呼んで区別するのが一般的です。

図表 1-25 民有林立木地別面積

	立木地					竹林	無立木地			合計		
	人工林		天然林				計	伐採跡地	未立木地		計	
針葉樹 (ha)	単層林	複層林	計	天然生林			4,001					
	3,922	2	3,924	77								
広葉樹 (ha)	単層林		育天林	天然生林	計	2,507						
	46		2	2,459	2,461							
合計 (ha)	3,970			2,538			6,508	27	41	81	122	6,658
(%)	59.6%			38.1%			97.8%	0.4%	0.6%	1.2%	1.8%	100%

[資料:「東京の森林・林業(平成 21 年度版)」東京都産業労働局]

注)1.四捨五入を行っているため、計算が合わないことがある。

2.森林面積は、平成 21 年 4 月 1 日現在で、地域森林計画対象森林のもの。

また、国有林の立木地面積は、以下のようになっています。

図表 1-26 国有林立木地別面積

	人工林	天然林	林地以外	合計
面積 (ha)	942	187	54	1,183
割合 (%)	79.6%	15.8%	4.6%	100.0%

八王子市は、明治の森高尾国定公園及び 3ヶ所の都立自然公園があります。これらのうち特別保護地区及び特別地域に指定された地域は木材等の伐採に制限がかかるため、木材利用にあたっては注意が必要になります。

市内の国定公園及び都立自然公園のうち、特別地域に指定された面積は、以下のようになっています。

図表 1-27 国立公園及び都立自然公園面積

	国定公園	都立自然公園
特別保護地区	-	-
第一種特別地域	5.63	-
第二種特別地域	8.03	6.37
第三種特別地域	18.28	-
地種区分未定特別地域	-	-
計 (ha)	31.94	6.37

(2) 八王子市の森林資源量

八王子市の森林資源量をまとめました。

国有林の森林資源量

八王子市には、高尾山とその周辺に約 1,200ha の国有林があり、関東森林管理局により、管理が行われています。



注) 緑の部分が国有林。

図表 1-28 八王子市国有林位置図

国有林の森林資源量を以下に示します。

八王子市の国有林面積 1,127ha のうち、人工林が 933ha、天然林が 194ha を占め、年間の成長量を重量に換算した場合、人工林が 3,414t/年、天然林が 24t/年となります。

図表 1-29 国有林の森林資源量

種 類	面積 (ha)	蓄積量 (千 m ³)	年成長量 (千 m ³ /年)	年成長量 (t/年)	木材発熱量 (MJ/kg)	潜在賦存量 (GJ/年)
人工林	933	282	5	3,414	7.8	26,630
天然林	194	43	0.03	24	7.8	190
小計	1,127	326	-	3,438	-	26,820

民有林の森林資源量

八王子市における民有林の森林資源量を以下に示します。

八王子市の民有林面積 6,658ha のうち、人工林が 3,970ha、天然林が 2,538ha を占め、蓄積量として全ての樹木を重量に換算した場合、年間の成長量は人工林が 94,720t/年、天然林が 25,900t/年となります。

図表 1-30 民有林の森林資源量

種 類	面積 (ha)	蓄積量 (千 m ³)	年成長量 (千 m ³ /年)	年成長量 (t/年)	木材発熱量 (MJ/kg)	潜在賦存量 (GJ/年)
人工林	3,970	1,303	148	94,720	7.8	738,820
天然林	2,538	301	35	25,900	7.8	202,020
その他	149	0	0	0	7.8	0
小計	6,658	1,604	183	120,620	-	940,840

八王子市の森林資源潜在賦存量

上記のうち、除外対象面積を除く、算出対象面積による八王子市の森林資源潜在賦存量は、以下に示すように 967,660GJ/年となります。

図表 1-31 森林資源潜在賦存量

種類	面積 (ha)	蓄積量 (千 m ³)	年成長量 (千 m ³ /年)	年成長量 (t/年)	潜在賦存量 (GJ/年)
国有林	1,127	326	5	3,438	26,820
民有林	6,658	1,604	183	120,620	940,840
合計	7,785	1,930	188	124,058	967,660

(3) 森林資源の利用可能量

国有林の利用可能量

(a) 間伐面積及び材積

過去 3 年間の市内の国有林における間伐面積及び材積は、以下のようになっており、平均すると約 1,700m³/年の間伐材が発生しています。

図表 1-32 国有林間伐量

	H19	H20	H21	平均
面積 (ha)	26.4	22.4	12.1	20.3
間伐材積 (m ³)	2,850	1,162	1,075	1,696

【資料：関東森林管理局提供データ】

国有林の間伐材は、林内放置が認められているため、伐採材積の 20%を搬出利用すると想定すると、伐り捨て間伐材の利用可能量は 217t/年となります。

図表 1-33 国有林伐り捨て間伐材量

項目	単位	数量
国有林間伐材利用可能量	t/年	217
国有林伐り捨て間伐材材積	t/年	1,085
国有林伐り捨て間伐材材積	m ³ /年	1,696

【資料：関東森林管理局提供データ】

注) 1.WB50%比重 0.64 スギとして換算。

2.伐り捨て間伐材搬出割合は、20%として算出。

(b) 国有林生産量

八王子市内の国有林における、過去 3 年間の生産量は、以下のようになっています。平均すると、年間約 1,800m³の生産が行われています。

図表 1-34 国有林素材生産量

	H19	H20	H21	平均
面積 (ha)	27.3	22.4	12.1	20.6
素材生産量 (m ³)	3,082	1,162	1,075	1,773

【資料：関東森林管理局提供データ】

(c) 国有林複層伐量

国有林においては、素材生産のほか、複層伐も行われています。複層伐の実施実績は、以下のようになっています。

図表 1-35 国有林複層伐

	H19	H20	H21	平均
面積 (ha)	0.9	-	-	0.9
伐採材積 (m ³)	232	-	-	232

【資料：関東森林管理局提供データ】

(d) 土場残材利用可能量

素材生産時に利用されない部分(幹の先端部分:末木枝条や根元部分など)が土場へ残されます。上記の生産量(幹材積)のうち、80%を素材として利用可能と想定した場合の、土場残材量を求めました。土場残材の利用可能量は、205t/年と推計されます。

図表 1-36 土場残材発生量

項目	単位	数量	備考
国有林土場残材利用可能量	t/年	205	素材生産、複層伐合計
国有林土場残材発生量	t/年	257	
素材生産・複層伐量	m ³ /年	2,005	
土場残材率:針葉樹		0.20	
残材利用可能率		0.80	想定値

【資料:関東森林管理局提供データ】

注)1.WB50%比重 0.64 スギとして換算。

2.林地残材率 = 20%

(4) 民有林の利用可能量

民有林の森林資源構成

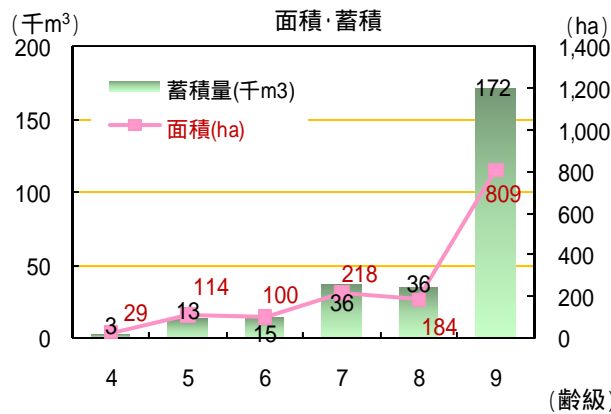
市内の民有林のうち、4～9 齢級(16～45 年生)の針葉樹人工林の森林資源構成は、以下のようになっています。この中でも、昭和 40 年頃に植林された 9 齢級(36～40 年生)の森林が 809ha と最も多くなっています。

図表 1-37 森林資源構成

齢級	面積(ha)	蓄積量(千 m ³)	蓄積量(t)	ha あたり蓄積量(m ³ /ha)
4 齢級	29	3	1,634	89.39
5 齢級	114	13	8,504	116.42
6 齢級	100	15	9,564	149.80
7 齢級	218	36	23,146	166.23
8 齢級	184	36	22,751	193.10
9 齢級	809	172	109,859	212.16
合計	1,453	274	175,457	927.11
平均	242	46	29,243	(加重平均)154.52

【資料:「東京の森林・林業(平成 21 年度版)」東京都産業労働局】

注)1.WB50%比重 0.64 スギとして換算。



図表 1-38 年齢別の森林資源蓄積量

(a) 民有林間伐実施量

民有林の間伐実施量の経年変化を以下に示します。

八王子市内で行なわれている間伐事業には、東京都環境局により行われている「多摩の森再生事業」による間伐、間伐補助事業(国庫補助・都単補助)による間伐及び、「市有林」の維持管理のほか土地所有者と収益を分収する「市行造林事業」による間伐の3種類があります。

「市行造林事業」においては、人工林の育成管理のほか、国土保全・保健休養・観光の面からの森林の公益的機能を考慮し、林業の活性化を東京都森林組合(林業者の出資組合)と共に行っています。

それぞれの過去5年間の間伐面積は、以下のようになっています。

図表 1-39 間伐実施面積

事業分類	H17	H18	H19	H20	H21	平均	間伐強度
多摩の森再生事業	78	53	46	22	30	46	30%
間伐補助事業	60	63	106	55	-	71	20%
市行造林事業	6	15	13	15	11	12	25%
合計(ha)	144	131	165	92	41	129	-

【資料:「東京の森林・林業(平成17~21年度版)」東京都産業労働局、八王子市データ】

注)1.間伐補助事業のH21年度実績はデータとして出ていない。

「多摩の森再生事業」による間伐面積は減少傾向にあります。これは、事業の推進により間伐対象となる林分が減少していることに起因すると考えられます。間伐補助事業及び市行造林事業による間伐面積は、年度により変動はあるものの、大きな増加・減少の傾向はありません。

平均すると、過去5年間の間伐面積は、約130haとなっています。今後は、多摩の森再生事業が減少する傾向にあるため、年間100ha程度の間伐が行われると考えられます。

(b) 民有林伐り捨て間伐材発生量

間伐実施後に林地へ放置される伐り捨て除間伐材の量を以下に示します。除間伐対象となる4~9年齢の平均蓄積量と間伐実施面積から間伐材積を算出し、伐り捨て間伐材量を求めました。

八王子市で年間に発生する伐り捨て間伐材量は、2,656t/年、そのうち利用可能量が531t/年となります。

図表 1-40 伐り捨て除間伐材量

項目	単位	数量	備考
伐り捨て間伐材利用可能量	t/年	637	
伐り捨て間伐材	t/年	3,185	
伐り捨て間伐材	m ³ /年	4,978	
4～9 齢級 ha あたりの蓄積量	m ³ /ha	154.5	人工林蓄積量/人工林面積
間伐実施面積	ha/年	129	3 事業の合計
間伐強度		25%	3 事業の平均
伐り捨て間伐材利用割合		20%	想定値

【資料：「東京の森林・林業」東京都産業労働局、八王子市データ】

注) 1.WB50%比重 0.64 スギとして換算。

(c) 民有林の皆伐実施量

八王子市内の民有林における、過去3年間の皆伐実施量は以下のようになっています。平均すると、民有林からは年間約 1,570m³ の素材生産が行われています。

図表 1-41 皆伐実施量

	H19	H20	H21	平均
皆伐実施面積 (ha)	6.7	7.7	3.4	5.9
立木皆伐材積 (m ³)	533	3,240	926	1,566

【資料：東京都森林事務所提供データ】

(d) 民有林土場残材利用可能量

皆伐を行い、材を搬出した時、用材として利用されない部分(幹の先端部分:末木枝条や根元部分など)が土場へ残されます。上記の伐採量(幹材積)のうち、80%を素材として利用可能と想定した場合の、土場残材量を求めました。

民有林からの土場残材の発生量は、200t/年と推計されます。

図表 1-42 林地残材量

項目	単位	数量	備考
土場残材利用可能量	t/年	160	
土場残材発生量	t/年	200	
皆伐量	m ³ /年	1,566	
土場残材率: 針葉樹		0.20	
残材利用可能率		0.80	想定値

【資料：東京都森林事務所提供データ】

注) 1.WB50%比重 0.64 スギとして換算。

2.土場残材率 = 20%

利用可能量まとめ

これまで試算を行った、八王子市内の森林から発生する木質バイオマス資源量をまとめました。

図表 1-43 木質バイオマス資源量

種 類	木質バイオマス発生量 (t/年)	利活用量 (t/年)	利活用方法	利用可能量 (t/年)	木材発熱量 (GJ/t)	利用可能量		
						熱利用 (GJ/年)	電力利用 (MWh/年)	
民有林	伐捨間伐材	3,186	0	利用なし	637	7.8	3,480	280
	土場残材	200	0	利用なし	160	7.8	880	70
国有林	伐捨間伐材	1,085	0	利用なし	217	7.8	1,180	90
	土場残材	257	0	利用なし	205	7.8	130	10
合 計		4,501	0	-	1,219	-	6,660	530

注) 伐り捨て間伐材は発生量の20%を、土場残材は発生量の80%を利用可能と想定した。

搬出可能状況

利用可能な木質バイオマスのうち、搬出可能な材の状況を把握しました。

(a) 路網整備状況

八王子市内の林道網整備状況は、以下のようになっています。

これは、全国平均と比較しても非常に低密度となっており、施業の効率向上のためにも林道網の整備が急がれます。

図表 1-44 林道網整備計画

全体計画(m)	既設延長(m)	今後全体延長(m)	森林面積(ha)	現況密度(m/ha)
38,389	36,534	1,855	6,658	5.5

【資料：「東京の森林・林業(平成21年度版)東京都産業労働局」】

注) 1.平成21年4月現在。

2.既設の林道延長には、間伐作業道を含む。

(b) 搬出可能距離

現在、多摩地域で行われている一般的な搬出方法による林道からの木材の搬出可能距離は、搬出方法ごとに、以下のようになっています。

図表 1-45 搬出可能距離

搬出方法	道上	道下	備考
スイングヤーダ	100～150m (+木材長)	100～150m (+木材長)	木は斜めに倒すため、木材長は10m程度となる。
ウィンチ	20m程度	50m	道上は危険なため、基本は行わない。仮に行う場合の距離。
手作業(なぐり出し)	100m	不可能	基本的には、道に近いところのみ。

【資料：東京都森林組合ヒアリング】

(c) 搬出コスト

上記の搬出方法による多摩地域の山林における一般的な搬出コストは、地域の林業事業者へのヒアリングによると、以下のようになっています。

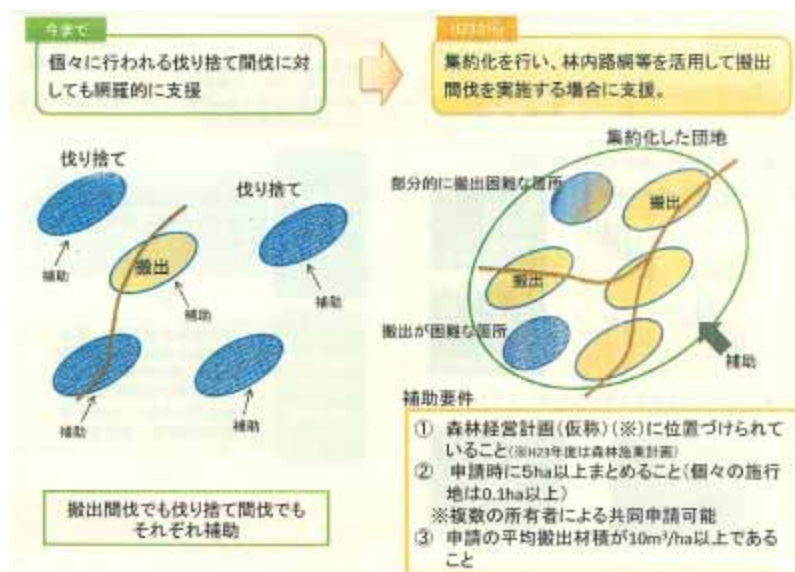
図表 1-46 搬出コスト

搬出方法	搬出コスト	備考
スイングヤーダ	100～120m: 6～7,000 円/m ³ 150m: 8,000 円/m ³ 200m: 9,000 円/m ³	距離によって変わる
ウィンチ	12,000～15,000 円/m ³	
手作業(なぐり出し)	20,000 円/m ³	

【資料：東京都森林組合ヒアリング】

上記の表からもわかるように、山林からの木材の搬出コストは非常に大きく、林地には未利用材(伐り捨て間伐材等)が発生しているものの利活用を阻害する要因ともなっています。

また、平成 23 年度から、「10 年度の木材自給率 50%以上」に向けた国の方針により、森林計画制度の見直しが行われます。その中で、これまで伐り捨て間伐にも適用されていた補助制度の適用条件の変更があり、「森林経営計画(平成 23 年度については森林施業計画)が作成されており、5ha 以上まとめた面積の間伐を行い、かつ搬出材積が 1ha 平均 10m³ 以上である」森林に対してのみ、補助が行われることとなります。



【資料:林野庁資料】

図表 1-47 間伐の補助要件

搬出を行わない伐り捨て間伐は、補助の対象とならないため、今後は補助申請を行った林分から、間伐材が搬出される可能性があり、用材としての価値が見込めない低質材については、バイオマス利活用できることが見込めます。

これらの材を有効に利活用していくためには、八王子市の山林の状況に合った、低コストな搬出方法を考案する必要があります。

(d) 道からの搬出可能量

林地残材の全てを林内から搬出することは、林道整備がなされていない現状においては非常に困難であるため、既に設置されている道(林道等)に近い部分(道の上下 200m 範囲内)の間伐材が搬出することを想定しました。搬出可能距離のイメージは、以下のようになります。



図表 1-48 搬出距離イメージ

このうち、4割の面積から間伐材を搬出すると想定した場合、搬出可能な間伐材量は、約224t/年となります。

図表 1-49 道からの搬出可能量

項目	式	数値
林道等密度(m/ha)	A	5.50
間伐面積(ha/年)	B	129
間伐面積にかかる林道長(m)	$C=A*B$	709
道からの搬出可能距離(上下共)(m)	D	200
搬出可能面積(ha)	$E=C*D*2/10,000$	28
搬出可能面積率(%)	$F=E/B$	22.0%
haあたり蓄積(m ³ /ha)	G	155
搬出可能距離材積(m ³)	$H=E*G$	4,380
間伐率(%)	I	20.0%
搬出可能な間伐材積(m ³ /年)	$J=H*I$	876
比重	K	0.64
搬出可能な間伐材量(t)	$L=J*K$	561
搬出面積率(%)	M	40.0%
搬出間伐材量(t)	$N=L*M$	224

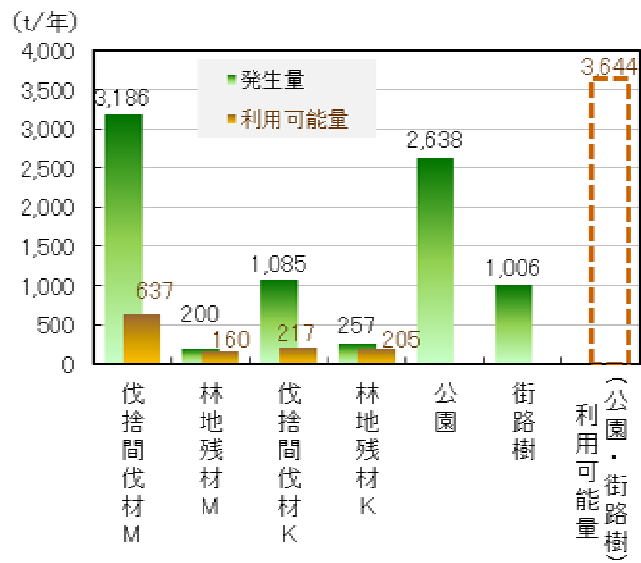
注) 上記は、市内民有林の間伐材に限った場合の搬出可能量。

1.1.3 利用可能量まとめ

市内から発生する、剪定枝及び林地残材等の利用可能量は、以下のように試算されます。

八王子市においては、剪定枝の利用可能量が大きく、剪定から回収のルートが既に確立されており、コスト面で有利なため、剪定枝を中心に利活用を行うことで、木質バイオマスの利活用を進めていくことができます。

また、山林からの材については、現状では搬出コスト面での課題が大きいいため、将来的には、搬出条件を整えた上で、利活用の可能性があります。



注) 公園・街路樹の剪定枝の利用可能量は、公園・街路樹剪定枝以外のものも含むため、参考数値とする。
M: 民有林、K: 国有林

図表 1-50 市内からの木質バイオマス発生量及び利用可能量(まとめ)

