4. 新エネルギー導入可能性評価

4.1 新エネルギープロジェクトの可能性

須坂市における導入プロジェクト（案）としては、これまでの委員会や各部会での議論などから、次のようなものが考えられます。

表 4-1 民間での供給・需要が想定されるプロジェクトのイメージ

新エネルギー (供給)	用途 (需要)	プロジェクトイメージ
太陽光 太陽熱 風力 小水力	農業での利用	○ 果樹栽培（ぶどうやリンゴ）、しいたけ栽培等における熱利用等
	事業所等での利用	○ 施設更新等で施設の電気・熱利用への積極的導入
風力	地域の電力で利用	○ 民間企業による大規模風力発電を地域の電力で利用
		○ 市民発電所による大規模風力発電を地域の電力で利用
風力 小水力	農業での利用	○ 有害鳥獣対策用電気柵等へのマイクロ水力等利用
	家庭等での利用	○ 傾斜地の水路でのマイクロ水力発電で家庭用小規模電力需要に利用
	観光等での利用	○ 観光地区におけるシンボル性のある水車による発電で、観光用電気自転車（e-シャレット）の充電等に利用
バイオマス	事業者等での利用	○ 既存の菜の花や廃食用油回収などからのバイオディーゼル燃料（BDF）精製システムを展開し、地域事業者が利用
未利用エネルギー	観光施設等での利用	○ 地熱（温泉）を利用した温度差エネルギーによる熱利用や発電
複合利用（マイクロ グリッド）	商業施設や業務施設 での利用	○ 天然ガスパイプラインを利用し、燃料電池をベースとしたマイクログリッドによるエネルギー利用
		○ 大手電力需要家などの自家発電と連携（マイクログリッドの一部）し、周辺地区の電力・熱に利用
		○ 太陽光、風力、マイクロ水力などでバイオマス由来の水素を取り出して燃料電池に用い（マイクログリッドの一部）、峰の原高原などでの独立型分散エネルギーシステムとして利用

表 4-2 公共施設での導入が想定されるプロジェクト

行政が取り組むプロジェクト	新エネルギー (○：導入可能性の検討対象と想定できるもの)													
	太陽光発電	太陽熱利用	風力発電	中小水力発電	雪氷熱利用	バイオマス利用	バイオマス燃料製造	廃棄物発電熱利用	廃棄物燃料製造	未利用(温泉温度差等)	燃料電池	天然ガスコージェネレーション	クリーンエネルギー自動車	その他
・公共施設や教育施設等の施設電源・熱源として利用	○	○									○	○		
・地区施設、福祉施設等における施設電源・熱源として利用	○	○		○						○				
・街灯や公園施設等の施設電源	○		○	○										
・上水道の水源から配水池までの高低差を利用した発電				○										
・農作物の雪室貯蔵					○									
・間伐材の利用およびペレットストーブの普及						○								
・公共交通におけるバイオディーゼルの導入						○								
・家庭ゴミ等の分別回収の徹底等によるバイオマス利用							○							
・公用車のクリーンエネルギー自動車化													○	
・環境教育での利用	○			○			○							○
・市民出資による新エネ発電所に対する支援制度	○			○										○
・新エネルギー関連産業の振興のための技術研究等の支援	○	○	○	○			○	○			○	○	○	○

4.2 評価の視点

これらのプロジェクト案について、地域特性やこれまでの取り組み、新エネルギーの利用可能量、現在の技術開発動向を踏まえた上で、新エネルギーの導入の可能性を検討します。

視点1：須坂らしさやまちづくりとの整合

- ◆ 須坂の歴史やこれまでの取り組みを活かした、須坂らしさと結びつく。
- ◆ 産業振興や生活改善と結びつき、これからのまちづくりの原動力となる。
(→2章、3.3、4.1で整理)

視点2：エネルギーの需要と供給の関係

- ◆ 十分な利用可能量が見込めるとともに、エネルギー供給と需要の整合がある。
(→3.1、3.2、4.2.1で整理)

視点3：新エネルギーのコストおよび技術的水準

- ◆ 技術的な完成度が高い、CO₂削減効果が高い、コストが低い、費用対効果が高いなどの面で優位性がある。
(→4.2.2で整理)

