

箱根温泉熱利用検討報告書

平成 26 年 3 月

箱根温泉熱利用検討会

目 次

1	はじめに	・ ・ ・ 1
2	箱根温泉の状況	
(1)	温泉の湧出(揚湯)量と水位	・ ・ ・ 2
(2)	他の温泉地との比較	・ ・ ・ 2
3	箱根における温泉熱の利用実態	
(1)	湯温・湯量等	・ ・ ・ 4
(2)	温泉の冷却	・ ・ ・ 5
(3)	排湯温度、排湯量	・ ・ ・ 5
(4)	温泉熱の利用の有無	・ ・ ・ 6
(5)	水道、熱使用量	・ ・ ・ 6
(6)	主な設備の使用年数	・ ・ ・ 7
(7)	高効率の設備への興味の有無	・ ・ ・ 7
(8)	その他	・ ・ ・ 8
4	箱根町における温泉熱利用の基本方針	・ ・ ・ 9
5	温泉熱の活用方法	
(1)	バイナリー発電	・ ・ ・ 10
(2)	熱電発電	・ ・ ・ 11
(3)	ヒートポンプ	・ ・ ・ 11
6	温泉熱の有効活用に向けた検討	
(1)	バイナリー発電	・ ・ ・ 13
(2)	熱電発電	・ ・ ・ 15
(3)	ヒートポンプ	・ ・ ・ 17
7	まとめ	・ ・ ・ 20
8	資料編	
(1)	国等の支援制度	・ ・ ・ 23
(2)	関係法令等	・ ・ ・ 27
(3)	委員会名簿	・ ・ ・ 34

1 はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による災害及びこれに伴う原子力発電所事故による災害(東日本大震災)は、我が国のエネルギーの脆弱さを浮き彫りにし、電力とエネルギー政策のあり方について、見直しの必要があることを示しました。

国においては、平成 24 年 7 月に「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（再生可能エネルギー特別措置法）」を施行し、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を開始するとともに、現在、新たな「エネルギー基本計画」の策定も進めています。

また、神奈川県においては、平成 23 年 9 月に「かながわスマートエネルギー構想」を提唱し、「原子力発電に過度に依存しない」、「環境に配慮する」、「地産地消を推進する」という 3 つの原則のもと、「創エネ（太陽光発電を中心に再生可能エネルギー等の導入促進）」・「省エネ（電力の消費量を減らすピークカットの促進）」・「蓄エネ（電力を蓄えて効率的に使うピークシフトの促進）」の取組に総合的に取り組んでおり、平成 26 年 4 月には「神奈川県再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例」を施行するとともに、現在、本条例に基づく「かながわスマートエネルギー計画」の策定も進めています。

こうした中、箱根町では、温泉資源保護、自然保護及び温泉文化保護の観点から、無秩序な地熱発電開発には反対であり、発電等のために地熱及び温泉熱を利用することを目的とした温泉井戸の新規掘削（増掘も含む）は認めないという基本的な考え方をもちながらも、地域特性である「温泉」に着目し、再生可能エネルギーとしての「温泉」熱の有効利用についての検討の必要性から、神奈川県と連携して平成 24 年 3 月に「箱根温泉熱利用検討会」を発足させ、有識者や事業者等にも参加をいただきながら、検討してきました。

そして今回、その結果を取りまとめ、箱根町における再生可能エネルギーとしての「温泉」熱の利用可能性について報告するものです。

2 箱根温泉の状況

(1) 温泉の湧出(揚湯)量と水位

箱根町では、480本の源泉のうち304本の源泉から21,835リットル／分※₁の温泉を湧出(揚湯)しています。

箱根町の温泉水位は、観光資源としての開発が半ば無秩序に進められた結果、昭和30年代頃から著しい水位低下が認められたため、昭和42年に温泉保護のための要綱※₂を定めました。その結果、最近は沈静化しつつありますが、依然として低下傾向※₃にあります。

(2) 他の温泉地との比較

箱根町は、年間2,000万人もの観光客が訪れ、宿泊者数は、全国1位ですが、宿泊者一人当たりの温泉の湧出(揚湯)量で比較すると、1.7リットル／分と他の地域より少ないことから、限られた温泉を最大限に有効活用していることが分かります。

<温泉地の湧出(揚湯)量と宿泊者数等>

温泉地	都道府県	温泉の 湧出(揚湯)量 (リットル／分)	1日当たりの 宿泊者数(人)	宿泊者一人 当たりの湧出(揚湯)量 (リットル／分・人)
別府温泉郷	大分	83,296	7,055	11.8
由布院	大分	43,949	1,773	24.8
奥飛騨温泉郷	岐阜	36,908	852	43.3
伊東	静岡	33,873	6,864	4.9
草津	群馬	32,300	4,844	6.7
指宿	鹿児島	25,091	1,323	19.0
箱根温泉郷	神奈川	21,835	12,729	1.7
熱海温泉郷	静岡	17,531	7,904	2.2
東伊豆町温泉郷	静岡	15,386	2,775	5.8