1.2 木質バイオマスボイラの熱需要先調査及び機器、設置場所の選定

1.2.1 バイオマスの利用技術

木質バイオマスエネルギーを利用するために必要な設備について整理します。木質バイオマス燃料にはいくつか種類があり、燃料にあった設備が必要になります。一般的なバイオマス燃料としては、ペレット燃料、チップ燃料、薪燃料があり、それぞれペレットボイラ、チップボイラ、薪ボイラがあります。

各ボイラによって構造や特徴が異なっており、また同じチップボイラにおいても、対応できる燃料や効率その他性能が違ってきます。

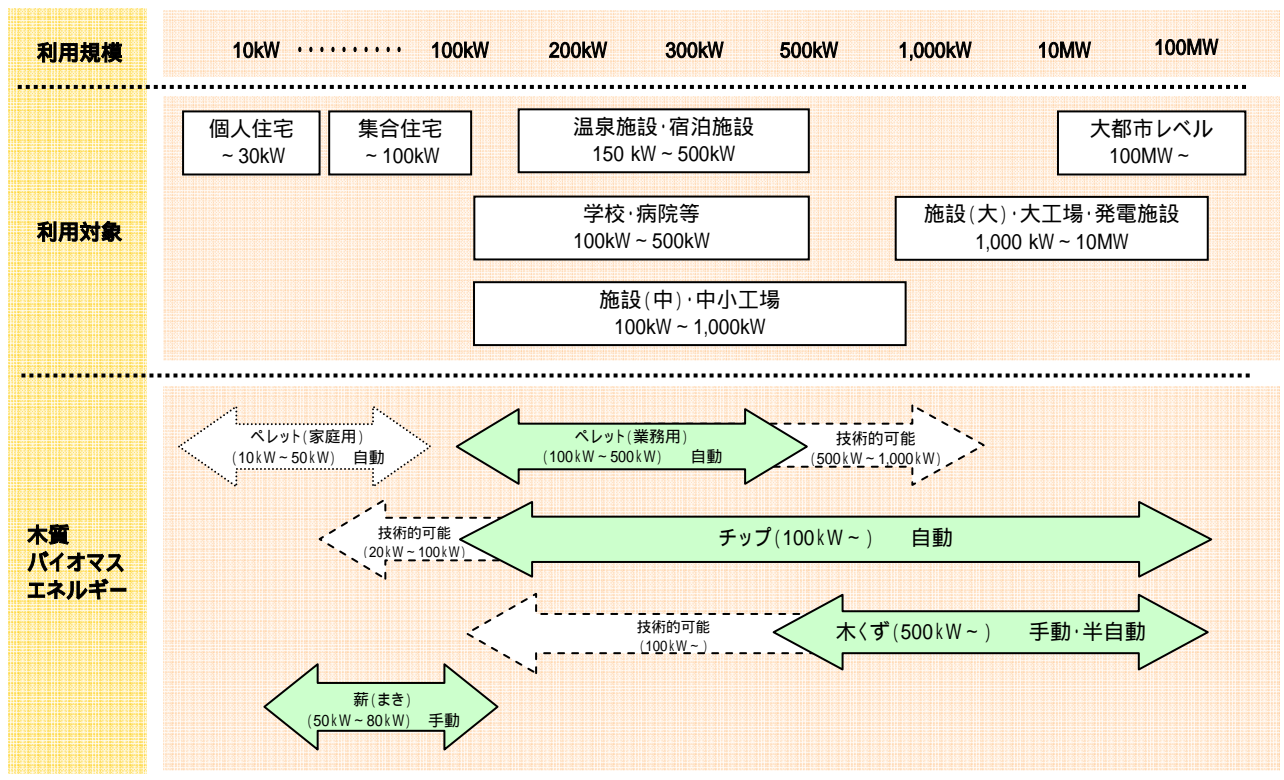
図表 1-51 バイオマスボイラの特徴

	チップボイラ	ペレットボイラ	薪ボイラ
初期設備導入費用	ペレットより高額	チップより安価	小型のため比較的安価
対応出力	大出力が可能	MAX.581kW/機	小規模出力がメイン
設備設置面積	大きい	小さい	小さい
着火方法	手動/自動	自動	手動
ボイラ効率	～80%	～85%	～85%
燃料含水率	～55%WB	10%WB 前後	～20%WB
運転・燃料供給	全自動が多いが燃料供給がバッジ式(手動)の機種も有	全自動	燃料供給が手動になるため、人手が必要
車両から燃料サイロへの補給方法	燃料サイロへダンプアップによる	フレコンバックをクレーン等で吊り上げてサイロへ補給	手作業で燃料供給口に投入

また、木質バイオマスを利用する設備に関しては、地域内で入手又は製造出来る木質バイオマス燃料を明確にし、適応可能な木質バイオマスボイラを選定していくことが重要となります。

木質バイオマス燃料と利用機器、木質バイオマス燃料と製造設備には、以下のような導入の傾向があります。

八王子市においては、ペレット製造施設がなく、短期的に供給体制を整えることは困難であるため、設備の規模や特性を考慮したうえで、チップ・薪の利用を考えるものとします。



バイオマス燃料別の設備規模傾向は、温水式システムを対象

図表 1-52 木質バイオマスの規模別利用特性

図表 1-53 燃料別利用法

燃料種類	適応規模(国内)	市内での利用における考察
<p>薪</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模(住宅等) :ストーブ 10～30kW :ボイラ(手動)30～80kW 	<p>薪を燃料とした利用設備は、住宅用の給湯ボイラ等既存技術が確立されている。対応規模については、燃料の形状が一定ではないので自動供給が困難であり一般的に手動で対応しなくてはならないため、1日中稼働している施設や中・大規模施設では燃料補給や管理が大きな負担となる。なお、最適な利用対象規模は住宅でのストーブ利用や小規模施設(～80kW/機)での利用に向いている。</p>
<p>チップ</p>  	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模(住宅等) :ボイラ(自動)50～100kW ●中大規模(施設・工場) :ボイラ(自動)100kW～ 	<p>チップは、既存のチップ生産工場や製材所等で生産したものを比較的安価で大量に調達出来るため、中・大規模施設(100kW～)に利用にされることが多い。</p> <p>小規模(50～100kW)利用においては、一般的に繊細な運転制御が求められ、現状では国内で取扱っている機器に関しては、安定性や運転対応出来る技術が未成熟であり、技術的改良点が課題とされている。木質バイオマスエネルギー利用が進む欧州では、小規模(10～50kW)の熱利用機器の開発が進み、技術的に成熟したものが一般市場に形成されている。近年、国内においても主要メーカーが日本の需要規模に適應したチップボイラの開発を進めているため、将来的には小規模対応の利用技術が拡大していくものと推測される。</p>
<p>ペレット</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ●小規模(住宅等) :ストーブ 10～30kW :ボイラ 50～100kW ●中大規模(施設・工場) :ボイラ(自動)100～500kW 	<p>ペレットは、燃料の大きさや含水率等性状が安定しているため、他のチップや薪、木くず等の木質バイオマス燃料に比べて、ペレット燃焼機による繊細な運転制御が可能であるため、住宅等比較的小規模(10～100kW)需要に対応が可能である。また、ストーブからボイラまで燃焼機器のラインナップが豊富にあることが特徴である。しかし、導入する設備規模が大きくなると相対的に燃料使用量も増えるため、他のバイオマス燃料に比べて価格が高いペレットは、同等の規模で比較すると他のバイオマス燃料(チップ、木くず)より、経済性で不利になる傾向にある。また、地域内及び近隣市町村で生産拠がないと外部から遠距離の調達をしなければならないが、現状で市内において生産している事業者はなく短期的に考えると、ペレットボイラの導入優先度は低いと考えられる。</p>

1.2.2 エネルギー需要先アンケート調査

市内施設への木質バイオマスボイラ導入対象として、市内民間施設に対し、現在のエネルギー需要状況・及び木質バイオマスボイラ導入への意向調査を行いました。

(1) アンケート対象

アンケート対象として、以下の条件に該当する施設を抽出し、397 施設に対しアンケート調査票を送付しました。

- ・ 温浴施設:9 施設
- ・ エネルギー多消費工場(年間エネルギー需要量原油換算 1,500kL 以上):49 施設
- ・ 工業団地内の工場:202 施設
- ・ 介護・福祉施設:75 施設
- ・ 病院:37 施設
- ・ スポーツ施設:13 施設
- ・ 宿泊施設:21 施設

(2) アンケート結果

結果概要

- ・ アンケート送付数:397 施設
- ・ 回答数:110 施設
- ・ 回答率:27.7%

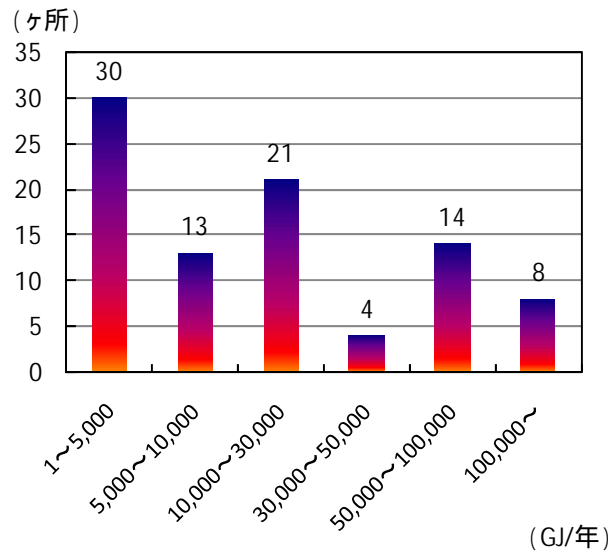
施設のエネルギー需要状況

エネルギー需要状況について回答のあった施設のエネルギー需要規模は、以下のようになっています。

5,000GJ/年以下のエネルギー需要の施設が最も多く、37 件となっており、100,000GJ/年以上のエネルギー需要がある施設は、8ヶ所となっています。

図表 1-54 エネルギー需要規模別事業所数

熱量(GJ/年)	事業所数
100,000～	8
50,000～100,000	14
30,000～50,000	4
10,000～30,000	21
5,000～10,000	13
1～5,000	30
無回答	20
合計	110



図表 1-55 エネルギー需要規模別事業所数グラフ

また、回答のあった民間施設 110 施設の年間エネルギー需要量の合計は、以下のようになります。このエネルギーを全て木質バイオマスに転換しようとした場合、チップで 39.3 万 t/年、薪で 32.7 万 t/年、ペレットで 12.4 万 t/年の燃料が必要となります。

図表 1-56 市内民間施設エネルギー需要量

燃料	灯油	A 重油	LP ガス	都市ガス	電気	熱量換算 合計	原油換算 合計	チップ 換算	薪換算	ペレット 換算
単位	kL/年	kL/年	千 m ³ /年	千 Nm ³ /年	MWh/年	TJ/年	kL/年	千 t/年	千 t/年	千 t/年
需要量	937	601	1,625	16,521	329,374	3,929	102,851	393	327	214

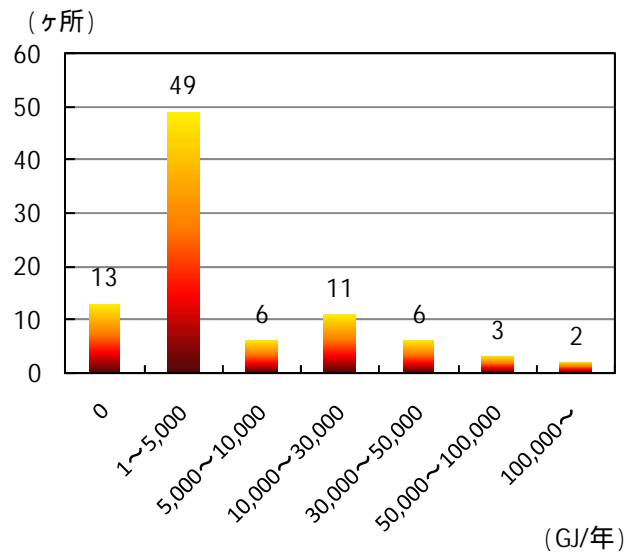
ただし、八王子市において、木質バイオマスで発電を行うためには、規模が大規模でないと、採算を取るの非常に難しく、八王子市においては、電力を木質バイオマスに代替することはあまり現実的とは考えられません。そこで、化石燃料(灯油・A 重油・LP ガス・都市ガス)のみのエネルギー需要量を、同様の方法で算出した結果、以下のようになりました。

5,000GJ/年以下の施設が最も多く、半数以上を占めています。また、エネルギー需要量が 100,000GJ/年を超える施設は、わずか 3 ヶ所となりました。

図表 1-57 エネルギー需要規模別事業所数（化石燃料のみ）

熱量 (GJ/年)	事業所数
100,000 ~	2
50,000 ~ 100,000	3
30,000 ~ 50,000	6
10,000 ~ 30,000	11
5,000 ~ 10,000	6
1 ~ 5,000	49
0	13
無回答	20
合計	110

注) 熱量が「0」の事業所は、電力以外の化石燃料エネルギーを使用していない事業所。



図表 1-58 エネルギー需要規模別事業所数グラフ

また、回答のあった民間施設 110 施設の年間エネルギー需要量の合計は、以下のようになります。このエネルギーを全て木質バイオマスに転換しようとした場合、チップで 9.6 万 t/年、薪で 8.0 万 t/年、ペレットで 5.2 万 t/年の燃料が必要となります。

図表 1-59 市内民間施設エネルギー需要量

燃料	灯油	A 重油	LP ガス	都市ガス	熱量換算 合計	原油換算 合計	チップ 換算	薪換算	ペレット 換算
単位	kL/年	kL/年	千 m ³ /年	千 Nm ³ /年	TJ/年	kL/年	千 t/年	千 t/年	千 t/年
需要量	937	601	1,625	16,521	965	25,250	96	80	52

木質バイオマスボイラ導入への意向

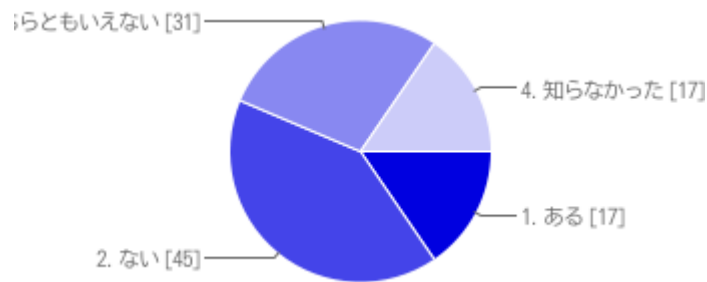
木質バイオマスボイラ導入への意向調査の結果は、以下のようになりました。

問1. 木材(チップ・ペレット・薪等)をストーブやボイラなどで燃焼させて熱利用を行う、木質バイオマスエネルギーに興味をお持ちですか？

木質バイオマスへの興味については、「ある」と回答した施設が 16 件、「ない」と回答した施設が 45 件、「どちらともいえない」と回答した施設が 29 件、「知らなかった」と回答した施設が 17 件となっています。

図表 1-60 木質バイオマスへの興味

回答	回答数	割合
1. ある	17	15.5%
2. ない	45	40.9%
3. どちらともいえない	31	28.2%
4. 知らなかった	17	15.5%

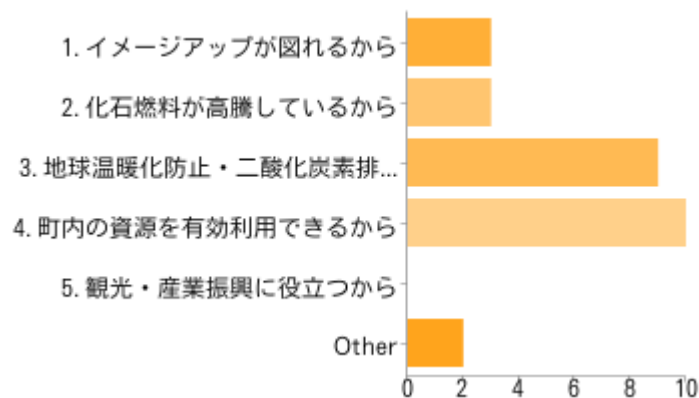


図表 1-61 木質バイオマスへの興味グラフ

問2. 「ある」と答えた方にお聞きします。興味を持たれる理由は何ですか。(複数回答可)
理由としては、「温暖化防止・CO₂排出削減」及び「市内資源の有効利用」が多くなっています。

図表 1-62 木質バイオマスに興味を持つ理由

回答	回答数
1. イメージアップが図れるから	3
2. 化石燃料が高騰しているから	3
3. 地球温暖化防止・二酸化炭素排出削減に役立つから	9
4. 市内の資源を有効利用できるから	10
5. 観光・産業振興に役立つから	0
Other	2



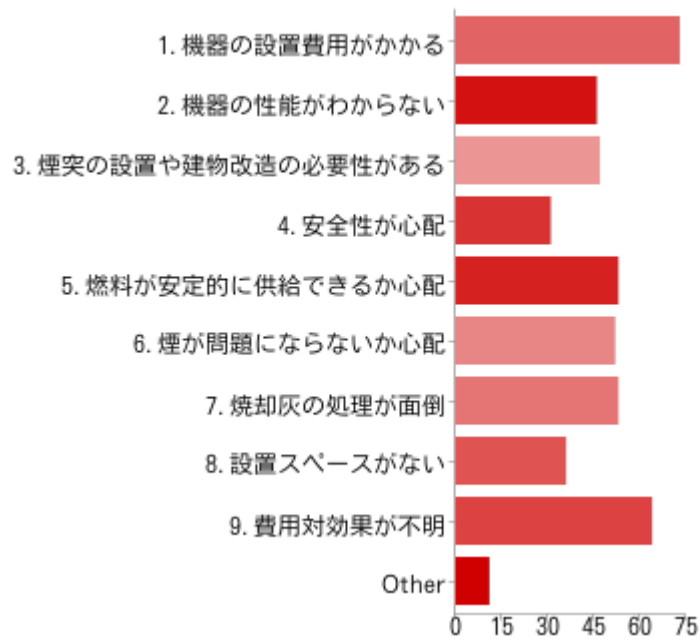
図表 1-63 木質バイオマスに興味を持つ理由グラフ

問3. 木質バイオマス機器の導入を想定した場合、心配や不安としてあげられるのはどんな点ですか。（複数回答可）

不安な点としては、費用面が最も多く回答されました。また費用対効果が不明 64 件に次いで導入後の煙や灰の問題、燃料が安定的に供給できるかなどが 50 件以上と多く回答されました。その他には機器の性能がわからない、煙突の設置や建物改造の必要性があるなども多くの回答が寄せられています。

図表 1-64 不安や心配な点

回答	回答数
1. 機器の設置費用がかかる	73
2. 機器の性能がわからない	46
3. 煙突の設置や建物改造の必要性がある	47
4. 安全性が心配	31
5. 燃料が安定的に供給できるか心配	53
6. 煙が問題にならないか心配	52
7. 焼却灰の処理が面倒	53
8. 設置スペースがない	36
9. 費用対効果が不明	64
Other	11



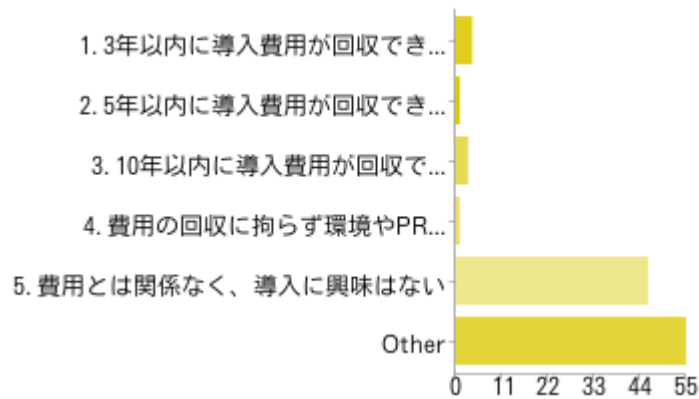
図表 1-65 不安な点グラフ

問4. 木質バイオマス機器の導入費用について、どのようにお考えですか。

導入については、「興味がない」との回答が46件と最も多くはありましたが、3年、5年、10年以内に回収できれば導入したいという回答も寄せられました。

図表 1-66 導入費用について

回答	回答数
1. 3年以内に導入費用が回収できれば導入したい	4
2. 5年以内に導入費用が回収できれば導入したい	1
3. 10年以内に導入費用が回収できれば導入したい	3
4. 費用の回収に拘らず環境やPRになれば導入したい	1
5. 費用とは関係なく、導入に興味はない	46
Other	55
無回答	1
合計	110