4.2.1 エネルギーの需要と供給の関係

(1) 供給の考え方

3.2 新エネルギーの賦存量と利用可能量の推計で示したとおり、廃棄物発電・熱利用（ゴミ）や雪氷熱（道路除雪）など現在の回収のしくみの高度化等で資源として活用が想定できるものが多くなっています。しかし、これらについては、例えば、雪を集めて保管する作業のために要するエネルギーと集めた雪で利用されるエネルギーの大小関係など、実現のための経済的負担やエネルギー消費との整合を図る必要があります。

一方、天然ガスコージェネレーションに関しては、民間の供給ネットワークが市内に存在していることから、活用の可能性は高いと考えられます。

なお、その他のエネルギーに関しても、電力や熱として直接使用するのではなく、燃料電池に使用する水素を生み出すエネルギー源として利用したり、複数のエネルギー供給系統をネットワーク化して安定したエネルギー供給を行う“マイクログリッド”システムを構築する場合には、需要先との位置関係などの制約は緩やかになり、より多くの利用が可能となることが期待されます。

表 4-3 須坂市のエネルギー賦存量、利用可能量（再掲）

新エネルギーの種類	賦存量	利用可能量 ^{※1}	利用可能量で賄える世帯数 ^{※1} (利用可能量÷1世帯あたり年間消費電力量) 4,487kWh/年世帯※ 1kWh=3.6MJ 16,153MJ/年世帯	全世帯に占める割合 ^{※1} 世帯数:18,049	
	(10 ⁶ MJ/年)	(10 ⁶ MJ/年)	(世帯)	(%)	
太陽光発電	777,715	26	1,630	9.0	
太陽熱利用		14	880	4.8	
風力発電	792	1.1	68	0.38	
中小水力	7,129	0.58	36	0.20	
雪冷熱利用	56,522	41	2,600	14	
バイオマス 発電・熱利用	木質バイオマス	414	1.0	63	0.35
	農産バイオマス	27	0.022	1	0.0076
	畜産バイオマス	6	0.039	3	0.014
	下水汚泥	14	0.34	19	0.12
バイオマス 燃料製造	菜の花	29	0.27	19	0.094
廃棄物発電・熱利用		79	53	3,300	18
廃棄物燃料製造		3	0.030	2	0.010
未利用エネルギー	河川温度差	155,342	2.6	160	0.90
	温泉温度差	47	3.8	250	1.3
燃料電池				—	—
天然ガスコージェネレーション				—	—
クリーンエネルギー自動車				—	—
合計 ^{※1}		998,119	144	9,031	49

※1 賦存量以外は有効数字二桁でまるめて試算。このため縦計と横計が合わない場合がある。

※2 一世帯当たりの年間電力使用量は（財）省エネルギーセンター「平成14年度待機時消費電力調査」より

(2) 需要の考え方

公共施設における導入については、これまでも市民への普及、啓発の観点から効果が高い教育施設や福祉施設、公用車等へ導入してきました。

今後も、引き続き、公共施設の改修にあわせて積極的な導入を図ります。

民間における新エネルギーの導入に関しては、比較的経済性の良い利活用の可能性、非常時への備えとして、観光面でのイメージアップ戦略として、企業の環境に対するイメージアップ効果を想定できるものなどの需要が高いと考えられます。

4.2.2 コストおよび技術的水準

(1) コスト

新エネルギーは、電力会社から購入する電気や熱と比べて、価格が高いことが最大の課題となっています。また、太陽や風などの自然エネルギーの場合、日照や風速の変動により発電量が変化し、安定した電力が確保できないことも課題です。

しかし、近年の技術革新により機器が低廉化しており、また、余剰電力を一般電気事業者（中部電力等）に売却して収入を得ることができる^{※1} ため、各分野で新エネルギーが導入されています。以下に、文献や事例から把握した導入に係る費用を整理します。次表の数値は、須坂市独自のものではなく、一つの参考データですが、一般電気事業者等の料金と比較することにより、新エネルギー導入コストの目安になると考えられます。

コストの問題については、補助制度等を効果的に活用して導入を図る方法^{※2} もありますが、環境負荷軽減に対する意識向上への呼びかけ、付加価値化などの視点により導入を検討するといった考え方もあります。