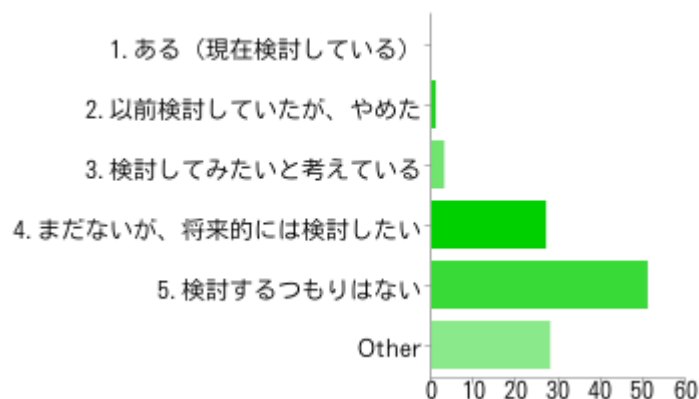
図表 1-67 導入費用についてのグラフ

問5. 木質バイオマスボイラの導入をご検討されたことがありますか。

「検討するつもりはない」という回答が51件と最も多くはありましたが、「将来的には検討したい」という回答も27件と多く寄せられました。

図表 1-68 木質バイオマスボイラ導入の検討

回答	回答数
1. ある(現在検討している)	0
2. 以前検討していたが、やめた	1
3. 検討してみたいと考えている	3
4. まだないが、将来的には検討したい	27
5. 検討するつもりはない	51
Other	28
合計	110



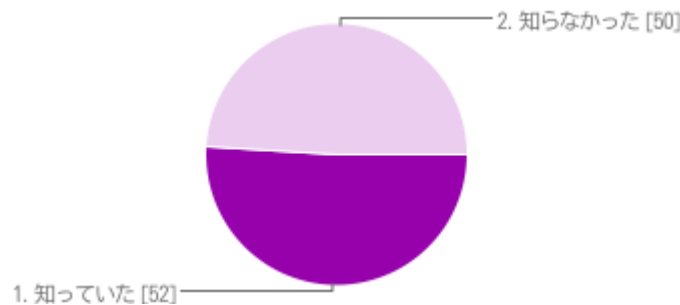
図表 1-69 木質バイオマスボイラ導入の検討グラフ

問6. 化石燃料から木質バイオマスエネルギーに転換することで、CO₂の排出削減につながるということをご存知でしたか？

「知っていた」が51%に対し、「知らなかった」も49%となっており、木質バイオマスエネルギーに対する認知度の低さがわかります。導入を機に今後市内での木質バイオマスへの関心を深める為に積極的なPR活動も必要だと思われます。

図表 1-70 木質バイオマスへの興味

回答	回答数	割合
1. 知っていた	52	51.0%
2. 知らなかった	50	49.0%



図表 1-71 CO₂排出削減効果認知

自由意見

- ・木質バイオマスエネルギーについて全く知りませんでした。現在、都市ガスを燃料としており、木質バイオマス機器の導入は予定していないのが現状です。
- ・暖冷房や給湯利用の需要は職員数が少ないためほとんどない。
- ・現在、関東経済産業局の支援を受けて、使用済紙オムツの処理をしている。(当然法律上問題無い)この廃熱を利用して温水利用を検討中です。
- ・東京都の排出量基準等が厳しいため、煤煙調査等が不安である。
- ・庭園管理で剪定済みの枝等の処理にお金がかかっている。矛盾を感じる。
- ・大型の施設導入は導入が難しいので、家庭の小さな単位の導入をまずは進めたほうが、普及するのではと思う。また、コスト面、商品の紹介等もう少し詳細が掲載されていると会社にも提案できる。
- ・森林資源の安定化のために、木質バイオマスは今後、その必要性は理解できる。問題は初期投資と、安定した燃料の調達ではないだろうか。
- ・まずは、大施設からの導入ではなく、小規模施設もしくは、民間戸建てで、小型燃料電池のような形で、導入が出来ないだろうか。
- ・暖房としては、ペレットストーブが認知されていないのでは、PRの必要性あり。
- ・新規計画のマンションやショッピングモールが集中する地域がある場合、地域熱源供給をし、個々の設備スペースの軽減効果を含め検討を進めたほうが、よいと思います。
- ・新たに施設を建設する費用、エネルギーを使ってバイオマス燃料を作るより、清掃工場でサーマルリサイクルをしていたほうが安全・安心では？
- ・現在当施設では灯油ファンヒーターと薪ストーブで暖房を行っています。薪ストーブの熱はすぐには暖はとれませんが、体の芯から温かくなりお年寄りには好評で目で見える癒しの効果もあります。
- ・バイオマスについては、すでにみなさん周知のとおり、食糧問題等にも発展しています。八王子が考える木材等では、供給量に問題があるように考えます。現状のエネルギーに変えられる供給量に甚だ疑問を呈するものです。

自由意見
<ul style="list-style-type: none"> ・バイオマスで得たエネルギー（発電）は普通、電力東京会社に売電され、日本自然エネルギー協会より、グリーン電力証書を発行してもらうのが通例です。 ・当事業部ではすでにバイオマスによるグリーン電力証書の契約を結んでいます。八王子では木質ボイラを事業部に設置することを検討して良いですか？ ・バイオマスエネルギーの活用にあたっては、東京都全体もしくは八王子市をあげて取り組んで欲しい。そのためには一般市民に理解してもらうべく、相当の PR 等が必要であろう。特に杉花粉の問題や山林資源を多く持つ八王子市としては、力を入れて取り組むべき課題と考えます。化石燃料に依存している当施設としては、今後の代替エネルギー源として期待している。しかし絶対的な燃焼カロリーの不足といった問題もあり、足りない分は現行エネルギーで補うような考え方で、環境にも良く、経費も削減できるようなシステムの構築に期待したい。そのためのアイデア作りには協力したい。 ・テナントビルへのアプローチを検討願います。 ・このことには無知でしたので、現在は意見はありません。

自由意見から PR の必要があると考えている意見が多く寄せられていることが分かります。また、バイオマスエネルギーの活用にあたっては、東京都全体もしくは八王子市をあげて取り組んで欲しいなど期待する回答も寄せられています。

1.2.3 導入検討先の抽出

(1) 公共施設

市内の公共施設のエネルギー設備及びエネルギー需要に関するデータを元に、導入可能性を検討できる施設を抽出し、ヒアリング調査を行いました。

ヒアリング対象

ヒアリング調査は、温水ボイラによる給湯を行っている施設のうち、年間のエネルギー使用量が多かった以下の施設を対象とし、ヒアリング調査を行いました。

図表 1-72 公共ヒアリング対象施設

施設名	東浅川 保健福祉センター	北野余熱利用センター (あったかホール)	夕やけ小やけ ふれあいの里	甲の原体育館
所在地	東浅川町 551-1	北野町 596-3	上恩方町 2030	中野町 2726-8
利用用途	福祉施設	文化・スポーツ等の総合施設	野外活動・宿泊施設	総合体育館
施設外観				
設備名称・規模	温水ボイラ 1,160kW(2台)	温水ヒーター 349kW(2台)	温水ボイラ 453kW、186kW	温水ボイラ 1,089kW
使用用途	給湯(浴槽・プール)、 床暖房(プール・体育館)	給湯(浴槽・プール) (工場の炉停止時の補助)	給湯(浴槽)、床暖房	給湯・暖房・床暖房(プール)
エネルギー種類	都市ガス	都市ガス	A 重油	都市ガス
エネルギー消費量	72,000m ³ /年	43,980m ³ /年	63,000L/年	74,434m ³ /年
年間使用日数	約 300 日	約 72 日	364 日	365 日
設備稼働時間	約 12 時間(7~19時)	24 時間	約 12 時間(7~19時)	24 時間
設備導入年度	平成 21 年	平成 8 年	平成 22 年	平成 5 年

ヒアリング及び現地視察の結果、施設の熱利用状況やボイラの設置スペース等を鑑み、「夕やけ小やけふれあいの里」を対象に、ボイラ導入検討を行うこととしました。

ヒアリング結果

各施設のヒアリング結果を、以下に示します。

(a) 東浅川保健福祉センター

図表 1-73 ヒアリング内容

項目	ヒアリング内容
施設の概要	<ul style="list-style-type: none"> 施設営業時間: 8:30 ~ 21:00 (客の利用は 9:00 から) 風呂の営業時間: 11:00 ~ 15:00 プールの営業時間: 10:00 ~ 20:00
設備使用状況	<ul style="list-style-type: none"> コジェネを行っており、ガスタービンの熱を使っているため、夏はタービンの熱で済む。 プールの設定温度は 30 (31 ~ 32 で入れる)。水の交換は、6月と10月の2回。 風呂は、男女1ずつあり、合計 8m³程度、循環式。冬は 42、夏は 40 で設定。湯張りは 10:00 から行い、濾過機は 10:30 過ぎからまわす。加温の循環系統でまわる。浴槽は、毎日入れ替え。 平成 21 年度にボイラの入れ替えを行い、以前のボイラに比べて燃焼の切り替えが細かくなったため、効率が上がっている。 燃料は、東京ガスで 2 年契約。 風呂の使用人数は約 67 人/日。季節変動は、ほぼない。 体育館の床暖房は、高齢者、障害者が使うときのみ。数日/年。 プール加温が最も熱を使う。 立ち上げをずらして、ピーク分散させるように使っている。 プール利用者数は、多い時で 300 人/日、少ない時で 150 人/日。利用者は、夏が多く、冬は少ない。
設置スペース	<ul style="list-style-type: none"> 駐車スペース以外に、敷地ぎりぎりまで建物があるため、スペースはない。 駐車スペースは、ただでさえ少ないため、削ることはできない。
導入適用性	<ul style="list-style-type: none"> ボイラ入れ替えにより、効率が上がったこと、敷地に余裕がなく木質バイオマスボイラの設置スペースが見込めないことから、導入可能性は低い。



図表 1-74 施設写真 (ボイラと施設外観)

(b) 北野余熱利用センター

図表 1-75 ヒアリング内容

項目	ヒアリング内容
施設の概要	<ul style="list-style-type: none">施設営業時間: 10:00 ~ 21:00風呂の営業時間: 10:00 ~ 16:00プールの営業時間: 夏は 9:00 ~ 22:00、冬は 10:00 ~ 22:00
設備使用状況	<ul style="list-style-type: none">北野清掃工場が運転停止をする日のみボイラを使用する。ボイラ 2 基、並列同時自動運転でいつでも対応できるように常に ON 状態。工場から供給される廃熱温度は 74ボイラ設定: 84 。貯湯で 60 を超えないと厳しい。風呂は夜、水を抜いて掃除し、入れ直している。加温は朝行っている。加温時間は、6:00 ~ 9:00 頃。風呂、プール、暖房などがある。プールの設定温度は、30.5 。施設の休みは、年末年始、毎月第 1 月曜、2 月毎週月・火曜。ボイラの運転日は、他の清掃工場との兼ね合いで決まっていない。工場の蓄熱槽は、350t あるので、工場が足りなくてボイラをまわすことはほぼない。
設置スペース	設置スペースはない。駐車場も埋まっている状態である。
導入適用性	基本的には清掃工場の余熱で動いており、ボイラの年間稼働日数が少ないため、現在のところは木質バイオマスボイラ導入の必要性は低い。将来的に、清掃工場の余熱利用が難しくなった場合には、導入が検討できる。また、普及啓発の場として考えると、北野清掃工場は環境教育の拠点として普及啓発活動に取り組んでいるため有力である。



図表 1-76 施設写真（温水管と清掃工場）

北野清掃工場における環境教育の取り組み

事業開始年度	平成 21 年度	
実施根拠	八王子市環境基本計画に位置付 八王子市水循環計画に位置付	
目的	本市の環境教育の拠点として、北野地区にある環境関連施設を有効活用し、環境教育・学習への市民参加(小中学校)・情報提供を促進するために「北野環境教育・学習拠点づくり」事業を展開する。	
事業の概要	対象	全市民(主に近隣住民並びに市内小・中学校)
	手段	平成 21 年度に立ち上げた組織「北野環境教育・学習拠点づくり委員会」を中心に年間を通じて生き物を利用した環境関連イベント・講座等開催(ほたる・昆虫・金魚・川魚)。また、環境関連施設教育 DVD による施設見学・講座の実施。
	目標	北野地区にある環境関連施設が協力・連帯し環境コミュニケーション体制の構築及び環境教育・学習への市民参加・連帯を図る。また、環境啓発活動の促進も行う。
	実績	【平成 22 年度】(モデル事業) あったか昆虫会(講師を招いた公園(クワガタ・カブトムシの話)等を通じた環境学習) カブトムシ飼い方教室(職員のプレゼンによるカブトムシの飼い方の講和やペットボトル(リサイクル)を使用した幼虫の飼い方の実演) 【平成 23 年度】 あったか金魚すくい&再生水ってなあに?(金魚すくいと下水処理場の仕組み、大切さの啓発) 里山あるいて昆虫観察会(里山を使用した人と自然がふれあう機会の提供)

(c) タヤけ小やけふれあいの里

図表 1-77 ヒアリング内容

項目	ヒアリング内容
施設の概要	・施設営業時間: 終日(宿泊施設) ・風呂の営業時間: 12:30 ~ 22:00
設備使用状況	・給湯(浴室メイン。ユニットバス 5ヶ所)。 ・床暖房(客がいるときだけ。ホールのみ。2~3日/月。10/末~3/末くらい)。 ・宿泊のチェックインは 15 時。 ・入浴時間: 日帰り入浴は、原則 12:30 ~ 16:00。ただし、宿泊客がいるときは、16:00 以降も入れている。宿泊は、15:00 ~ 22:00、6:30 ~ 9:00。 ・日帰り入浴は 15:00 ~ 16:00、宿泊客の入浴は 20:00 頃がピーク。 ・宿泊棟は、客がいるときに暖房を入れている(17:00 ~ 22:00)。 ・宿泊数: 171 名 ・ホールの使用用途は、昼間の研修、夜のカラオケなど。団体やゼミ客。 ・夏場は、キャンプ場の客も入浴に来る。 ・浴槽はかけ流しをしている。朝湯もあり、夜間もボイラを止めるよりもかけ流しのほうが温度低下が少ないため、まわしている。
設置スペース	・宿泊棟の脇にスペースあり。道路を挟んだ脇のごみ収集小屋スペースも可能であるが、近隣の住宅が近いことから、騒音が気になる。
導入適用性	・設置スペースの確保が可能。 ・浴槽のかけ流しをしており、ベース負荷が高い。



図表 1-78 施設写真(ボイラと施設脇のスペース)

(d) 甲の原体育館

図表 1-79 ヒアリング内容

項目	ヒアリング内容
施設の概要	・施設営業時間: 9:00 ~ 21:30 ・プールの営業時間: 9:00 ~ 21:20
設備使用状況	・プールの昇温と床暖房(プール・更衣室)、給湯(シャワー等)に利用している。 ・プールの設定温度は29.5 ~ 30 。競技用のプールなので、設定温度は他と比べて低い。水の交換は、10月に年1回。 ・年間の水道使用量は、17,279m ³ /年で、ほとんどがプール。その他、空調の冷却水にも使っている。 ・設備が古く、配管に水漏れなどの不備が出ており、オーバーホールの延命処置をする予定。先般、温度センサーが正常に作動しなくなり、プールの水温が39 まで上昇したため、水で温度低下させたことがあった。 ・ボイラは、タイマーで動かしており、6:00 ~ 22:00 まで動いている。 ・貯湯槽は、6,000L で 74 設定。
設置スペース	・施設の裏側に駐車スペースがある。 ・ただし、駐車スペースは減らしたくない。
導入適用性	・設備全体が老朽化しており、システム全体の改修が必要と考えられる。



図表 1-80 施設写真(プール外観と駐車スペース)

(2) 民間施設

民間施設へのアンケート調査票より、木質バイオマス導入について関心があり、導入を検討したいと考えている施設のうち、温水ボイラによる給湯を行っている施設について、ヒアリング調査を行いました。

図表 1-81 民間ヒアリング対象施設

施設名	民間工場 A	民間病院 B	民間病院 C	
設備概要	設備名称・規模	貫流蒸気ボイラ 0.5t/h(3機) 1t/h(2機)	温水ボイラ 233kW、465kW、 348kW、290kW	温水ボイラ 151kW(2機)、 233kW、407kW
	使用用途	蒸気供給	給湯(浴槽・洗浄機・洗面等)	給湯(浴槽・洗面等)
	エネルギー種類	都市ガス	灯油	灯油
	エネルギー消費量	223,977m ³ /年	119,900L/年	74,434m ³ /年
	年間使用日数	365日等(棟により異なる)	365日	365日
	設備稼働時間	24時間(棟により異なる)	16時間(6~22時)	24時間
	設備導入年度	平成15年	平成15年、平成12年、 平成3年、昭和61年	平成5年

1.2.4 木質バイオマスボイラ導入に係る経済性の検討

(1) バイオマスボイラ導入検討

木質バイオマスボイラ導入施設の規模を想定し、経済性シミュレーションを行いました。利用可能な木質バイオマスの原料の価格、施設建設及び設備運営にかかるコストなどを算出し、燃料別に経済性の検討を行います。

導入規模の考え方

従来の化石燃料利用機器の場合は、ピーク負荷に対応できるように余裕を持たせて熱源の設定を行います。木質バイオマスボイラの規模は、必ずしもこれに合わせる必要はなく、ピーク負荷対応には化石燃料を使用する化石燃料と木質バイオマス燃料とのハイブリッド型システムが合理的と考えられます。

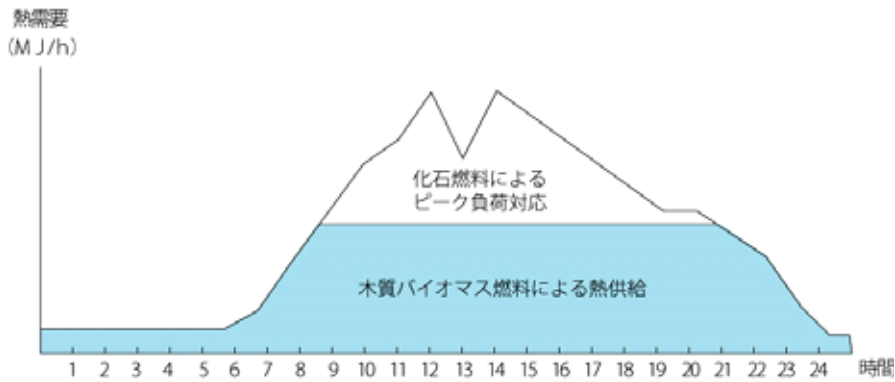
木質バイオマスボイラは化石燃料ボイラに比べて...

依然として高価であるため、既存システムと同規模のものを導入した場合は、高額な導入設備費が必要。

瞬間的な需要量の変動に対するレスポンスが遅い。

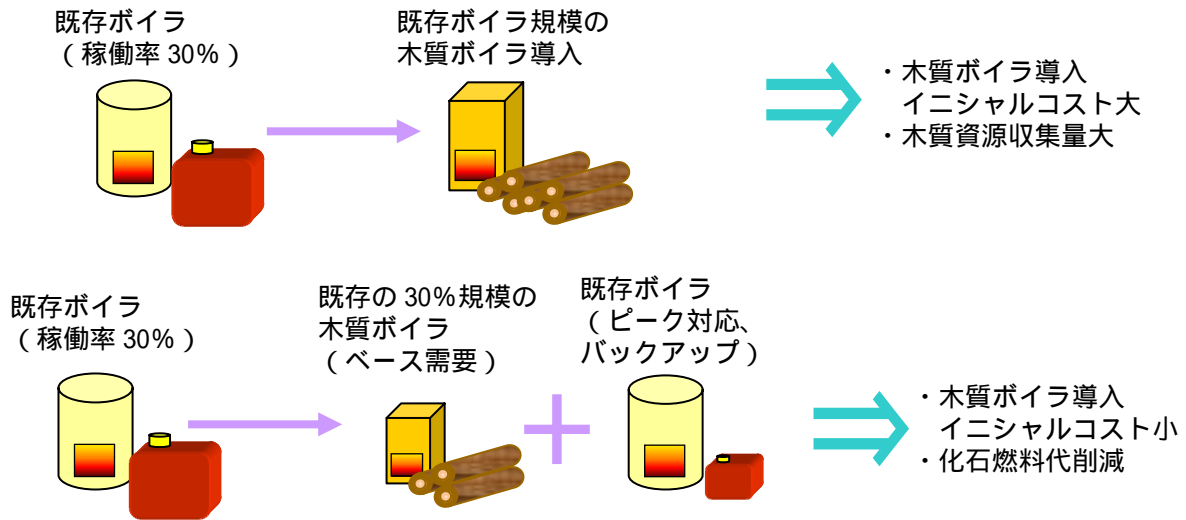
- ✓ ベース需要を木質バイオマスボイラでまかなう。
- ✓ ピーク需要は化石燃料ボイラとの併用によってまかなう。

コストパフォーマンスの高いシステム



図表 1-82 ハイブリッド型システムのイメージ

このように、既存設備をバックアップとするなど、施設ごとの熱需要規模や特性に合わせたシステムで木質バイオマスボイラを導入するものとし、コスト的に最も有利な導入規模を算出しました。



図表 1-83 導入最適規模の考え方

(2) 導入適性の検討

これまでの現地ヒアリング(設備運用)、システムの把握を行ったを反映し、各施設について木質バイオマスボイラの導入適性についてまとめます。

なお、適性については、以下の3点の観点から評価を行います。

図表 1-84 木質バイオマスボイラを導入する際の適性判断基準

適性項目	基準
システム適性	既存設備による熱供給対して、技術的に木質バイオマスボイラ代替が適切であること。
運用適性	各施設において、熱需要が毎日安定して存在するか。また時間毎に大きな変動が少ないこと。
物理的適性	木質バイオマスボイラの導入に当たって、十分な敷地スペース及びチップ燃料搬入経路が確保できこと。配管が長くないこと。

図表 1-85 の結果、NO.1 では、設置スペースがないこと、NO.2 の北野余熱利用センターでは、バイオマスボイラを導入すと著しく効率の低下を招くこと、また運用上においても、不規則な熱需要に対応させるため、常時微燃焼をさせておく必要があることが問題としてあります。これは木質バイオマスボイラ(特に今回想定しているような高含水率チップ)にとって好ましくない稼働条件であり、失火や煙やにおいの排出原因となります。

図表 1-85 各施設への木質バイオマスボイラ導入適性

NO.	施設名	システム適性	運用適性	物理的適性
1	東浅川保健福祉センター			×
2	北野余熱利用センター	×	×	×
3	夕やけ小やけふれあいの里			
4	甲の原体育館			
5	民間工場 A			
6	民間病院 B			
7	民間病院 C			×
8	北野清掃工場	バイオマスボイラーに転換できる熱供給設備はないが、環境教育学習の拠点であることから、新規設置が可能であれば、普及啓発の場としては最適である。		

NO.4 については、配管を含め熱源設備全体が老朽化しているため施設全体として更新が必要と考えられる。
NO.8 は、北野地区に集中する環境関連施設の一部であり、この地域は環境教育学習の拠点として位置づけられ、「北野環境教育・学習拠点づくり委員会」により環境啓発活動が展開されている。

(3) バイオマスボイラ導入シミュレーション

前述(2)の導入適性の結果より、NO.3~6 の施設に木質バイオマスボイラを導入した際の経済性及びCO₂排出削減効果のシミュレーションを行います。なお、経済性について、設備導入費に係る補助率および既存の化石燃料価格をパラメータとして感度分析を行います。

夕やけ小やけふれあいの里

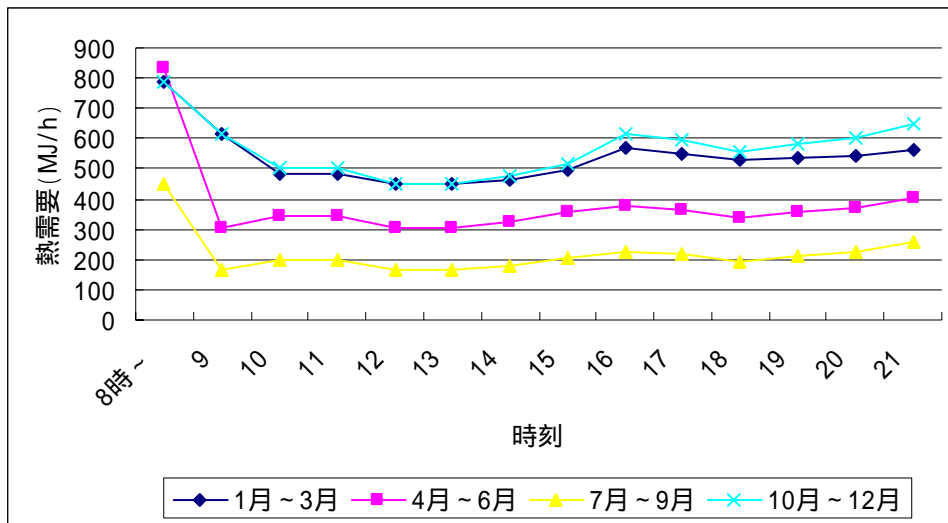
夕やけ小やけふれあいの里「おおりの家」の年間の熱需要量について、図表 1-88 に示します。おおりの家では暖房と給湯にボイラを使用しています。暖房は冬季のみの利用ですが、給湯では年間を通して利用しています。特に本施設では、上水を掛け流しで使用しているため常時一定の需要が発生しています。春~夏に掛けての平均的な熱需要は 200~300MJ/h であり、上水温度が低くなる冬季には 500~600MJ/h と想定できます。

図表 1-86 おおりの家ボイラ設備概要

種類	使用燃料	使用用途	出力 (kW/機)	定格燃料 消費量	年間使用 日数	年間燃料 使用量
温水ボイラ	A 重油	給湯・暖房用	453	L/h	364 日 冬季のみ	63,000L/年
		暖房用	174	21L/h		

図表 1-87 ボイラ燃料使用量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
A 重油(L)	7,500	2,500	5,000	4,000	2,500	2,500	5,000	6,500	7,500	7,500	5,000	7,500



図表 1-88 おおりの家の熱需要パターン図

そこで、本施設にはベース需要をほぼ賚うことのできる 200kW(720MJ/h)のチップボイラを導入することを検討します。図表 1-89 にチップボイラ導入試算を行うにあたっての条件を、図表 1-90 に試算結果を示します。

200kW のチップボイラを導入することにより、従来の A 重油ボイラの燃料使用量のうち 56,700L/年(CO₂換算量 154t-CO₂/年)を削減可能と試算されます。

なお、経済性については、化石燃料ボイラに較べて導入コストが高額になるバイオマスボイラに対する補助制度の利用可能性や、A 重油価格やチップ価格によって変動するため、これらを加味した際の、チップ価格の採算分岐点を図表 1-91 に示します。

図表 1-89 おおりの家チップボイラ導入試算前提条件

< 設備関連 >	
詳細設計費	5,300 千円
チップボイラ 200kW 等導入費	55,700 千円
チップボイラ熱効率	80%
A 重油ボイラ効率	85%
< 運転関連 >	
日稼働時間	24 h/日
年間稼働日数	364 日/年
	8,736 h/年
チップボイラ熱供給量	1,778 GJ/年
< 費用関連 >	
設備補助率	0 ~ 100%
人件費	120 千円/年
ユーティリティ費(電気)	12 円/kWh
チップ価格	9 千円/t
保守点検費	600 千円/年
< 収入関連 >	
A 重油価格	60 千円/kL

図表 1-90 おおりの家バイオマスボイラ導入時の採算性

導入想定規模		kW	200	
		MJ/h	720	
熱供給量		GJ/年	1,788	
	バイオマス消費量(チップ)	t/年	233	
	チップ価格	千円/t	9.0	
費用		補助率	100%	0%
資本費	減価償却費(補助率無の場合)	千円/年	0	4,692
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	2,095	2,095
	人件費	千円/年	120	120
	ユーティリティ費	千円/年	419	419
	維持管理費(ばい煙測定含む)	千円/年	600	600
費用合計		千円/年	3,235	7,927
	重油削減量	L/年	56,700	56,700
	重油削減費	千円/年	3,402	3,402
収入合計:		千円/年	3,402	3,402
年間収支: (-)		千円/年	167	4,525
CO ₂ 削減量		t-CO ₂ /年	154	154

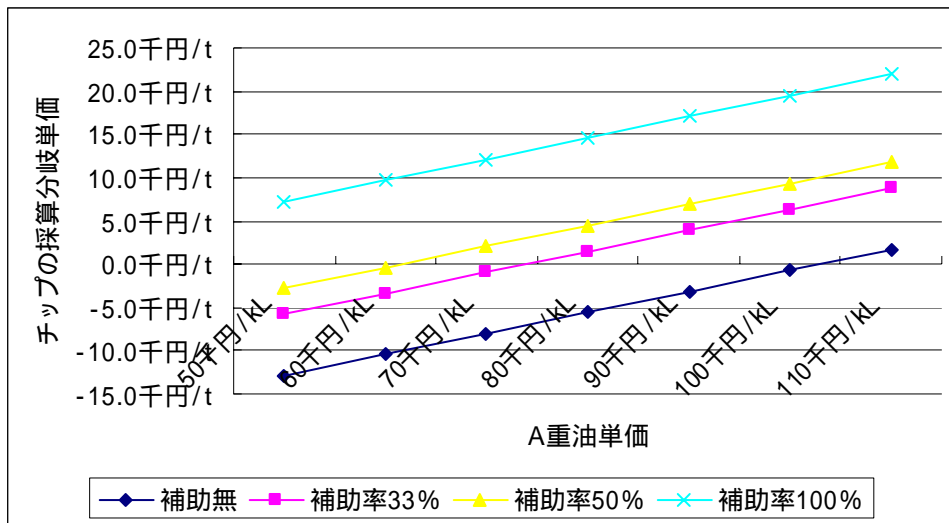
熱需要の少ない夜間はバイオマスを止める場合、毎朝着火のため約 3kL/年の重油を使用する。

燃料の供給で検討したように仮に 9 千円/t でチップを調達したと想定する場合、設備の補助率が 33%以下では採算性が厳しく、補助率 50%では A 重油価格が 100 千円/kL 以上、補助率 100%で 60 千円/kL 以上であれば、バイオマスボイラを導入することで経済的な効果を得ることができる結果となります。費用の内訳を見ると、減価償却費が約 70%を占めており、これのみで重油の削減効果を上回る結果となっています。

補助を考えた場合では、チップの調達コストを低減化させることで採算性を上昇させることが可能となります。特に剪定枝チップの場合は、チップ価格よりもそれを運搬する輸送費のコストが大きいため、いかに輸送費の削減を行なうことが求められます。

図表 1-91 タヤけ小やけにおけるチップボイラ導入時(200kW)の A 重油価格とチップ採算分岐価格

	A 重油価格	削減量	補助無	補助 33%	補助 50%	補助 100%
チップの 採算分岐価格	50 千円/kL	56,700 L/年	-12.9 千円/t	-5.8 千円/t	-2.8 千円/t	7.3 千円/t
	60 千円/kL		-10.4 千円/t	-3.4 千円/t	-0.4 千円/t	9.7 千円/t
	70 千円/kL		-8.0 千円/t	-0.9 千円/t	2.1 千円/t	12.2 千円/t
	80 千円/kL		-5.6 千円/t	1.5 千円/t	4.5 千円/t	14.6 千円/t
	90 千円/kL		-3.1 千円/t	4.0 千円/t	6.9 千円/t	17.0 千円/t
	100 千円/kL		-0.7 千円/t	6.4 千円/t	9.4 千円/t	19.5 千円/t
	110 千円/kL		1.7 千円/t	8.8 千円/t	11.8 千円/t	21.9 千円/t



図表 1-92 A重油価格とチップ採算分岐価格グラフ

甲の原体育館

甲の原体育館では、温水ボイラをプールの加温、シャワー、プール・更衣室の床暖房に用いられています。プール水は常時熱を放熱しているため安定した熱需要があります。

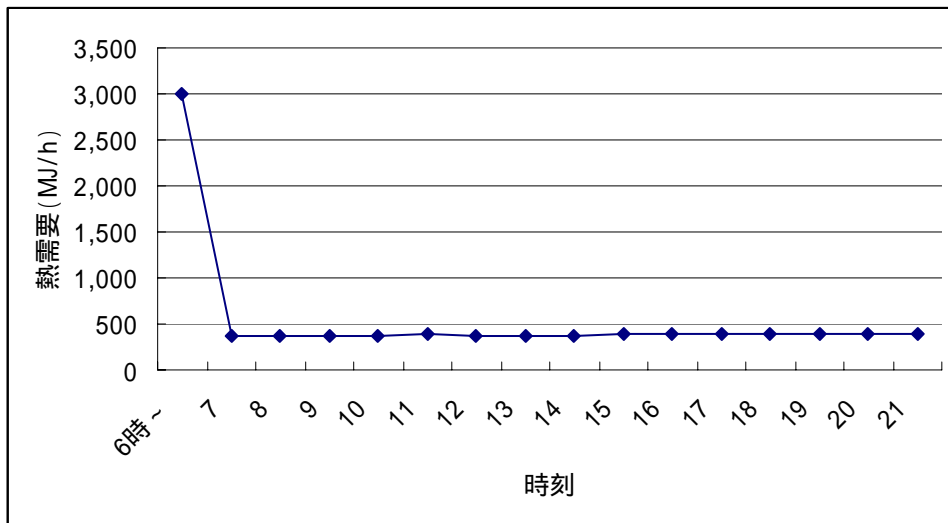
試算の結果、400MJ/h 前後の熱需要があると試算できます。なお、現状の運転方法は、朝 6 時にボイラを稼働させ 22 時に切るという運用をしていますが、24h 運転とすると、朝の立ち上げ需要を平準化させることができます。

図表 1-93 ボイラ設備概要

種類	使用燃料	使用用途	出力 (kW/台)	定格燃料消費量	年間使用日数	年間燃料使用量
温水発生機	都市ガス	給湯・暖房・床暖房(プール)	1,089	108Nm ³ /h	365日	74,434m ³ /年

図表 1-94 年間燃料使用量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
都市ガス(m ³)	13,183	9,189	7,015	5,539	6,611	6,384	2,966	3,045	1,632	2,323	2,701	13,846



図表 1-95 甲の原体育館のボイラの熱供給パターン

甲の原体育館については、ベース需要に対応させた 200kW (720MJ/h) のボイラを導入するものとして、事業性の試算を行います。

200kW のチップボイラを導入することにより、従来の都市ガス使用量のうち 68,693m³/年 (CO₂ 換算量 123t-CO₂/年) を削減可能と試算されます。

事業性については、夕やけ小やけの試算同様、設備導入費に係る補助及び燃料価格の変動を加味し、設備補助率と都市ガス価格を変動させた際の、チップ価格の採算分岐点を図表 1-98 に示します。

図表 1-96 甲の原体育館へのボイラ導入事業性試算の前提条件

< 設備関連 >	
詳細設計費	5,300 千円
チップボイラ等導入費	55,700 千円
チップボイラ熱効率	80%
都市ガスボイラ効率	89%
< 運転関連 >	
日稼働時間	16 時間/日
年間稼働日数	365 日/年
	5,840 h/年
< 費用関連 >	
設備補助率	0 ~ 100%
人件費	120 千円/年
ユーティリティ費 (電気)	12 円/kWh
ユーティリティ費 (都市ガス)	75 千円/m ³
チップ価格 (パラメータ)	9 千円/t
保守点検費	600 千円/年
< 収入関連 >	
都市ガス価格	75 円/m ³

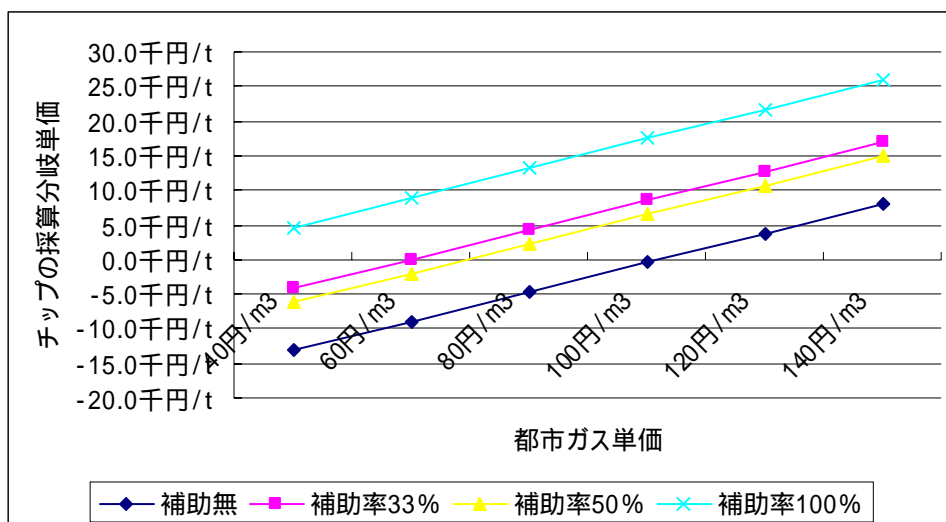
図表 1-97 甲の原体育館バイオマスボイラ導入の事業性試算結果

導入想定規模		kW	200	
		MJ/h	720	
	導入コスト	千円	61,000	
	バイオマス消費量(チップ)	t/年	295	
	チップ価格	千円/t	9.0	
費用		補助率	100%	0%
資本費(補助無とした場合)	減価償却費	千円/年	0	4,692
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	2,366	2,366
	人件費	千円/年	120	120
	ユーティリティ費	千円/年	280	280
	維持管理費(ばい煙測定含む)	千円/年	600	600
費用合計		千円/年	3,866	8,058
	都市ガス削減量	m ³ /年	55,826	55,826
	都市ガス削減費	千円/年	4,187	4,187
収入合計:		千円/年	4,187	4,187
年間収支: (-)		千円/年	821	Δ3,871
CO ₂ 削減量		t-CO ₂ /年	123	123

甲の原体育館では、チップ調達価格を9円/kgと想定した場合、補助率33%・都市ガス価格112円/m³以上であることが経済的に有利になる条件となります。また同様に補助率50%、100%の場合では都市ガス価格が103円/m³、61円/m³となります。

図表 1-98 甲の原体育館におけるチップボイラ導入時(200kW)の都市ガス価格とチップの採算分岐価格

	都市ガス価格	削減量	補助無	補助33%	補助50%	補助100%
チップの 採算分岐価格	40円/m ³	55,826 m ³ /年	-13.2千円/t	-6.2千円/t	-4.2千円/t	4.7千円/t
	60円/m ³		-8.9千円/t	-2.0千円/t	0.0千円/t	8.9千円/t
	80円/m ³		-4.7千円/t	2.3千円/t	4.3千円/t	13.2千円/t
	100円/m ³		-0.4千円/t	6.5千円/t	8.5千円/t	17.4千円/t
	120円/m ³		3.8千円/t	10.8千円/t	12.8千円/t	21.7千円/t
	140円/m ³		8.1千円/t	15.0千円/t	17.0千円/t	25.9千円/t



図表 1-99 都市ガス価格とチップ採算分岐価格グラフ

民間工場 A

アンケート調査のなかでバイオマスボイラの導入に興味がある事業者へのボイラ導入について検討を行います。

本事業差で現在使用されている蒸気ボイラは 5 機あり、研究棟ごとに 3 系統に分かれています。このうち、本館の給湯・加湿・生産に蒸気を供給しているボイラ(0.5t/h × 2、同時運転で現状でもやや蒸気が不足気味)へ代替した際の事業性について示します。

図表 1-100 民間向上 A のボイラ設備概要

種類	使用燃料	使用用途	出力 (h/台)	年間使用日数	年間燃料使用量
貫流蒸気ボイラ	都市ガス	給湯・加湿・生産	1t/h × 2	365 (24h)	87,502m³/年
		加湿	0.5t/h	180 (24h)	24,393 m³/年
		給湯・加湿・生産	0.5t/h × 2	243 (16h)	112,082m³/年

図表 1-101 ボイラ燃料使用量

全体	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
都市ガス (m³)	20,368	17,052	19,682	22,677	21,889	18,223	16,681	15,924	23,204	28,766	25,756	26,231

ボイラ全ての使用量合算値

本事業所では時間ごとの熱需要量が日によって異なります(平均需要量は 0.46t/h)。このため、既存と同等能力を持つ 1t/h の蒸気ボイラの導入を検討します。なお、水管または煙管型の 1t/h 蒸気ボイラは、2 級ボイラ技士が必要となるため、資格所持者が管理を行う必要があります。

なお、バイオマスボイラの特性状、急激な需要変動への対応は困難なため、一定以上の燃焼状態で運転を行い、需要量を超えた蒸気を大気へ放出するものとします。

事業性の試算条件を図表 1-102 に、試算結果を図表 1-103 に示します。蒸気ボイラは無圧式の温水ボイラとは異なり、比較的複雑な構造となっており、初期費用が高額になる傾向にあります。