※1：売電量の増加等に伴い、現在の売電単価が変動する可能性もあります。

※2：補助金の種類によっては、要望が多く申請しても補助を受けられない場合があります。

表 4-4 新エネルギー活用に必要なおおよその費用

エネルギー	かかる費用		発電コスト (円/kWh)	耐用 年数	備考(想定規模)
	導入費用	維持費用 (年間)			
太陽光	204 万円	約 2 万円	66 円/kWh	15	(3kW の場合) 住宅用太陽光発電導入 促進事業 H16 による補 助は 4.5 万/kW
	1,040 万円	約 10 万円	73 円/kWh	15	(10kW の場合)
太陽熱	40 万円	約 6 万円	6.7 円/MJ*	15	(集熱器及び蓄熱槽 一体タイプ 4 m ²)
風力	1,200 万円	約 100 万円	24 円/kWh	17	(40kW の場合)
	1.8 億円	約 1,500 万円	24 円/kWh	17	(600kW の場合)
中小水力	2,200 万円	120 万円 減価償却含む	16 円/kWh	20	(13kW)
雪氷熱	通常冷房の 2～3 倍	—	—	20	(土地と建屋を除く)
木質バイオマス (木質ペレット)	1,500 万円	約 130 万円	30 円/kg	15	(ペレットボイラー、 土地と建屋を除く)
BDF (バイオ ディーゼル燃料)	1,300 万円	約 120 万円	70 円/ℓ	15	(土地と建屋を除く)
廃棄物発電・熱利用	9～25 万円 /kW	約 460 万円	9～11 円/kWh	7	(110kW の場合)
未利用エネルギー	—	—	—	15	種類や条件により大き く異なる
業務用燃料電池 (家庭用)	40 万円/kW (6～10 万 円)*	約 720 万円 (約 1 万円)	11～14 円 /kWh (16 円/kWh)	15	りん酸型燃料電池 200kW の場合 (家庭用固体高分子型 燃料電池 1 kW)
業務用 天然ガスコージェネ レーション (家庭用)	30 万円/kW (75 万円)	約 1,350 万円 (約 7 万円)	11～14 円 /kWh (16 円/kWh)	15	ガス利用 500kW の場合 (家庭用 1 kW)
クリーンエネル ギー自動車(ハイブ リッド、天然ガス)	300～600 万 円/台	年間燃費 8.8 万円	—	6	(天然ガス車の場合)

(出典：次頁を参照) 1 kWh=3.6 MJ ※レンタル価格

表 4-5 一般電気事業者の発電費用等

【参考データ：電力および燃料の料金】	
一般に電力会社から電力を購入する場合、	
	家庭用：23 円/kWh, 業務用：15～20 円/kWh
原子力：5 円/kWh	
LNG (Liquefied Natural Gas：液化天然ガス) 火力：9 円/kWh	
石炭火力：7 円/kWh	
石油火力：10 円/kWh	
水力：13 円/kWh 程度	(通商産業省/資源エネルギー庁 平成 11 年資料)
軽油：73 円/ℓ 灯油：28 円/ℓ	(エネルギー・経済統計要覧 2004)
ガソリン車の燃費 年間 16 万	(大阪ガス資料)