図表 1-102 A社のバイオマス蒸気ボイラ導入の事業性試算前提条件

< 設備関連 >		詳細設計費	5,000	千円
		チップボイラ等導入費	100,000	千円
		チップボイラ熱効率	75%	
		都市ガスボイラ効率	87%	
< 運転関連 >		日稼働時間	16	時間/日
		年間稼働日数	243	日/年
			3,888	h/年
		着火時都市ガス必要量	6,804	m ³ /年
< 費用関連 >		設備補助率	0 ~ 100%	
		人件費	3,000	千円/年
		ユーティリティ費(電気)	12	円/kWh
		ユーティリティ費(都市ガス)	75	円/m ³
		チップ価格(パラメータ)	9	千円/t
		保守点検費	800	千円/年
< 収入関連 >		都市ガス価格	75	円/m ³

図表 1-103 バイオマス蒸気ボイラ導入の事業性試算結果

導入想定規模		t/h	1	
		MJ/h	2,256	
	導入コスト	千円	103,000	
	バイオマス消費量(チップ)	t/年	644	
	チップ価格	千円/t	9.0	
費用		補助率	100%	0%
資本費(補助無とした場合)	減価償却費	千円/年	0	7,923
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	5,794	5,794
	ボイラ管理人件費	千円/年	3,000	3,000
	ユーティリティ費	千円/年	1,294	1,294
	維持管理費(ばい煙測定含む)	千円/年	800	800
費用合計		千円/年	10,888	18,811
	都市ガス削減量	m ³ /年	100,874	100,874
	都市ガス削減費	千円/年	7,566	7,566
収入合計:		千円/年	7,566	7,566
年間収支: (-)		千円/年	3,323	11,246
CO ₂ 削減量		t-CO ₂	223	223

定常燃焼を想定し、需要量から算出した必要量を1.3倍した

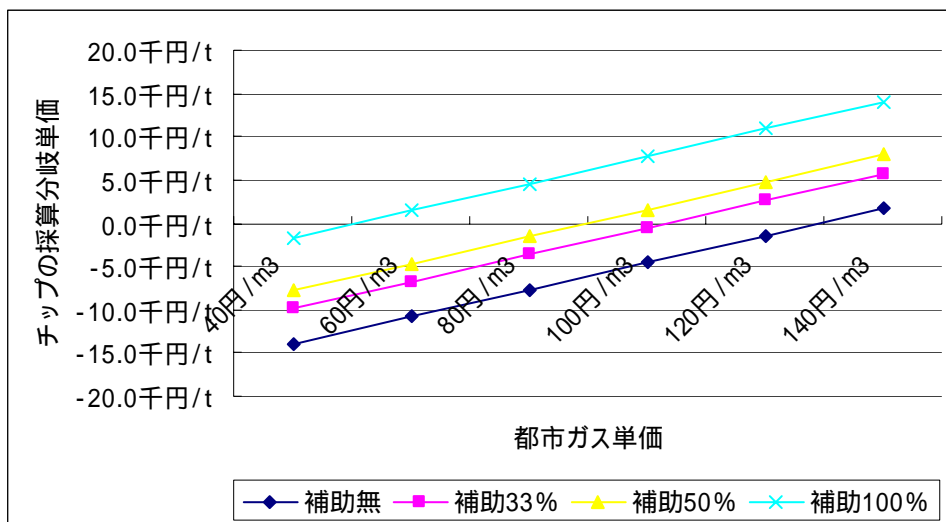
A社における採算性について、チップ調達価格9千円/tとした場合、非常に厳しく補助率100%で108円/m³以上が条件となってきます。設備導入費が高額で、それに伴い減価償却費が費用の約半分を占めるため、設備費の補助など、初期費用の支援や大型車によるチップ輸送の効率化等

チップ価格の低減化が必要となります。なお、本ボイラの燃料使用量が多くサイロも大きくなるため大型車両によるチップ価格の低減化が見込めます。

本バイオマスボイラを導入することによって 223t の CO₂ 排出削減が期待できます。

図表 1-104 A 社におけるチップボイラ導入時 (1t/h) の都市ガスとチップの採算分岐価格

	都市ガス価格	削減量	補助無	補助 33%	補助 50%	補助 100%
チップの 採算分岐価格	40 円/m ³	100,874 m ³ /年	-14.0 千円/t	-9.9 千円/t	-7.8 千円/t	-1.6 千円/t
	60 円/m ³		-10.8 千円/t	-6.8 千円/t	-4.7 千円/t	1.5 千円/t
	80 円/m ³		-7.7 千円/t	-3.6 千円/t	-1.5 千円/t	4.6 千円/t
	100 円/m ³		-4.6 千円/t	-0.5 千円/t	1.6 千円/t	7.8 千円/t
	120 円/m ³		-1.4 千円/t	2.6 千円/t	4.7 千円/t	10.9 千円/t
	140 円/m ³		1.7 千円/t	5.8 千円/t	7.9 千円/t	14.0 千円/t



図表 1-105 A 社における都市ガスとチップの採算分岐価格グラフ

民間病院 B

民間病院 B では、4 基あるボイラは病棟ごとに独立した配管で熱を供給しています。

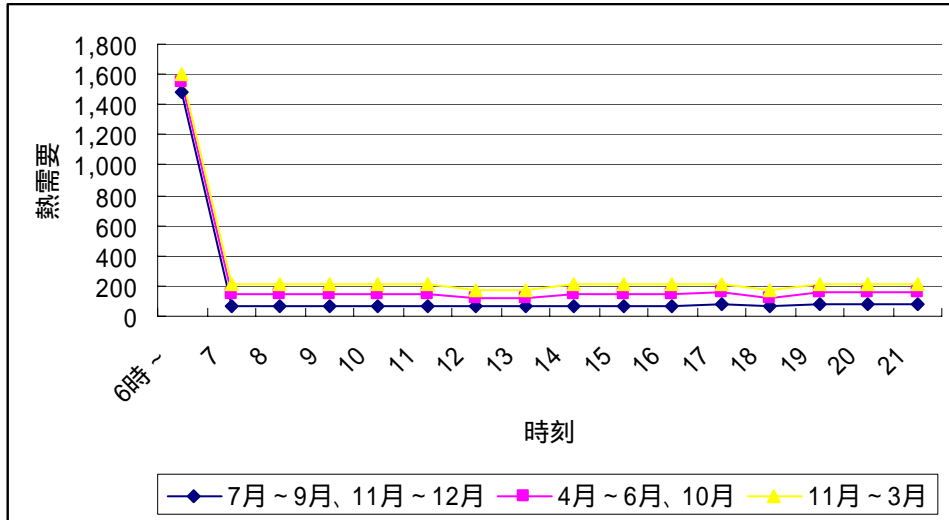
本試算では同じ機械室に設置されている図表 1-106 の、 のボイラについて、試算を行いました。

図表 1-106 民間病院 B のボイラ燃料使用量

種類	使用燃料	使用用途	出力 (kW/台)	定格燃料消費量	年間使用日数	年間燃料使用量
蒸気貫流ボイラ	灯油	給湯	233	27.7L/h	365	119,900L/年
		給湯	465	53.5L/h		
		給湯	291	L/h		
		給湯	348	41L/h		

図表 1-107 民間病院 B のボイラ燃料使用量

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
灯油(L)	12,800	11,700	5,900	12,300	6,100	11,800	6,260	12,000	12,000	12,000	6,200	10,900



図表 1-108 民間病院 B のボイラの熱供給パターン

図表 1-109 バイオマスボイラ導入試算前提条件

< 設備関連 >		
チップボイラ等導入費		55,000 千円
チップボイラ熱効率		80%
灯油効率		87%
< 運転関連 >		
日稼働時間		16 時間/日
年間稼働日数		300 日/年
		4,800 h/年
着火時灯油必要量		1,200 L/年
< 費用関連 >		
設備補助率		0 ~ 100%
人件費		3,000 千円/年
ユーティリティ費(電気)		12 円/kWh
ユーティリティ費(灯油)		75 千円/kL
チップ価格(パラメータ)		9 千円/t
保守点検費		500 千円/年
< 収入関連 >		
灯油価格		75 千円/kL

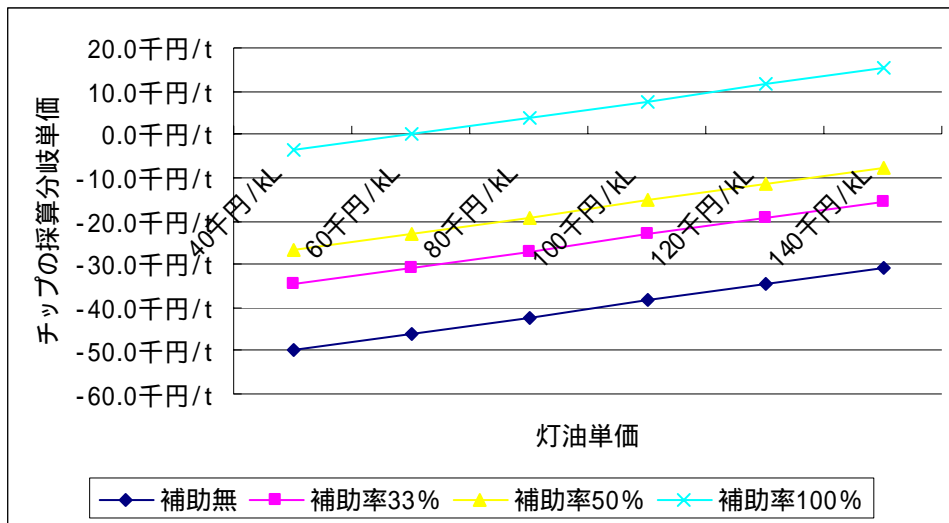
図表 1-110 病院 B におけるボイラ導入事業性試算結果

導入想定規模		kW	100	
		MJ/h	360	
	導入コスト	千円	55,000	
	バイオマス消費量(チップ)	t/年	92	
	チップ価格	千円/t	9.0	
費用		補助率	100%	0%
資本費(補助無とした場合)	減価償却費	千円/年	0	4,231
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	824	824
	ボイラ管理人件費	千円/年	120	120
	ユーティリティ費	千円/年	413	413
	維持管理費(ばい煙測定含む)	千円/年	500	500
費用合計		千円/年	1,857	6,088
	灯油削減量	L/年	17,417	17,417
	灯油削減費	千円/年	1,306	1,306
収入合計:		千円/年	1,306	1,306
年間収支: (-)		千円/年	550	4,781
	CO2 削減量	t-CO2		43

病院 B における採算性は、A 社同様に減価償却費の負担が重くなっています。チップボイラの規模も 100kW と小さく、灯油削減量も少ないため、採算性は非常に厳しいものとなっています。配管距離は長くなるが、他の灯油ボイラの熱も代替するようなシステムとし、灯油の削減量を増やすことが採算性向上には有効と考えられます。

図表 1-111 病院 B におけるチップボイラ導入時(200kW)の灯油価格とチップ採算分岐価格

	灯油価格	削減量	補助無	補助 33%	補助 50%	補助 100%
チップの 採算分岐価格	40 千円/kL	17,417 L/年	-49.9 千円/t	-34.6 千円/t	-26.8 千円/t	-3.7 千円/t
	60 千円/kL		-46.1 千円/t	-30.8 千円/t	-23.0 千円/t	0.1 千円/t
	80 千円/kL		-42.3 千円/t	-27.0 千円/t	-19.2 千円/t	3.9 千円/t
	100 千円/kL		-38.5 千円/t	-23.2 千円/t	-15.4 千円/t	7.7 千円/t
	120 千円/kL		-34.7 千円/t	-19.4 千円/t	-11.6 千円/t	11.5 千円/t
	140 千円/kL		-30.8 千円/t	-15.6 千円/t	-7.7 千円/t	15.4 千円/t



図表 1-112 B 病院における灯油単価とチップの採算分岐価格グラフ

(4) 導入適正のまとめ

(1) ~ (3)の結果をまとめます。4 施設を検討した結果、各施設とも事業性については減価償却費(補助)及び燃料価格で大幅に事業性が異なります。特に、蒸気ボイラについては、温水ボイラより設備費が必要になるケースが多いためその傾向が顕著なものとなっています。

また、民間事業者の導入の意向としてバイオマスの利用を進めたい意思はあるが、詳細な情報がないため具体的な検討ができない、バイオマス燃料量の安定的な調達が不安という声が聞かれました。

このため、ボイラの設置の周囲への影響や施設の実績、事業性、行政による先導的導入という総合的な観点から夕やけ小やけふれあいの里が導入候補地として適していると考えられます。

図表 1-113 バイオマスボイラ導入の適性

導入検討施設	備考	優先順位
夕やけ小やけ ふれあいの里	<p>敷地・周辺環境：周辺に住宅が点在しているものの近くに密集していることもなく、騒音や煙に対する問題はないと考えられます。ボイラを設置するスペースも存在します。道が細いため大型車によるチップ搬送は困難であると考えられます。</p> <p>事業性：補助率 100%、A 重油価格 60 円/L 時のチップ(含水率 40%)採算分岐価格が 9.7 円/kg と、減価償却費を考慮しないケースでは、採算性が最も優れています。</p> <p>その他：一般の人や企業、大学のセミナー等で使用される施設であり、バイオマスボイラ導入による啓発効果があります。</p>	高
甲の原体育館	<p>敷地・周辺環境：周辺に建物が集まっており、煙やにおい、燃料搬送時の交通に配慮が必要です。</p> <p>事業性：補助率 100%、都市ガス 60 円/m³時にチップ(含水率 40%)採算分岐価格が 8.9 円/kg と現状の都市ガスの単価に採算性の確保しやすい施設です。</p> <p>その他：配管を含めボイラ以外の設備に不具合が見られるため、設備更新の際にトータルのシステムで検討する必要があります。</p>	中
民間工場 A	<p>敷地・周辺環境：敷地の有無は事業者の意思によるため不明です。また、設置した際は工業団地内であるため、通常にボイラを稼働する際は周囲への影響は問題ないと考えられます。</p> <p>事業性：蒸気ボイラで管理費が多く必要になるため、上記の 2 施設には劣ります。減価償却費を考慮しなければ、チップの調達価格を抑えることで採算性を確保できる可能性があります。</p> <p>その他：導入を検討する際の懸念事項として「設置費用が高額」、「ボイラ機器の性能が不明」、「燃料を安定的に調達できるか不安」、「煙の問題」、「費用対効果が不明」という意見が見られました。</p>	中
民間病院 B	<p>敷地・周辺環境：設置できそうなスペースはありますが、事業者の意思によるため不明です。少し離れてはいますが、周囲に住宅があるため、配慮が必要となります。</p> <p>病院と福祉施設が集まっているため、チップ燃料の搬送は時間を決めて計画的に行うことが必要です。</p> <p>事業性：化石燃料の削減量が少なく、減価償却費を考慮しない場合においても採算性は厳しいものとなっています。</p> <p>その他：導入を検討する際の懸念事項として「ボイラ機器の性能が不明」、「燃料を安定的に調達できるか不安」、「煙の問題」、「費用対効果が不明」という意見が見られました。</p>	中

図表 1-114 木質バイオマス燃料種

	破砕チップ(破砕機による)	切削チップ(チッパーによる)	ペレット
形態	 <p>細長い繊維状、チップ形状は一般に不規則。スクリーンをかけてある程度形状を揃える。</p>	 <p>薄い方形形状、チップ形状は一定。</p>	 <p>含水率、形状が一定であり品質規格有(日本ペレット協会)</p>
主な用途	堆肥原料、マルチング材、吹きつけ材	製紙パルプ用	ストーブ、ボイラ燃料
製造方法	<p>1)ハンマーミル方式 破砕機のハンマーの打撃による衝撃力で破砕します。 2)カッターミル方式 受刃(固定刃)と切断刃(回転刃)により、エッジではさみ切るようにせん断力を用いて破砕します。</p>  <p>ハンマーミル方式の例</p>	<p>1)ドラムチッパー方式 横から入ってくる材をドラムに取り付けられた刃で連続的に切断します。 2)ディスクチッパー方式 回転盤に取り付けられた刃で材を削り取っていきます。</p>  <p>ドラムチッパー方式の例</p>	<p>原木から製造する場合には、破砕、二次粉砕、乾燥、成型、冷却の工程で製造されます。 オガ状の燃料が入手可能である場合には、又はの工程から製造がはじまります。</p>  <p>リングダイ型ペレット成型機</p>
燃焼機器利用特性	<p>切削チップに比べ燃料供給装置でチップが詰まりやすくなります。そのため燃料供給装置(サイロ構造、スクリー径の変更、ベルトコンベア利用)の工夫が必要となります。ボイラによる燃焼自体には問題はありません。</p>	<p>チップボイラ燃料としては切削チップの方が多く利用されています。燃料供給装置でブリッジ(燃料細片の絡み合いや圧力により、供給装置に燃料が付着等して燃料が供給出来なくなる状態)を形成しにくく、燃料供給トラブルの可能性が比較的低いです。</p>	<p>燃料が均一でありエネルギー密度が高いためボイラ効率は高くなります。またチップボイラに比べて、ボイラ本体の構造がシンプルでコンパクトになっており、燃料サイロもチップに比べて小さく済みます。</p>

また、市内の熱需要はアンケート結果から、福祉施設や温浴施設、事務所といった業務部門系では温水ボイラが導入され、工場においては蒸気ボイラが多く導入されていることがわかります。また、ボイラの規模の観点から見ると業務部門系では、比較的小規模(100～500kW)なものが、工場においては中規模(蒸発量 1.0～2.5t/h = 600～1,570kW)なボイラを複数台導入している傾向が見られます。ボイラ使用燃料については、業務部門では都市ガスの他に灯油、重油を使用しているのに対し、工場ではほぼ都市ガスのみという傾向にあります。

以上の特徴を踏まえて、業務部門型温水ボイラ導入モデル、工場型蒸気ボイラ導入モデルの経済性試算を行い、現状における課題を抽出します。

図表 1-115 八王子へのバイオマスボイラ導入モデル

	既存ボイラ規模	モデル	バイオマス導入規模	設備導入費	削減対象燃料	燃料価格	既存燃料削減量	チップ調達価格
業務部門型 温水ボイラ導入モデル	100～500kW	モデル1	100kW	55,000千円	重油	70円/L	30,600L/年	9円/kg
		モデル2	250kW	63,000千円	重油	70円/L	76,500L/年	9円/kg
工場型 蒸気ボイラ導入モデル	1.0～2.5t/h	モデル3	1.0t/h	110,000千円	都市ガス	75円/m ³	165,000m ³ /年	5円/kg
		モデル4	1.75t/h	150,000千円	都市ガス	75円/m ³	288,000m ³ /年	5円/kg

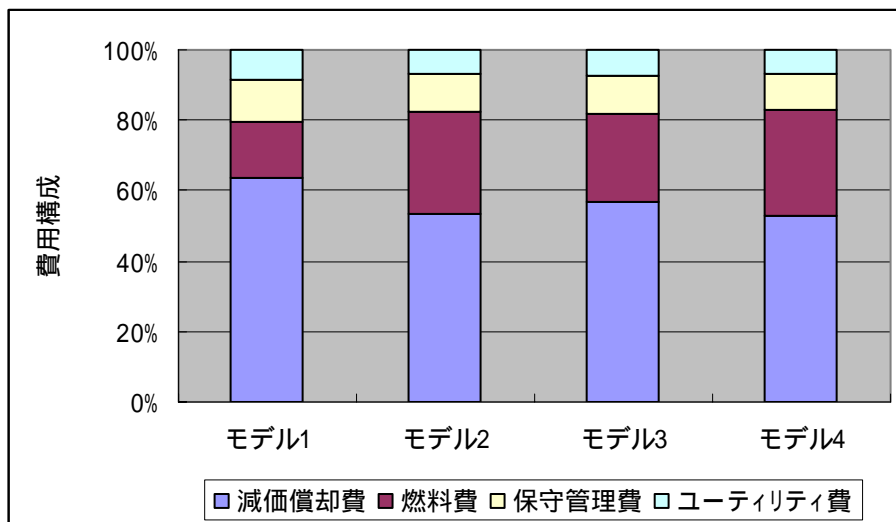
既存燃料削減量は設備の年間稼働日数 300 × 稼働時間 14 × 実稼働率 0.7 ÷ 化石燃料ボイラ効率 85%とした。

チップ調達価格はチップの運送車両の差による(4t車、10t車)。

図表 1-116 バイオマスボイラの導入効果

項目	単位	モデル1	モデル2	モデル3	モデル4
チップ使用量	t/年	118	295	740	1,296
減価償却費	千円/年	4,231	4,846	8,462	11,538
チップ燃料費	千円/年	1,063	2,658	3,702	6,478
保守管理費	千円/年	825	945	1,650	2,250
ユーティリティ費	千円/年	550	630	1,100	1,500
費用増分	千円/年	6,669	9,079	14,914	21,766
既存燃料費削減分	千円/年	2,295	5,738	12,375	21,600
- 正味費用増分	千円/年	4,374	3,341	2,539	166
CO ₂ 排出削減量	t-CO ₂ /年	71	178	365	636
CO ₂ 排出削減コスト	千円/年	61.4	18.8	7.0	0.3

減価償却年数:13年、保守管理費: 設備導入費 × 1.5%、ユーティリティ費:設備導入費 × 1%



図表 1-117 バイオマスボイラ導入に係る経費構成

バイオマスボイラ導入モデル 1～4 を比較すると、ボイラの導入規模が大きいほどコストパフォーマンスが良くなります。ただし、個別の試算でも述べたとおり、現状では設備導入にかかる初期費用が高額になるため、バイオマスボイラ導入によるコスト削減のみの観点から考えると厳しいものとなっています。

す。特に業務部門型のモデル 1,2 においては初期費用分が正味の費用増分となっているため、高い割合での導入費の支援が必要となります。モデル 3,4 も正味での費用は増加しますが、1t の CO₂ 排出削減に係るコストが 7 千円、0.3 千円と非常に低いものとなっています。(国内クレジット制度のクレジット価格 1.5 千円/tCO₂、東京都排出量取引制度で東京都が買取るクレジット想定価格 15 千円/t-CO₂)

一方で、バイオマスボイラを導入することで、CO₂ の排出量削減(温暖化防止)、地域内でのエネルギー調達が可能(エネルギー自給率向上)、燃料価格の安定(経営の安定)といった効果を得ることができます。

市内事業者へのアンケートやヒアリング結果では、これらのバイオマスを利用するメリットを把握している事業者が少ないため、これらの情報を提供できる仕組みをつくる必要があります。



図表 1-118 バイオマスの地域内循環イメージ

(5) 導入時に検討すべき法令

木質バイオマスボイラの導入に際し関係する法令等を以下に示します。

図表 1-119 チップボイラ導入に係る主要関連法規

No	法規の名称	施設の種類	許可/届出	許可届出に必要な条件	届出先 ²
1	大気汚染防止法	ばい煙発生施設(ボイラ)	届出	伝熱面積 10 m ² 以上、またはバーナー燃焼能力重油換算 50L/h 以上	多摩環境事務所 環境改善課
2	都民の健康と安全を確保する環境に関する条例	ばい煙発生施設(ボイラ)	届出	伝熱面積が 5 m ² 以上であること。 遠心力集じん装置(マルチサイクロン方式のものに限る。)又はこれと同等以上の性能を有するものの設置	八王子市 環境保全課・規制指導担当
3	騒音規制法	送風機	届出	原動機の定格出力 7.5kW以上	八王子市 環境部環境保全課
4	消防法	火気使用設備 貯留倉庫	届出	・ボイラ設置 ・指定可燃物の貯留 10m ³ 以上	東京消防庁 予防課
5	労働安全衛生法	小型ボイラ	届出	貫流ボイラ伝熱面積 5m ² 超え 10m ² 以下	八王子労働基準監督署
6	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	小型焼却炉※1	許可	焼却能力 200kg/h 以上、または火格子面積 2m ² 以上	多摩環境事務所 廃棄物対策課審査係
7	ダイオキシン類対策特別措置法	小型焼却炉※1	届出	焼却能力 50kg/h 以上、または火格子面積 0.5m ² 以上はダイオキシン類排出基準の適用	多摩環境事務所 環境改善課大気係

1 廃棄物処理施設扱いとなった場合に適用

2 届出先は、八王子市内に導入する場合

大気汚染防止法

チップボイラを導入する際に、大気汚染防止法上の「ばい煙発生施設」に該当すれば規制対象となる。ばい煙発生施設の該当基準を図表 1-120 に示します。

ばい煙発生施設に該当する場合には必要書類を知事へ届け出る必要があります。その際に該当する規制対象物質については、規模に応じて年間に定められた回数でばい煙測定を行い、規制基準を遵守する必要があります。チップボイラ設置時に該当するばいじんと窒素酸化物の規制基準を

図表 1-121、図表 1-122 に示します。なお、硫黄酸化物についてはチップの原料に不純物を含まない限り問題はないと考えられます。なお、本事業で検討しているボイラ規模は、本法の適用対象となるため遵守する必要があります。

図表 1-120 大気汚染防止法施行令におけるばい煙発生施設の該当基準

番号	種類	規模
1	ボイラ(熱風発生炉を含み、熱源として電気又は廃熱のみを使用するものを除く)	総理府令の定めるところにより算定した伝熱面積(以下、単に「伝熱面積」という)が 10m ² 以上であるか、又はバーナーの燃料の燃焼能力が重油換算 50L/h 以上であること。

図表 1-121 大気汚染防止法施行規則におけるばいじん排出基準

施設名	規模	排出基準
固体燃焼ボイラ	すべての規模	0.3g/m ³ N(O ₂ 6%換算)

図表 1-122 大気汚染防止法施行規則における窒素酸化物排出基準

施設名	規模(最大定格排出量)	排出基準
固体燃焼ボイラ	40,000m ³ 未満	350ppm(O ₂ 6%換算)

図表 1-123 ばい煙測定回数

項目	施設	規模(最大定格排出量)	測定回数
ばいじん	チップボイラ	40,000m ³ /h 未満	年 2 回以上
窒素酸化物	ばい煙発生施設	40,000m ³ /h 未満	年 2 回以上
硫黄酸化物	ばい煙発生施設	10m ³ /h 以上	年 2 回以上

都民の健康と安全を確保する環境に関する条例(ばい煙発生施設)

「都民の健康と安全を確保する環境に関する条例」では、「ボイラを有する事業場」で伝熱面積が 5m² 以上の木くずを燃料とするボイラに、ばい煙の集塵装置(マルチサイクロンやそれと同等の能力があるもの)の設置を定めています。

本事業で導入の検討を行った対象施設のボイラ規模は、本条例の適用対象となるため遵守する必要があります。

騒音規制法

ボイラ施設において、送風ファンの能力(原動出力 7.5kW 以上)により騒音規制法の対象となる可能性があります。この場合、地域により定められた騒音基準を遵守する必要があります。

夕やけ小やけふれあいの里や甲の原体育館で検討した 200kW 規模のボイラは、本法の対象外となりますが周辺変への影響を考え、設備のレイアウトを行うことが必要です。

図表 1-124 騒音規制基準値

区域の区分		時間の区分			
	当てはめ地域	朝	昼間	夕	夜間
		6時～8時	8時～19時	19時～23時	23時～6時
第1種区域	・第1種低層住居専用地域	40 デシベル	45 デシベル	40 デシベル	40 デシベル
	・第2種低層住居専用地域				
	・AA地域				
第2種区域	・第1種中高層住居専用地域	45 デシベル	50 デシベル	45 デシベル	45 デシベル
	・第2種中高層住居専用地域				
	・第1種住居地域				
	・第2種住居地域				
	・準住居地域				
	・第1特別地域				
・無指定地域(第1、第3、第4種区域を除く)					
第3種区域	・近隣商業地域(第1特別地域を除く)	55 デシベル	60 デシベル (20時まで)	55 デシベル	50 デシベル
	・商業地域(第1特別地域を除く)				
	・準工業地域(第1特別地域を除く)				
	・第2特別地域				
・前号に接する地先及び水面					
第4種区域	・工業地域(第1、第2特別地域を除く)	60 デシベル	70 デシベル	60 デシベル	55 デシベル
	・第3特別地域				
	・前号に接する地先及び水面				

ただし、第2種区域、第3種区域又は第4種区域の区域内に所在する学校(幼稚園を含む)、保育所、病院、診療所(患者の収容施設を有するものに限る)、図書館、特別養護老人ホームの敷地の周囲おおむね50mの区域内(第1特別地域、第2特別地域を除く)における規制基準は、当該値から5デシベルを減じた値を適用する。

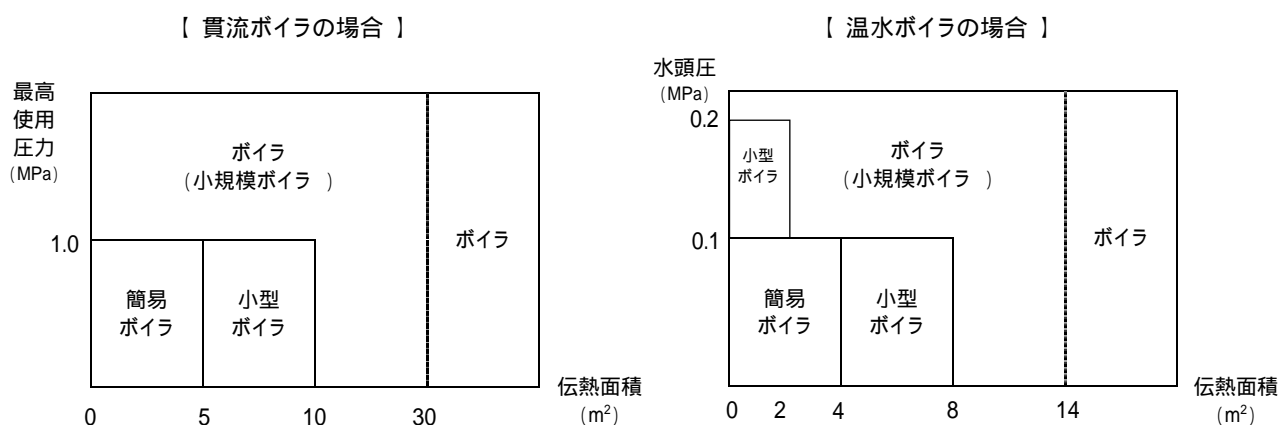
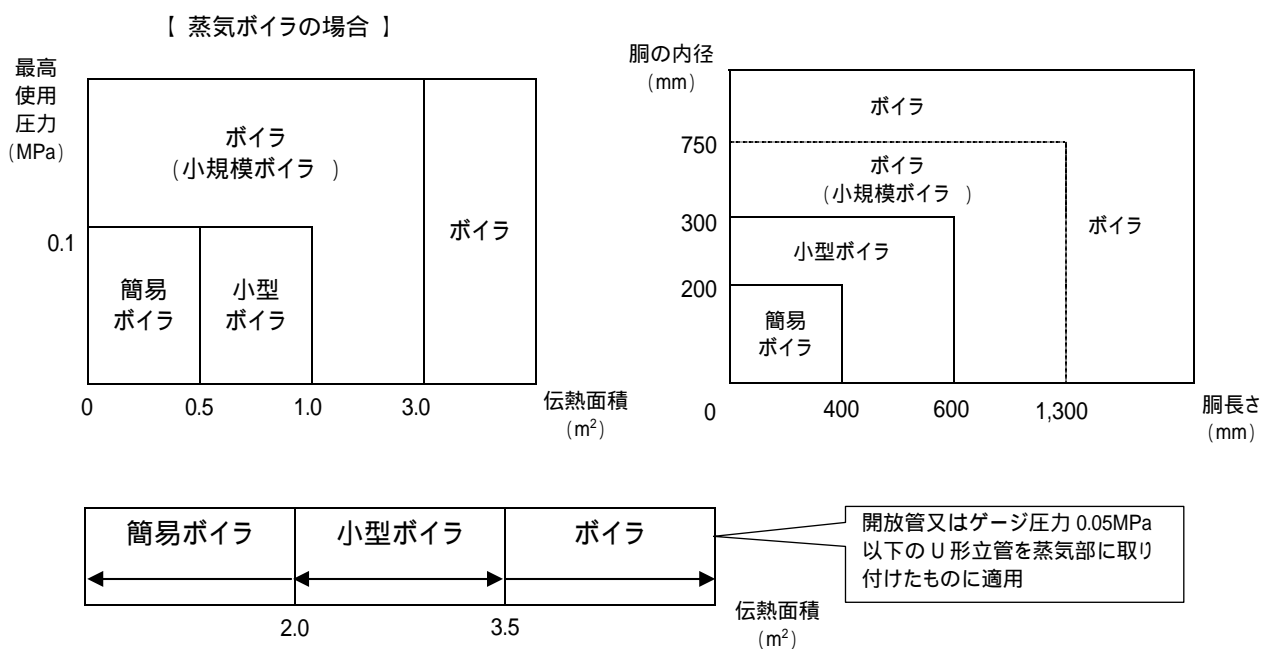
消防法

ボイラを設置する場合、ボイラの能力に関わらず消防署への設置の届出が必要となる。また、燃料がチップの場合は指定可燃物(木くず)とされ10m³以上のチップを保管する場合には、指定可燃物取扱届出が必要となります。本事業で導入の検討を行った規模の規模では、10m³以上を保管するため届出を行うこととなります。

労働安全衛生法(ボイラ及び圧力容器安全規則)

基本的に、バイオマスの温水ボイラは無圧式に製造(改造)されているため本法でのボイラには該当しないため、本法に関連する手続は不要です。

但し、圧力をかけた高温水や蒸気ボイラについては本法が適用されます。労働安全衛生法では、ボイラの種類や規模により必要な手続が異なります。ボイラの種類について以下の図表 1-125 に示します。



法規上は「ボイラ」だが、取扱う資格者等の関係から整理上通称として「小規模ボイラ」と呼ばれている。

図表 1-125 労働安全衛生法におけるボイラの分類

簡易ボイラ(伝熱面積 5m² 以下)を設置する場合には、特別な手続きは必要としません。小型ボイラ(伝熱面積 5m² 超え 10m² 以下)を設置しようとする場合は、設置届を労働基準監督署長に提出することが必要となります。

伝熱面積 10m² を超えるボイラに関しては、設置届を労働基準監督署長に提出し、さらに竣工検査を受けることが必要となります。また、その運転に関しては有資格者(伝熱面積 10m² 超え 30m² 未満の場合はボイラ取扱技能講習修了者)を要します。

図表 1-126 労働安全衛生法におけるボイラの分類ごとの届出方法

ボイラ種類	ボイラ取扱者	ボイラ取扱作業主任者	届出	検査
簡易ボイラ	資格の必要なし	選任の必要なし	届出の必要なし	特に指定なし
小型ボイラ	小型ボイラ取扱業務特別教育の受講者	選任の必要なし	労働基準監督署(設置後)	定期自主検査(1回/年)
小規模ボイラ	ボイラ取扱技能講習修了者以上	ボイラ取扱技能講習修了者以上	労働基準監督署(設置前)	竣工検査 性能検査(1回/年)
ボイラ	ボイラ技士	ボイラ技士	労働基準監督署(設置前)	竣工検査 性能検査(1回/年)

廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）

本事業においてバイオマスボイラの原料となる剪定枝等の燃料(チップ)が廃棄物扱いとなった場合、廃掃法上ボイラは焼却炉扱いになります。廃掃法では、廃棄物を「自ら利用※1し又は他人に有償売却出来ないため不要となった物」としています。「不要となった物」という解釈は、そのものの取引形態※2の他、燃料の性状※3及び利用機器※4等を総合的に勘案し判断することになります。

本事業において法律上、廃棄物燃焼炉としてではなくボイラとして認められるには、燃料となる木質バイオマスに有価性(商品性)があることが必要となります。

- 1: 「自ら利用」とは、他人に有償売却出来る性状の物を占有者が利用することをいう。他人に有償売却出来ないものを排出者が使用することは、「自ら利用」に該当しない。
- 2: 有償で引き取れば廃棄物ではない。但し、無償持ち込みの場合、輸送費を排出事業者が払っていることから、逆有償と同様に解釈される。さらに有償の場合でも「買い取り金額 - 持ち込み業者が支払う輸送費」がプラスになっていない場合においても廃棄物とみなされる。
- 3: 形状が一定であるか、一般的に流通しているものであるか等の観点から判断される。
- 4: 導入する設備のシステム、構造及び規模等が、導入する施設の用途や規模等に対して適正であるか等の観点から判断される。

ダイオキシン類対策特別措置法（参考）

ダイオキシン類対策特別措置法では、廃棄物焼却炉(焼却能力 50kg/h 未満のものは除く)に対してダイオキシン類(ポリ塩化ジベンゾフラン・ポリ塩化ジベンゾーパラジオキシン・コプラナーポリ塩化ビフェニル)の排出規制、基準量の遵守及び定期的な測定を義務付けています。

また、本法の焼却炉の解釈は廃掃法と同様に定義されるため、ボイラとして運用する際は本法は該当しません。

図表 1-127 ダイオキシン類の排出基準（焼却炉となった場合）

対象	焼却能力	新設施設基準
廃棄物焼却炉 (火床面積が 0.5 m ² 以上、又は 焼却能力が 50 kg/h 以上)	4,000kg/h 以上	0.1 ng-TEQ/m ³ N
	2,000kg/h 以上 4,000kg/h 未満	1 ng-TEQ/m ³ N
	2,000kg/h 未満	5 ng-TEQ/m ³ N

参照: ダイオキシン類対策特別措置法に基づく基準等(環境省)

1.3 バイオマスボイラ導入・普及・拡大のまとめ

八王子市内において、剪定枝を用いた循環社会の実現には、燃料の安定供給とともにその利用先の拡大が必要です。しかし、民間事業者もバイオマス利用について情報が少なく、すぐに導入というところまでの信頼性を持つに至っていません。バイオマス利用において設備の導入、普及には経済的観点と環境的観点からの検討・解決すべき課題があります。

そこでバイオマスボイラの導入条件に適した公共の施設から導入を進め、剪定枝チップ燃料の安定供給の実証とバイオマスボイラ導入の効果(メリット、デメリット)を検証、情報発信しつつ、条件の合う箇所より段階的に広げていくことが効果的であると考えられます。

1.3.1 経済的課題と対策

検討したバイオマスボイラ導入コスト試算においては、設備費の負担が最も重く、次いでチップ燃料費となっていました。この2点をクリアすることが普及に関する最重要課題となります。同時に、直接的な経済効果のみではなくバイオマスボイラ導入を行うことで得られる効果を、定量化し、間接的に収益とすることが考えられます。

項目	ポイント・対策
初期導入費用負担の低減化	助成制度の紹介・活用(補助金、利子補給) ESCO 事業者やリースの活用
ランニング(燃料費)コストの低減化	チップ輸送費の低減化(大型車両による配送、他サイトへの巡回配送) 消費者への環境費用の負担分担
環境価値の見える化(収入向上)	ボイラ導入による環境効果の情報発信 国内クレジットやその他排出量取引制度の紹介、活用 商品・サービス等へラベリングによる差別化、ブランド化
その他	導入検討者への相談窓口、資料の整備

参考 1) 飲料製造工場でのチップボイラ利用

従来、A 重油ボイラを使用しミネラルウォーターを製造していた工場において、その熱源を木質チップボイラに変更することで、約 70%の A 重油の削減を行ないました。そしてバイオマスエネルギーの活用とその結果をラベルへ表示して販売を行いました。

その結果、これまで取引のなかった新規の取引先との開拓に繋がりました。

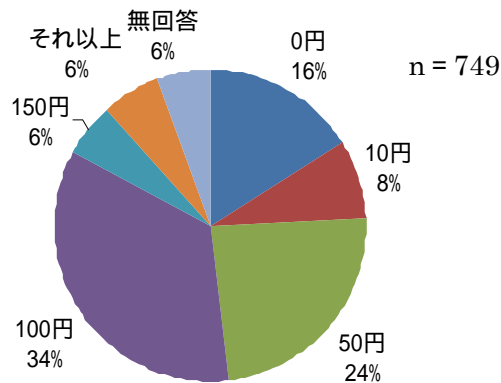


図表 1-128 バイオマスエネルギーを使用して製造したミネラルウォーターとそのラベル

参考 2) 温浴施設における入湯者への環境費用の負担アンケート

バイオマスボイラを検討している茨城県北地域にある温浴施設が、入湯者に対してバイオマスボイラ導入に係る導入費用増を環境費用として、どの程度の入湯料へ上乗せを認めるのか調査を行いました。

その結果、約 80%の入湯者が費用負担を認めるという返答がありました。



図表 1-129 温浴施設における入湯者への環境費用負担のアンケート結果

1.3.2 環境的課題と対策

バイオマスボイラの導入、運用について法令を遵守していても、バイオマスボイラは一般的に使用されている化石燃料ボイラとは異なる点があるため注意が必要です。

燃料の特性として化石燃料より環境的に優れていることがある一方で、それらの木質バイオマスを燃焼した際に考えられる周辺環境への影響について、バイオマスボイラ導入の設計段階から配慮することが求められます。同時に、バイオマスボイラの導入には周辺住民の理解を得ることも重要であるため、バイオマス燃料の特徴・特性を説明するとともに、バイオマスを使用する意義についての説明が必要となります。