表 4-6 コストの出典及び算定時期

エネルギー	かかる費用		発電コスト	耐用年数	
	導入費用	維持費用			
太陽光	H15 NEF データ (税抜 69 万/kW) 工事費含む設置費	H16 NEDO データ システム修繕・保守費 率を 1%と仮定	新エネルギー ガイドブック (H11 平均値)	地域新エネ ルギー導入促進事 業申請時のコス ト計算規定 H16	
	新エネルギー ガイドブック (H11 平均実績値)	H16 NEDO データ システム修繕・保守費 率を 1%と仮定			
太陽熱	H15 NEF データ (集熱器及び蓄熱槽 一体タイプ) 工事費含む設置費	発電コスト、年経費率 (0.09) より逆算	新エネルギー ガイドブック (H11 平均値)		
風力	風力発電ガイドブッ クの参考値	発電コスト、年経費率 (0.082) より逆算	新エネルギー ガイドブック (H11 平均実績値の 上限値)		
	山形県立川町 導入事例	発電コスト、年経費率 (0.082) より逆算			
中小水力	メーカー資料 建設費 170 万/kW	メーカー資料 年経費 120 万円 (減価償却・点検等)	導入費用・維持費用 から算出		メーカー資料
雪氷熱	北海道美唄市 導入事例	—	—		地域新エネ ルギー導入促進事 業申請時のコス ト計算規定 H16
木質バイオマス (木質ペレット)	長野県上伊那地方 導入事例	年経費率 (0.167) より 算出	長野県上伊那地方 導入事例		
BDF (バイオ ディーゼル燃料)	滋賀県環境生協 導入事例	年経費率 (0.09) より 算出	滋賀県環境生協 導入事例		
廃棄物発電 ・熱利用	メーカーヒアリング 出力規模は中野市の 東山クリーンセンター	年経費率 (0.09) より 算出	メーカーヒアリング		
未利用エネルギー	—	—	—		
業務用燃料電池 (家庭用)	メーカーヒアリング	年経費率 (0.09) より 算出 (うち 6 割: 燃 料費、4 割: その他維 持費用)	メーカーヒアリング 通常エネルギーの 3 割減		
業務用天然ガス コージェネレー ション (家庭用)	メーカーヒアリング	年経費率 (0.09) より 算出 (うち 6 割: 燃 料費、4 割: その他維 持費用)	メーカーヒアリング 通常エネルギーの 3 割減		
クリーン エネルギー自動車 (ハイブリッド、 天然ガス)	市場価格			法人税法「減価 償却資産の耐用 年数等に関する 省令」による区 分	

(2) 技術水準

新エネルギーは、「技術的に実用化段階に達しつつあるが、経済性の面から普及が十分でないもので、石油に代わるエネルギーの導入を図るために特に必要なもの」と定義されています。新エネルギーの中にも、自然エネルギーやリサイクルエネルギーなどの種類に分類でき、エネルギーの利用形態もさまざまです。

これらの特徴を把握した上で、導入の意義や効果を見極めて、導入しやすいものを選択していくことが必要です。

表 4-7 新エネルギーの特徴からみた導入のしやすさ

太陽光	無尽蔵の自然界のエネルギーをそのまま電気に変換できるが、その変換器の製造コスト、LCCO ₂ (53.4g-CO ₂ /kWh)はやや大きい。普及と技術革新が進み低価格化が進展している。一般家庭でも導入が可能である。
太陽熱	無尽蔵の自然界のエネルギーをそのまま熱に変換できる。設置コストは比較的安価で、一般家庭でも普及が進んでいる。(LCCO ₂ (29.5g-CO ₂ /kWh))
風力	太陽光発電に比べ、LCCO ₂ (29.5g-CO ₂ /kWh)が小さい。大規模な風力発電は、周辺地域への騒音の影響があること、バードストライク、電波障害、景観の問題等があるので、建設にあたっては環境アセスメントが必要である。家庭用の小型のもの(1kW以下、30~50万円程度)が販売されているが、系統連系などでトータルコストは200万円程度かかる。現在の電気事業者への売電価格が将来にわたって保証されていないことも念頭に置く必要がある。
中小水力	LCCO ₂ (11.3g-CO ₂ /kWh)も非常に小さく、自然界のエネルギーをそのまま電気に変換できる。その変換機(発電機)の製造コストも他のものに比べると安価で、確立された技術である。しかし、水利権などの問題で普及はそれほど進んでいない。
雪氷熱	雪を加工せず、運んでそのまま冷熱源として利用できるため、有利であるが、除雪後の雪の回収費用、保管倉庫などの維持管理費が必要である。スケールメリットを享受するのに向いているので、大規模な公的施設(雪冷房・貯蔵、ヒートポンプによる冷暖房など)での導入が適している。
木質ペレット	冬期の暖房需要の高い地域で、しかも林産資源に恵まれている地域では、化石燃料からの転換に非常に有望な資源である。ただし、ペレット製造プラントの費用、そのプラントに適した木材の形態など技術開発の動向に着目する必要がある。木質ペレット、専用ストーブなどの流通が進んでいないので、それらのネットワークを開発する必要がある。また、NO _x 、SO _x 等の大気汚染物質の発生についても配慮が必要である。
BDF <small>(バイオディーゼル燃料)</small>	BDF製造については、プラント費用が高いことから、NPOネットワーク利用が進んでいる。化石燃料を使用しないばかりか、有害な排ガス(NO _x 、SO _x 等)を出さないこと、使用済みの天ぷら油、菜種油などを使用するなど環境負荷は小さく、資源循環型社会のお手本のひとつである。