項目	ポイント・対策
ボイラ本体の選定	高い含水率のチップに対応していること 燃焼効率、ボイラ効率の良いボイラを選定すること(煙・におい対策) 安定燃焼まで時間が短いもの(着火時の助燃バーナ等備えているもの) 安全装置が備わっていること(地震発生時や停電時の停止装置)
適性チップ燃料の使用	ボイラが安定・安全に燃焼できる燃料を使用すること(事前に燃料供給者と仕様を決定する) 含水率:50%wb (100%db)以内であること(乾燥していればしているほど良い) 形状 80mm 以下であること 化学物質、重金属類を含んでいないこと、土や石が付着していないこと(煙・におい対策)
煙・におい	適切な集塵装置を備え付けること 煙突を周辺の建物より高くすること 周辺住民へのけむりの説明(冬季に水蒸気が見えることがあるが、木に含まれている水が蒸発したものであり、健康の問題や事故ではないこと、化学物質や重金属を含んでいないバイオマス燃料は、化石燃料と異なりNOX、SOXは少ない。) ボイラの安定燃焼状態の維持すること(連続運転) 助燃バーナ等による速やかなボイラの立上げを行うこと 負荷がかかっていない不完全燃焼状態にしないこと(施設に対する適正規模、適性運転) チップからのにおいの対策として密閉可能な燃料サイロを選択すること
音	設計時にレイアウトの配慮すること(ファン等音の影響の大きい発生源を遠くへ) 防音タイプの機種を選定すること
運搬車両	適性規模の車両によるバイオマス燃料の運搬を行うこと 運送時間の配慮すること(混雑する曜日・時間の回避)
その他	周辺住民、施設へのバイオマス利用の説明を行うこと

1.4 剪定枝等の燃料供給システムを構築するための検討

1.4.1 剪定枝等の処理状況の把握及びしくみの設計

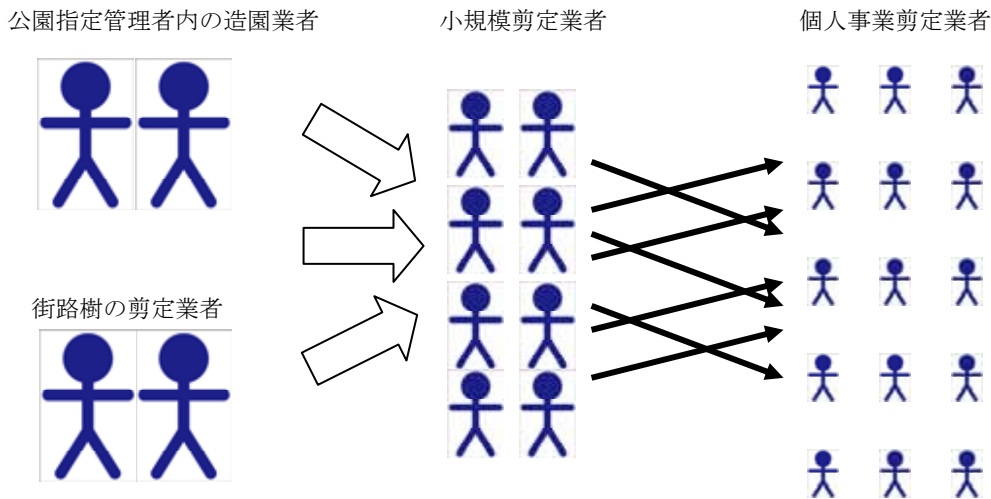
これまでの調査を踏まえ、現在の剪定枝処理状況の流れを把握し、燃料として利用可能な木質バイオマスの発生状況をまとめ、剪定枝を中心とした木質バイオマスの安定的な供給のしくみ作りを行うための木質バイオマスの収集・燃料化システムの概念設計を行いました。

(1) 指定管理者による公園管理

公園指定管理者は、図表 1-4、図表 1-5 において前述したとおり、市内公園を 3 地区に分割し、地区ごと一括管理しています。ただし、長池公園、上柚木公園、運動公園については、別途各公園の担当指定管理者が公園管理を行っており、このうち、長池公園と上柚木公園においては、公園利用者への無料配布や炭焼き、堆肥化等として剪定枝を公園内で利活用しています。

公園内で剪定枝を利用している長池公園と上柚木公園を除くほとんどの公園では、地区ごとの指定管理者内に造園業等の事業者が存在しており、剪定の管理を行っています。各地区ごとの管理公園数が多数あることから、剪定作業自体は関連のある複数の剪定業者に委託されています。また、街路樹の受託事業者も 11 社ありますが、それぞれの剪定事業者がさらに下請けの小規模剪定事業者や剪定の職人等に作業を委託しています。

剪定作業にあたる小規模剪定事業者は概ね個人事業主であり、処理量や経費についての管理は難しい状況にあるため、剪定事業者サイドからの処理量やコストの把握は困難な状況です。



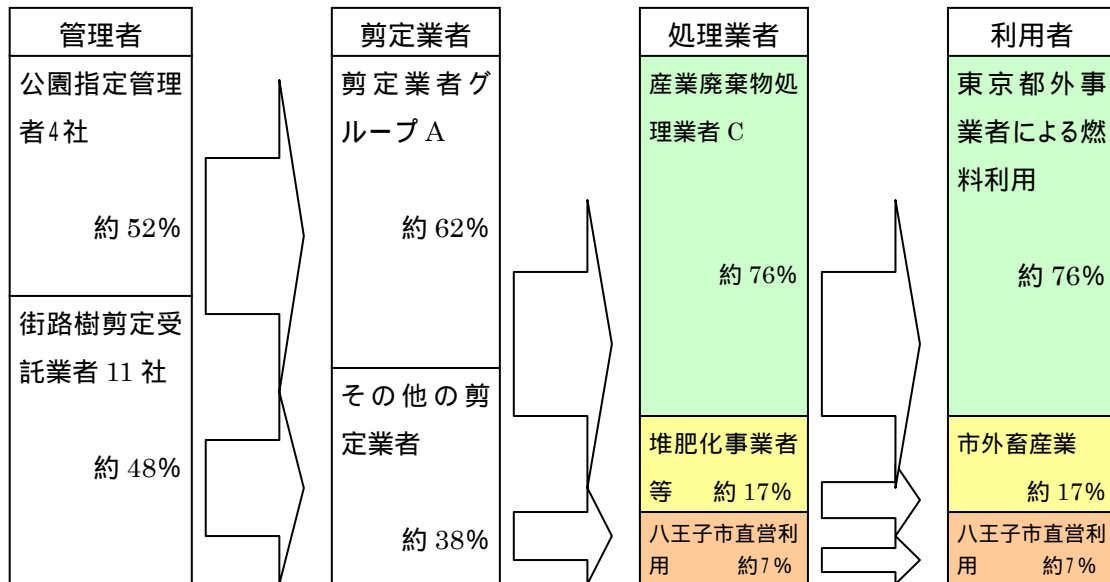
図表 1-130 市内の剪定事業者の連関イメージ

(2) 剪定枝の処理の流れ

これら多数の小規模剪定事業者は、2 つの剪定業者グループに所属しており、剪定枝の多くを一般廃棄物(一部、産業廃棄物)として処理または堆肥化事業者を通して処理しています。

関係事業者へのヒアリングによると、市内全域から発生する剪定枝は、3 つの利用方法に分かれており、概ね1つの産業廃棄物処理業者に搬入、少量が堆肥化されて畜産業者等に利用されていると考えられます。若干量は、公園内でのチップ化や、薪や木材として市民へ無料配布されているものもあります。

産業廃棄物処理業者に持ち込まれているもののうち、産廃として処理されている剪定枝は、マニフェスト管理が行われており、その伝票をつぶさに当たれば、剪定業者からの納入量も最終処理先への納入量もほぼ把握可能です。しかし、毎年の発生量については年度変動が大きく、安定的ではありません。また公園課もしくは道路事業部補修センターの処理費用の増減によっても剪定量は変動します。堆肥化事業者等の利用については、詳細は不明です。そこでおよその処理割合を以下の図に示しました。



図表 1-131 八王子市の剪定枝処理の流れ

1.4.2 利活用方針の検討

調査、概念設計の結果を踏まえ、事業化の可能性を検討しました。

(1) 剪定枝の処理方針

現状行われている剪定枝の処理方法としては、主に以下の3つが挙げられます。

- ・ 産業廃棄物
- ・ 事業系一般廃棄物
- ・ 堆肥化

東京都における経緯

現状では、かなりの量の剪定枝が廃棄物として処理されていますが、少量は堆肥化事業者に流れています。都内の剪定枝については、産業廃棄物とみなすか事業系一般廃棄物とみなすか、または堆肥化利用する場合においては資源とみなすなどのさまざまな処理が行われており、八王子市も同様の状況です。以前は、東京都内の焼却施設においても、剪定枝を事業系一般廃棄物として受け入れていましたが、焼却施設の能力不足や炉の延命策として、剪定枝の持込を拒否する傾向が強まりました。そのため産業廃棄物処理施設に持ち込まれるようになったものの、産廃処理事業者の受入が間に合あわなくなったため、堆肥化事業者に持ち込む場合は廃棄物ではなく資源としてみなす、という救済策を設けました。

そのため、東京都内においては、剪定枝は廃棄物または資源という2つの定義が存在します。

八王子市の現状

八王子市においては、ほとんどが廃棄物として処理されていますが、一部は堆肥化事業者へ持ち込まれています。

以下に、産業廃棄物処理及び資源化処理のメリット・デメリットを示します。

図表 1-132 産業廃棄物処理及び一般廃棄物処理・資源化処理のメリットとデメリット

	メリット	デメリット
産業廃棄物処理	・最終処分までのマニフェスト伝票による管理ルールがある ・発生地、品目、量、コスト、中間処理、最終処分が明確になる	・コストがかかる ・産廃処理の許可が必要
一般廃棄物処理、堆肥化処理	・コストが低い ・参入が容易である	・最終処分までのルールが明確ではない ・ルールがないので管理が不十分

(2) 検討のポイント

最終処分までのデータ管理の必要性

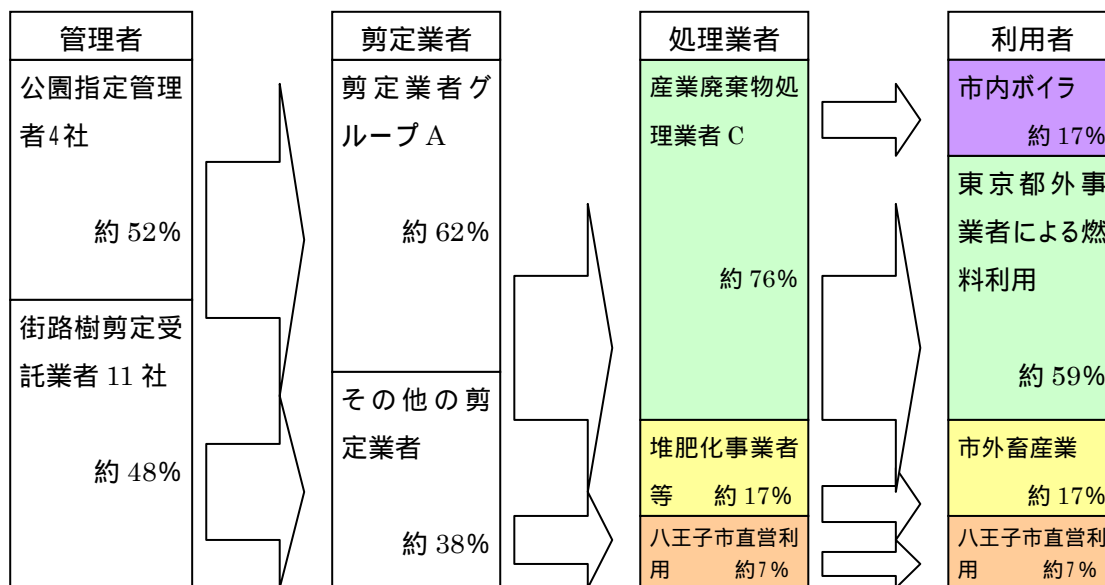
産業廃棄物処理されている分については、マニフェスト管理されているため、発生地から最終処分まで、処理量やコストのデータが明確になっています。このことは、行政事業としても最終処分までが明確に把握されるため、コンプライアンスの視点から重要なポイントとなります。また、燃料化費用の積算の根拠としても有用な資料となります。

また、小規模剪定事業者については、管理体制が十分とは考えにくいいため、産業廃棄物として処理することで量やコストを把握することが可能になります。産業廃棄物以外の処理についてはその点を把握することが困難と考えられます。

実証事業としてのデータの把握

産業廃棄物処理業者に持ち込まれているものは、現在、チップ化されて燃料化利用されています。処理量もまとまっており、この一部を八王子市内に設置した木質バイオマスボイラで熱利用することは量及び品質面においても問題がないと考えられます。

現段階においては、将来的な木質バイオマスボイラ導入計画(導入規模及び台数等)は未定であるため、全市的に大きく剪定枝の処理の流れを変える検討は困難と考えられます。よってこの事業で検討しているボイラ導入可能性のある施設への導入が行われた時点で、実証実験期間を設けて燃料の供給を行い、物の流れと消費量、処理コスト等のデータを収集し、将来に向けての詳細システムの検討を行う必要があります。



図表 1-133 八王子市内のボイラ利用に可能な燃料供給体制

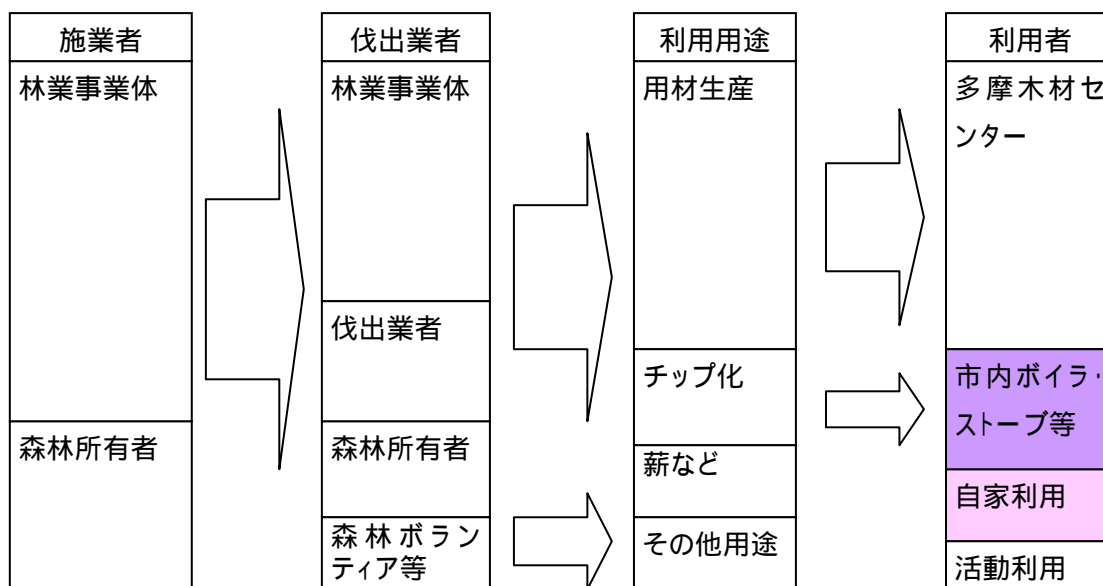
(3) 長期計画

長期的な木質バイオマス利活用計画として、市内から発生する剪定枝のみでなく、森林系のバイオマス(林地残材等)も利活用することで、適切な森林整備を進め、木材の高付加価値化を進め、森林のCO2吸収能を高めると共に、市内から発生するCO2の排出削減に努めます。

供給イメージ

現在、八王子市の山林の多くは、都内や近隣の林業事業者により間伐等の施業が行われています。また、森林所有者自身によって管理されている山林もあります。

森林系バイオマスによる燃料供給体制は、以下が想定できます。



図表 1-134 森林系バイオマスによる燃料供給体制

今後、木質バイオマス利用を拡大していくためには、市内から発生する林地残材を、チップや薪として利用することが必要となります。ある程度の熱需要のある、市内の施設に木質バイオマスボイラを導入する際には、チップボイラの利用が考えられます。また、小規模なボイラや、家庭に向けては、薪ボイラや薪ストーブの利用が考えられます。

市内において、林地残材からチップ及び薪の製造を新規に行った場合の製造コストを、それぞれまとめました。

林地残材等からのチップ製造コスト

林地残材から、チップ製造を行う際のチップ製造コストを試算しました。

(a) チップ化コスト

林地残材等のチップ化にあたっては、既存のチップ製造業者に依らず、原木をチップ化できるチップパーを独自で購入し、製造を行うことを想定しました。

試算の前提条件を、以下のように設定しました。

図表 1-135 チップ化試算の前提条件

項目	内容	単位	数値	備考	
比重換算	原木の比重	生重量 t/m ³	0.64	含水率 50%	
	チップ換算	m ³ /t	4	みかけ比重 0.25	
チップパー (破碎機)	価格	円	38,000,000		
	耐用年数	年	10		
	時間あたりチップ製造量	生重量 t/h	7.5		
		m ³ /h	30.0	ヒアリング値	
	チップヤード	価格	円	10,000,000	
		耐用年数	年	40	
グラッフル	価格	円	12,000,000		
	耐用年数	年	6		
導入機器	国庫補助率	%	50		
人件費	1日あたり作業時間	h/日	6	9:00 ~ 16:00	
	作業人数	名	2		
	チップ化作業 人件費	円/h	1,500	設定値	
燃料代	燃料消費量	L/h	22	想定値	
	軽油価格	円/L	119		

注) 1. 軽油価格は、「石油情報センター」給油所石油価格(2011年2月現在)を採用した。

この条件により、チップ化の試算を行いました。

原木をチップ化できるチップパーは、価格が大きいため、チップ製造量が少ない場合は、チップ化コストが増大します。逆に、チップ化の量を増やすことによって、チップ化コストを低減することが可能です。

年間 1,000t をチップ化することを想定した場合、チップ化コストは 6,780 円/t となります。

図表 1-136 チップ化コスト

チップ製造量	(生重量t/年)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	(チップm ³ /年)	400	800	1,200	1,600	2,000	2,400	2,800	3,200	3,600	4,000	4,400	4,800	5,200	5,600	6,000
原木必要量	(原木m ³ /年)	156	313	469	625	781	938	1,094	1,250	1,406	1,563	1,719	1,875	2,031	2,188	2,344
上記の製造に必要な年間 チップ稼働時間	(h/年)	13	27	40	53	67	80	93	107	120	133	147	160	173	187	200
チップ購入価格 (千円)	(a)-1	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000	19,000
チップ耐用年数 (年)	(b)0-1	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
チップヤード新設価格 (千円)	(a)-2	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
ヤード耐用年数 (年)	(b)0-2	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
グラブ購入価格 (千円)	(a)-3	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
グラブ耐用年数 (年)	(b)0-3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
年間作業日数 (日)	(b)1	3	5	7	9	12	14	16	18	20	23	25	27	29	32	34
1日あたり実働時間 (時間)	(b)2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
年間使用時間 (時間)	(c)	18	30	42	54	72	84	96	108	120	138	150	162	174	192	204
チップヤード償却時間 (時間)	(b)-1	180	300	420	540	720	840	960	1,080	1,200	1,380	1,500	1,620	1,740	1,920	2,040
チップヤード償却時間 (時間)	(b)-2	720	1,200	1,680	2,160	2,880	3,360	3,840	4,320	4,800	5,520	6,000	6,480	6,960	7,680	8,160
グラブ償却時間 (時間)	(b)-3	108	180	252	324	432	504	576	648	720	828	900	972	1,044	1,152	1,224
整備・修理費率	(d)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
燃料消費量 (L/時)	(e)	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
燃料(軽油)単価 (円/L)	(f)	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
普通作業人数 (人)	(g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
人件費 (円/時)	(j)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
減価償却費 (円/時)	(k)=(a)-1.2.3/(b)-1.2.3	168,056	100,833	72,024	56,019	42,014	36,012	31,510	28,009	25,208	21,920	20,167	18,673	17,385	15,755	14,828
整備・修理費 (円/時)	機械価格/(b)-1.2.3*(d)	168,056	100,833	72,024	56,019	42,014	36,012	31,510	28,009	25,208	21,920	20,167	18,673	17,385	15,755	14,828
直接費 燃料費 (円/時)	(e)*(f)	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508	2,508
普通作業員賃金 (円/時)	(g)*(j)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
時間費用合計 (円/時)	(n)	343,119	208,675	151,056	119,045	91,036	79,032	70,029	63,027	57,425	50,849	47,341	44,354	41,778	38,518	36,665
生重量1tあたりのチップ化コスト(円/生重量t)	(o)=(n)/機器能力	45,749	27,823	20,141	15,873	12,138	10,538	9,337	8,404	7,657	6,780	6,312	5,914	5,570	5,136	4,889