廃棄物 発電・ 熱利用

スーパーゴミ発電は、ごみを燃やすときに化石燃料(天然ガス)を助燃剤として利用するので、環境負荷が高くなるが、焼却処分以外の最終処分方法がないときには、有効な手段である。天然ガスなどの供給インフラがない場合や比較的小規模なゴミ処分方法としては、ゴミをガス化して、そのガスを利用するガス化熔融炉がある。また、生ゴミなどをメタン発酵させたガスを利用する方法もある。いずれにせよ、熱電併給となりエネルギー効率は高いが、導入費用が高いため、公的機関での導入が望まれる。また、CO₂ といった温室効果ガスや NO_x、SO_x、ダイオキシン等の大気汚染物質が発生し、最終処分場への配慮も必要である。

未利用 エネルギー

種類にもよるが、河川水や温泉廃熱の場合、自然界のエネルギーをそのまま利用できるので、環境負荷は低いが、導入規模・費用、エネルギー効率など技術開発の動向を見守る必要がある。また、都市の集積度が低いので須崎市では導入が困難である。

燃料電池

りん酸型燃料電池の事業用は普及しているが、熔融炭酸塩型燃料電池は数例であるが設置事例がある。家庭用(固体高分子型燃料電池)は1kW クラスのものが6~10 万円/年程度でレンタルされる。現在のところ、ガスや石油から改質した水素を用いているため、環境負荷は本来あるべき姿(環境負荷がほぼゼロ)よりも高い。熱電併給でき、排出されるのは水だけである。ただし、CO₂ や NO_x、SO_x 等が環境質に影響を与える場合があるので配慮が必要である。

天然ガス コージェネ レーション

製造過程で化石燃料を利用するが、熱利用と合わせ効率が高い。天然ガス利用のものは、石油類に比べて環境負荷は小さい。なお、CO₂ や NO_x、SO_x、騒音等が環境質に影響を与える場合があるので配慮が必要である。

クリーン エネルギー 自動車

(ハイブリッド、天然ガス)

製造過程で化石燃料を利用するが、通常のガソリン・ディーゼル車にくらべ良好。普及価格帯でも低公害自動車は販売されている。天然ガスを利用するCNG自動車や電気自動車は、それを供給するインフラの整備の問題もあるので、現在のところ、限られた地域での導入となる。また、BDFを燃料とする自動車もある。

出典：ライフサイクルCO₂ 排出量による発電技術の評価 電力中央研究所報告書(H12. 3)
LCCO₂：器機や製造物の製造から廃棄までの過程でのCO₂ 排出量を算出したもの。

4.3 新エネルギープロジェクトの評価

4.3.1 エネルギー部門別評価

評価の3つの視点について、下表に整理し総合的に評価しました。

なお、現時点での具体化の想定が困難であったその他の新エネルギーについても、技術革新を待ちながら、必要に応じて検討を実施することが考えられます。

表 4-8 須坂市における新エネルギー導入の方針

新エネルギー	視点1	視点2	視点3	総合	
	須坂らしさやまちづくりとの整合	エネルギーの需要と供給の関係	新エネルギーのコストおよび技術的水準	評価	新エネルギーの特徴からみた導入のしやすさ等
太陽光		A	A	◎	無尽蔵の自然界のエネルギーをそのまま電気に変換できる普及と技術革新が進み低価格化が進展している。一般化家庭でも導入が可能。
太陽熱		A	A	○	無尽蔵の自然界のエネルギーをそのまま熱に変換でき、太陽光発電と熱を利用するハイブリッドでの利用拡大が期待される。
風力	A		A	○	小規模風力発電などは技術的完成度も高く、身近な新エネルギーのシンボルとして導入が考えられる。
中小水力※	A	A	A	◎	CO ₂ も非常に小さく、自然界のエネルギーをそのまま電気に変換できる。須坂では規模の小さい用水路などが多く、これらでは発電したその場で利用することを前提としたシステム構築が考えられる。水利権などクリアすべき問題がある。

※須坂市地域新エネルギービジョンでは、地域において利用が考えられる自然エネルギーである中小水力発電についても、検討対象に含めています。

◎：導入を検討していく新エネルギー

○：技術の開発動向を見極めながら検討を行うエネルギー

新エネルギー	視点1	視点2	視点3	総合	
	須坂らしさやまちづくりとの整合	エネルギーの需要と供給の関係	新エネルギーのコストおよび技術的水準	評価	新エネルギーの特徴からみた導入のしやすさ等
雪氷熱			A		雪を加工せず、運んでそのまま冷熱源として利用できるため有利であるが、除雪後の雪の回収費用、保管倉庫などの維持管理費が必要である。賦存量の大きな新エネルギーであるが、これまでに実施した多くの研究・実験の結果、現在の技術水準では、冷熱としての利用は難しいと判断している。
木質バイオマス(木質ペレット)	A		A	◎	長野県など林産資源に恵まれている地域では、化石燃料からの転換に非常に有望な資源。技術開発の動向に着目する必要があるが、市ではペレットストーブの積極導入を開始しており、ペレットは県内の既存施設のネットワークを活用できる。
BDF(バイオディーゼル燃料)	A		A	◎	環境負荷は小さく、資源循環型社会のお手本のひとつ。地元での取り組みがはじまっている。また花いっぱい運動など、須坂市らしさの向上にも貢献。
廃棄物発電・熱利用					ごみを燃やすときに化石燃料を助燃剤として利用するが、焼却処分以外の最終処分方法がないときには有効。熱電併給でエネルギー効率が高い。
未利用エネルギー		A			河川水や温泉廃熱の場合、自然界のエネルギーをそのまま利用できるため、環境負荷は低い。技術開発の動向を見守る必要がある。

◎：導入を検討していく新エネルギー

○：技術の開発動向を見極めながら検討を行うエネルギー

新エネルギー	視点1	視点2	視点3	総合	
	須坂らしさやまちづくりとの整合	エネルギーの需要と供給の関係	新エネルギーのコストおよび技術的水準	評価	新エネルギーの特徴からみた導入のしやすさ等
燃料電池	A	A	A	◎	家庭用は1kWクラスのものが6～10万円/年程度でレンタルされはじめている。 天然ガスパイプラインや風力発電、マイクロ水力発電など地域資源を活用した分散型エネルギーシステムの中核としての導入が期待される。
天然ガス コージェネレーション	A		A	◎	製造過程で化石燃料を利用するが、熱利用と合わせ効率が高い。天然ガスパイプラインを活用した産業適地としての優位性とあわせ、産業振興面の取り組みとの連携が前提である。
クリーン エネルギー 自動車 (ハイブリッド・天然ガス)		A	A	◎	ハイブリッド車は普及価格で販売されており、公用車の買い換え等に合わせた導入が既に始まっている。

◎：導入を検討していく新エネルギー

○：技術の開発動向を見極めながら検討を行うエネルギー

4.3.2 重点プロジェクトテーマ

新エネルギーの種類別の評価を踏まえ、須坂市において導入を促進する新エネルギーとしては、

- 太陽光
- 太陽熱
- 風力（技術的動向見極める）
- 中小水力
- 木質バイオマス
- BDF（バイオディーゼル燃料）
- 燃料電池
- 天然ガスコージェネレーション
- クリーンエネルギー自動車

が挙げられます。

これらに関するプロジェクトのうち、須坂市が行政として短期的に実現でき、導入による波及効果等が期待できる取り組みを重点プロジェクトとします。

市の取り組み内容としては、以下となります。

なお、個別プロジェクトの内容は、5章で整理します。

テーマ1：公共施設への導入

- 公共施設への太陽光発電の設置（継続実施）
- 公共施設へのペレットストーブの設置（継続実施）
- クリーンエネルギー自動車の導入（継続実施）

テーマ2：新エネルギーシステムの技術開発支援、実用化に向けた研究

- 小水力発電の設置（1箇所程度）を行い実証試験
- 分散型エネルギーシステムの検討（NEDO助成事業等への参加）
- 木質バイオマス、バイオディーゼル燃料の研究
- 燃料電池の開発支援と普及

テーマ3：市民・事業者と一体になった、省エネルギーを含む普及・啓発活動の展開

- 菜の花プロジェクトの推進
- 環境家計簿等の省エネルギーへの取り組み推進
- 太陽光発電に関する事業者等の実証実験事業の斡旋等