(b) 輸送コスト

4tトラックを購入し、1台のトラックで原木及びチップを輸送することを想定した際の、輸送コストを算出しました。

輸送に関する前提条件は、以下のように設定しました。

図表 1-137 チップ輸送の前提条件

	項目	単位	数式	数値
チップ輸送	チップ積込能率推定値	50%重量 t/時間	G1	3.8
	チップ荷降ろし能率推定値	50%重量 t/時間	G2	3.4
	トラックの1サイクルに要する時間	時間/回	$G3=T4/G1+T4/G2+T6/T5$	2.9
	チップ1tの輸送に要する時間	時間	$G4=G3/T4$	0.7
	日輸送可能回数	回/日	$G5=N2/G3$	2
原木輸送	原木積込能率推定値	60%重量 t/時間	C1	5.0
	原木荷降ろし能率推定値	60%重量 t/時間	C2	10.0
	トラックの1サイクルに要する時間	時間/回	$C3=T4/C1+T4/C2+T6/T5$	1.9
	原木1tの輸送に要する時間	時間	$C4=C3/T4$	0.5
	日輸送可能回数	回/日	$C5=N2/C3$	4
トラック	トラック価格	円	T1	7,000,000
	耐用年数	年	T2	10
	整備・修理費率		T3	0.4
	トラックの最大積載量	t/台	T4	4.0
	平均走行速度	km/時	T5	30.0
	トラックの輸送距離	km	T6	20.0
	燃料消費量	L/年	T7	500.0
	燃料単価	円/L	T8	119
	車検・保険料	円/年	T9	100,000
人工	作業員数	人	N1	1
	1日あたり作業時間	時間	N2	8.0

〔資料：製紙用チップ工場で生産した土場残材チップの供給コスト試算〕2006年、佐々木誠一ら を修正し試算〕

- 注) 1. 積込・荷降ろし能は、10t車への積込能率を元に推定。
 2. 燃料消費量は、9km/L、走行距離4,500km/年と想定。
 3. 「積込 運搬 荷降ろし 積込場所へ戻る」を1サイクルとする。
 4. 燃料単価は、「石油情報センター」給油所石油価格(2011年2月現在)を採用した。
 3. トラックの輸送距離は、市内の中心から端まで(約10km)を往復するものと想定した。

チップ製造量ごとの時間あたりにかかるトラックの費用は、以下のように試算されます。

図表 1-138 時間あたりトラック費用

チップ製造量 (チップ重量t/年)	C	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
原木必要量 (生重量t/年)	G	149	298	447	595	744	893	1,042	1,191	1,340	1,488	1,637	1,786	1,935	2,084	2,233
年間使用時間 (時間/年)	(1)=(C)+(H)	184	352	528	704	880	1,048	1,232	1,400	1,576	1,752	1,928	2,096	2,272	2,448	2,624
耐用時間(時間)	(2)=T2*(1)	1,840	3,520	5,280	7,040	8,800	10,480	12,320	14,000	15,760	17,520	19,280	20,960	22,720	24,480	26,240
減価償却費 (円/時)	(3)=T1/(2)	3,804	1,989	1,326	994	795	668	568	500	444	400	363	334	308	286	267
固定費 利子 (円/時)	(4)=(3)*0.075	285	149	99	75	60	50	43	38	33	30	27	25	23	21	20
車検・保険料 (円/時)	(5)=T9/(1)	543	284	189	142	114	95	81	71	63	57	52	48	44	41	38
整備・修理費 (円/時)	(6)=(3)*T3	1,522	795	530	398	318	267	227	200	178	160	145	134	123	114	107
燃料費(円/時)	(7)=T7*T8/(1)	323	169	113	85	68	57	48	43	38	34	31	28	26	24	23
作業員賃金 (円/時)	(8)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
時間費用合計 (円/時)	(9)=(3)~(8)	7,978	4,886	3,758	3,193	2,855	2,637	2,468	2,351	2,256	2,180	2,118	2,069	2,025	1,987	1,954

注) チップは含水率 WB20% (比重 0.43)、原木は含水率 WB50% (0.64) を想定している。

上記の時間あたり費用を元に、チップ及び原木の輸送コストを試算しました。

年間1,000tのチップ製造を行うと想定した場合のチップ輸送コストは、1,590円/t、原木輸送コストは1,018円/tとなります。

輸送にかかる時間を考えると、チップ及び原木輸送を日毎に別々で行うと想定した場合には、1,000t/年以上のチップ製造を行う場合、1台のトラックでの輸送は困難です。

そのため、チップを製造場所から施設に輸送した帰りに、原木をチップ製造場所まで輸送するなどの効率化を図る必要があります。

図表 1-139 チップ・原木輸送コスト

		C	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500
	チップ製造量 (チップ重量t/年)	C															
	原木必要量 (生重量t/年)	G	149	298	447	595	744	893	1,042	1,191	1,340	1,488	1,637	1,786	1,935	2,084	2,233
チップ 輸送	輸送回数(回/年)	(A)=C/T4	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375
	年間稼働日数 (日/年)	(B)=(A)/C5	13	25	38	50	63	75	88	100	113	125	138	150	163	175	188
	年間使用時間 (時間/年)	(C)=(B)/N2	104	200	304	400	504	600	704	800	904	1,000	1,104	1,200	1,304	1,400	1,504
	チップ1t輸送費 (円/チップ重量t)	(D)=C4/(9)	5,816	3,562	2,739	2,328	2,081	1,923	1,799	1,714	1,645	1,590	1,544	1,508	1,476	1,449	1,425
	チップ1t輸送費 (円/m3)	(E)=(D)/4	1,454	891	685	582	520	481	450	429	411	397	386	377	369	362	356
	輸送回数(回/年)	(F)=G/T4	37	74	112	149	186	223	260	298	335	372	409	447	484	521	558
原木 輸送	年間稼働日数 (日/年)	(G)=(F)/G5	10	19	28	38	47	56	66	75	84	94	103	112	121	131	140
	年間使用時間 (時間/年)	(H)=(G)/N2	80	152	224	304	376	448	528	600	672	752	824	896	968	1,048	1,120
	原木1t輸送費 (円/生重量t)	(I)=G4*(9)	3,723	2,280	1,754	1,490	1,332	1,231	1,152	1,097	1,053	1,018	989	965	945	927	912
	原木1t輸送費 (円/m3)	(J)=(I)*0.64	2,383	1,459	1,122	954	853	788	737	702	674	651	633	618	605	593	584
	合計稼働日数 (日/年)	(K)=(B)+(G)	35	69	103	138	172	206	241	275	309	344	378	412	446	481	515

(c) チップ製造コストまとめ

年間製造量を500t及び1,000tを想定した場合のチップ製造コストを算出しました。

山林の未利用材を利活用していくためには、山に材価を還元することで、森林所有者の施業意欲や木材生産意欲を増進させていくことが必要です。そのため、原木価格として、多摩木材センターにおいて最も安価に取引される価格である、4,000円/m3を想定しました。

山林の未利用材を搬出し、チップ化することを想定した場合のチップ製造コストは、500t/年を製造する場合には、32,220円/t、1,000t/年を製造する場合には、25,656円/tとなります。

図表 1-140 チップ製造コスト

年間製造量	原木価格	搬出コスト	輸送コスト	製造コスト	合計(円/t)
500t/年	6,250	12,500	1,332	12,138	32,220
1000t/年	6,250	12,500	1,018	6,780	25,656

このコストを低減させるためには、搬出コストを低減化すること、またチップ製造量を増やすことで、製造コストを低減化することが必要となります。

林地残材等からの薪製造コスト

木質バイオマスの自家利用にあたっては、チップは小型の燃焼機器に対応していないため、薪や

ペレットの利用が現実的です。

ただし、ペレット製造には、大規模な製造施設が必要となることや、製造にかかる手間が多くなるため、ここでは林地残材から、小規模な薪製造を行う際の薪製造コストを試算しました。

(a) 薪製造コスト試算

林地残材等からの薪製造にあたっては、薪割り機を独自で購入し、製造を行うことを想定しました。

試算の前提条件を、以下のように設定しました。

図表 1-141 薪製造試算の前提条件

	項目	単位	数値	備考
	原木比重	生重量 t/m ³	0.64	含水率 50% (WB)
製造効率	薪製造能力	m ³ /h	0.5	
	一日の稼働時間	h/日	8	
	一日の薪製造量(生重量)	t/日	2.574	含水率 50%wb
	一時間あたりの薪製造量(生重量)	生重量 t/h	0.32	含水率 50%wb
費用	薪割り機	円	720,000	大型業務用薪割り機
	チェーンソー	円	160,000	2台
	国庫補助率	%	50	
人件費	1日あたり作業時間	h/日	6	9:00 ~ 16:00
	作業人数	名	2	
	薪製造作業 人件費	円/h	1,500	設定値
燃料代	燃料消費量	L/h	22	想定値
	軽油価格	円/L	119	

注)1.軽油価格は、「石油情報センター」給油所石油価格(2011年2月現在)を採用した。

この条件により、薪製造の試算を行いました。

薪は、家庭用のストーブ・ボイラ等、小規模なものを中心に、徐々に需要拡大していくイメージとしたため、製造についても、小規模なものを想定しました。

輸送については、製造量が少ないため、チップと同様に行うものとし、別途の試算を行っていません。

年間 100t を薪にすることを想定した場合、薪製造コストは 11,201 円/t となります。

図表 1-142 薪製造コスト試算

薪製造量	生重量t		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
薪割り機稼働必要時間	h/年		31	62	93	124	155	186	218	249	280	311
機械価格	千円	(a)0	880	880	880	880	880	880	880	880	880	880
補助率	%	(a)1	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
導入費用負担額	千円	(a)=(a)0*(100-(a)1)/100	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
耐用年数	年	(a)2	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
年間作業日数	日	(b)1	5	10	16	21	26	31	36	41	47	52
1日あたり実働時間	時間	(b)2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
年間使用時間	時間	(b)=(b)1*(b)2	31	62	93	124	155	186	218	249	280	311
償却時間	時間	(c)=(a)2*(b)	311	622	932	1,243	1,554	1,865	2,176	2,486	2,797	3,108
整備・修理費率	%	(d)	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
燃料消費量	L/時	(e)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
燃料(軽油)単価	円/L	(f)	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
普通作業人数	人	(g)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
普通作業員賃金	円/時	(h)	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500
減価償却費	円/時	(i)=(a)/(C)	1,416	708	472	354	283	236	202	177	157	142
整備・修理費	円/時	(j)=(d)/(C)	3	6	9	12	16	19	22	25	28	31
直接費・燃料費	円/時	(k)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
人件費	円/時	(l)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
時間費用小計	円/時	(m)=(h)+(i)+(j)+(k)	4,464	3,759	3,526	3,412	3,344	3,300	3,269	3,247	3,230	3,218
製造管理費	円/時	(n)=120,000/(b)	3,861	1,931	1,287	965	772	644	552	483	429	386
時間費用合計	円/時	(o)=(m)+(n)	8,325	5,690	4,813	4,377	4,116	3,943	3,821	3,730	3,659	3,604
薪製造コスト	円/生重量t	(p)=(o)/年間薪製造量	25,874	17,684	14,960	13,603	12,793	12,256	11,875	11,592	11,374	11,201

(b) 薪製造コストまとめ

年間製造量を 500t 及び 1,000t を想定した場合の薪製造コストを算出しました。

原木の買い取り価格や搬出コストは、チップ製造時と同コストと考えます。

山林の未利用材を搬出し、薪製造を行うことを想定した場合の薪製造コストは、100t/年を製造する場合には、31,283 円/t となります。

図表 1-143 薪製造コストまとめ

年間製造量	原木価格	搬出コスト	製造コスト	合計(円/t)
100t/年	6,250	12,500	11,201	29,951

薪製造は、原木さえ入手できれば、家庭などにおいても鋸と斧で手軽に製造することができますが、ある程度の製造量を確保するためには、チェーンソーや薪割り機を導入し、効率化を図ることが必要となります。

木質バイオマス需要先の拡大

長期的な利活用のためには、公共施設のみならず、民間施設への木質バイオマス導入が必要となります。

今回、民間施設に対して行ったアンケートの結果をもとに、民間施設に向けて、ボイラ導入意向を探りながら、導入可能性を更なるヒアリング調査等によって検討していくことにより、市内の木質バイオマス需要先を増やし、木質バイオマス利活用を進めていきます。

現在、東京工科大学において、八王子市から発生する剪定枝等を自動車燃料(BTL)に変換し、自動車燃料にする研究が行われています。木質バイオマスを自動車燃料に変換することで、木

質バイオマスの新たな利用方法を実現し、市内の運輸部門のエネルギー削減に繋げることが可能です。

このような、熱利用以外の高付加価値の木質バイオマス利活用方法についても、長期的には検討していく必要があります。

BTLとは

一般的に、バイオマスの改質により製造した合成ガス(CO、H₂)から FT 合成により脂肪族炭化水素を生産し、適宜分解、異性化して製造するものです。これにより得られる FT 合成燃料を BTL(Biomass To Liquid)と言います。

バイオマスを原料とするディーゼル軽油は、優れた CO₂ 削減効果に加え、SPM (Suspended Particulate Matter) や酸性雨原因物資である SO_x の低減や燃費も優れており、地球温暖化防止や環境保全の面からも、燃料電池自動車が普及する次世代にわたって、最も優れた自動車燃料のひとつとして評価できます。

<製造原理>

バイオマスを常圧もしくは加圧条件で空気もしくは酸素、水蒸気等の存在下での熱分解(数百 以上)によって合成ガスを得ます。

ガス化反応式 $C_xH_yO_z + O_2 + H_2O \rightarrow CO + CO_2 + H_2 + CaHb$

FT 合成反応式 $nCO + 2nH_2 \rightarrow (CH_2)_n + nH_2O$

副生するタールやすず、チャーの低減化、後処理がプロセス設計や運転コスト、運転管理に大きく影響します。

<特徴> (メリット、 デメリット)

軽油代替・混合用としての輸送用燃料利用の他、熱利用としては灯油・重油代替又は重油との混合利用が可能です(利便性が高く用途が広い)。

軽油と比べて高セタン価・低硫黄・臭いの少ない燃料です。

種類を問わず、多様なバイオマスの利用が可能です。

まだ技術開発段階のため、導入には製造技術を確立した上で、原料となるバイオマス収集や選別、前処理を含めた効率的な燃料生産システムの構築が必要です。

既販車で利用する場合の安全性や排出ガスへの影響についても検討が必要です。

<技術動向>

BTL の製造に関してはまだ実証段階ではありますが、山梨県山梨市や徳島県那賀町など、全国数箇所の実証試験が始まっています。

普及啓発

取り組みを市内に広く PR していくためには、普及啓発が欠かせません。

八王子は、住宅地と山間地域の緩衝地帯とも言え、木質バイオマス資源が豊富であると同時に、木質バイオマス燃料を使った際の煙の匂いや騒音等、生活環境への影響を気にする声も多くみられます。

そこで、木質バイオマスの特性や、市の取り組みを市民にわかりやすく伝えることで、木質バイオマスへの抵抗感や心配を取り除き、市内全体で取り組みを進めていくことが重要です。

普及啓発案としては、まずは、公共施設に薪やペレットなどのストーブや小型のボイラによる足湯などを設置し、市民が木質バイオマスに触れる機会を、町が提供する方法が考えられます。同時に、これらの施設に木質バイオマスについてわかりやすく解説をしたパネル等を設置し、取り組みをアピールするスペースとしても活用します。

市内では北野清掃工場において、社会科見学が頻繁に開催されており、普及啓発の場として機能しています。そのような施設に、例えば、薪ボイラを熱源とした足湯を開設することで、より効果的に普及啓発を進めることができます。

参考までに、北野清掃工場における薪ボイラ足湯加温システムの導入費(概算)は、ボイラメーカーによれば、約 2,500 万円で、チップボイラやペレットボイラと比較し、安価で導入することができます。



【資料：特定非営利活動法人里山倶楽部 HP】

図表 1-144 大阪万博公園での木質バイオマスによる足湯



【資料：「東京の森と木」HP、宮津市 HP】

図表 1-145 庁舎のペレットストーブ（檜原村役場カフェ・宮津市役所）



図表 1-146 薪ボイラ外観

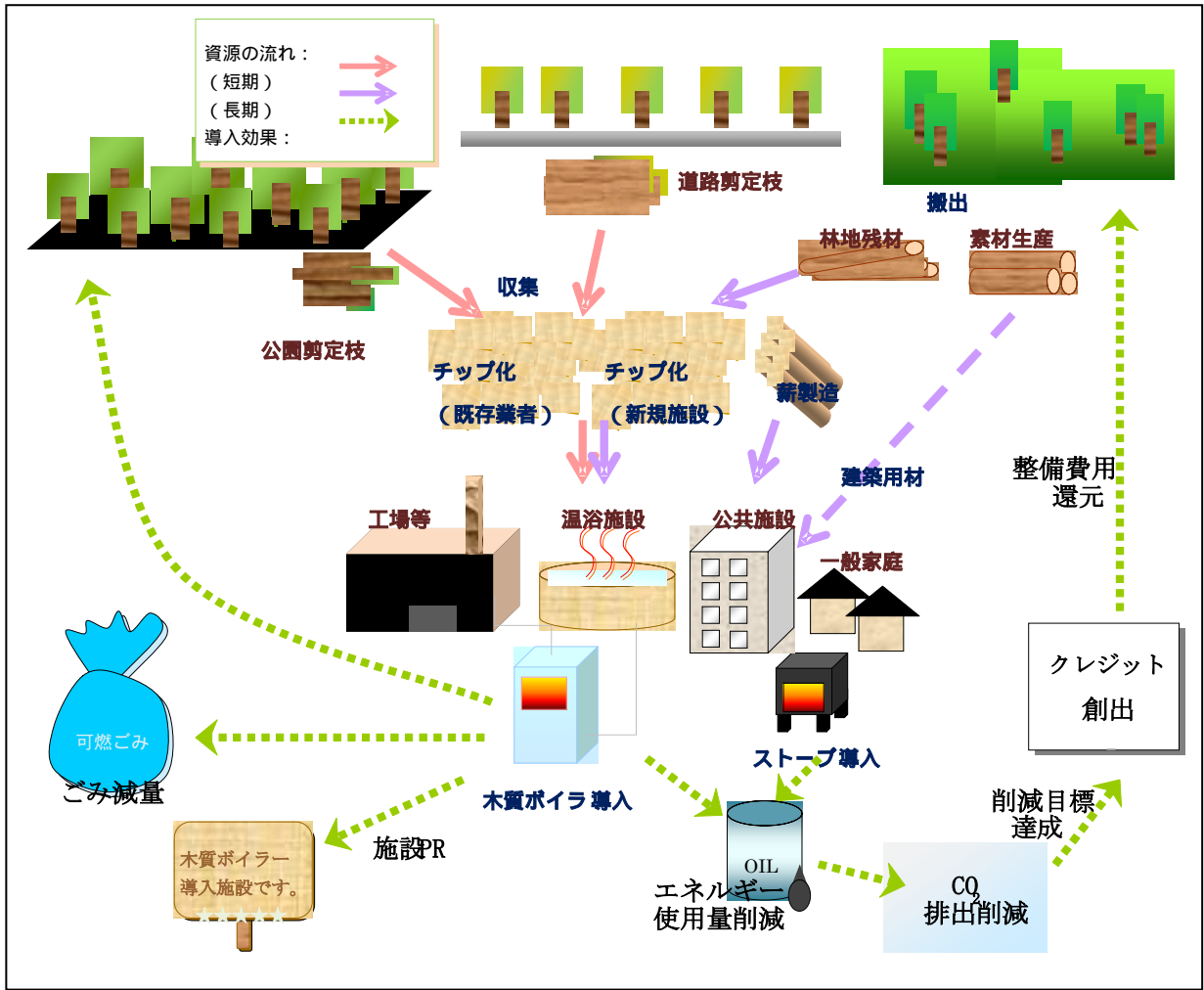
【資料：ボイラメーカー提供資料】

その他、長池公園のみならず、市内の公園全体での木質バイオマス利活用プロモーションを行うことや、市内で活動している森林ボランティア・NPO 団体等と連携し、森林整備活動をアピールすることなども考えられます。

長期的な取り組みイメージ

八王子市における、長期的な木質バイオマス活用の取り組みイメージを示します。

短期的には、既存業者がチップ化している公園や街路樹の剪定枝を中心に活用を行いますが、八王子市は森林資源も豊富であるため、長期的には、都市系の木質バイオマスだけでなく、林地残材等の森林系の木質バイオマスについても活用していくことが重要です。また、市内に新たなチップや薪の製造施設等を作り、地域の事業者等に委託することで、地域の雇用創出にも繋げていきます。



図表 1-147 長期取り組みイメージ