出典：日本温泉協会 温泉VOL.81 No.856(温泉地宿泊者数ベスト100)。

温泉VOL.81 No.853(温泉統計ベスト10)(数値は平成22年度の数値)。

1日当たりの宿泊者数は、日本温泉協会の年度延宿泊利用人員数を365日で割ったもの。

- ※1 平成 22 年度 小田原保健福祉事務所年報より（数値は、平成 22 年度の
数値）。
- ※2 神奈川県温泉保護対策要綱（昭和 42 年制定 特別保護地域、保護地域
は新規掘削の禁止、準保護地域は 70 リットル／分を上限）。
- ※3 箱根町地下水保全対策研究会 平成 23 年 11 月 11 日資料）、（箱根久野
観測井の 39 年間ににおける平均水頭低下は、約 0.45m／年（1972 年から
観測開始））。

3 箱根における温泉熱の利用実態

箱根町の宿泊施設等の温泉熱利用の実態を把握するため、箱根温泉協会の会員、箱根温泉旅館協同組合の組合員（117 社）に対し、温泉熱の利用実態等のアンケート調査を平成 24 年 2 月に実施し、その結果を取りまとめ、箱根町の傾向を把握しました。

(1) 湯温・湯量等

本町の宿泊施設等の温泉の湯温は、平均 57.3℃、最大 81.2℃、最小 28.0℃となっており、湯量は、平均 241 リットル／分、最大 2,751 リットル／分、最小 8 リットル／分となっています。

<箱根町の地域ごとの湯温>

地域	湯温（℃）			有効 回答数
	平均	最大	最小	
箱根湯本	53.8	75.8	36.0	19
塔之沢	54.2	54.2	54.2	1
宮ノ下	69.3	80.8	62.3	4
小涌谷	52.8	60.4	41.0	3
強羅	63.0	81.2	40.3	9
仙石原	55.7	67.9	37.0	14
芦ノ湖	57.7	77.0	28.0	5
芦之湯	58.0	58.0	58.0	1
全体	57.3	81.2	28.0	56

<箱根町の地域ごとの湯量>

地域	湯量（リットル／分）			有効 回答数
	平均	最大	最小	
箱根湯本	175	613	27	18
塔之沢	53	53	53	1
宮ノ下	179	267	115	3
小涌谷	71	110	40	3
強羅	579	2,751	11	7
仙石原	315	2,751	8	10
芦ノ湖	39	95	9	5
芦之湯	200	200	200	1
全体	241	2,751	8	48

＜宿泊施設別の宿泊可能数一人当たりの湯量＞

源泉所有の区分	宿泊施設別の宿泊可能数一人当たりの湯量 (リットル／分・人)			有効回答数
	平均	最大	最小	
源泉所有の宿泊施設等	2.2	30.7	0.1	34
他から温泉を供給されている宿泊施設等	7.5	91.7	0.1	15
全体	3.9	91.7	0.1	48

(2) 温泉の冷却

温泉の温度が高く、冷却してから温泉を利用している宿泊施設等は、50%となっています。

＜温泉の冷却方法＞

冷却の有無等		割合(%)	有効回答数
温泉を冷却している宿泊施設等	水道水で冷却	14	8
	井戸水で冷却	26	15
	その他	10	6※
温泉を冷却していない宿泊施設等		50	29

※ 水道水と井戸水を併用しているとした回答(1件)はその他としたもの。

(3) 排湯温度、排湯量

箱根町の宿泊施設等の排湯温度は、平均 36.3℃、排湯量は、平均 189リットル／分となっています。

＜宿泊施設等の排湯温度、排湯量＞

	排湯温度 (℃)、排湯量 (リットル／分)			有効回答数
	平均	最大	最小	
排湯温度	36.3	60.4	20.0	45
排湯量	189	2,751	8	40

(4) 温泉熱の利用の有無

温泉熱を利用している宿泊施設等は、7.9%で、温泉熱の利用先は、給湯利用が4件、暖房利用は2件、蓄熱槽を有する宿泊施設等は3件となっています。

<温泉熱の利用の有無>

	割合(%)	利用先	有効 回答数
温泉熱を利用 している	7.9	給湯利用が4件、暖房利用は2件、 蓄熱槽を有する宿泊施設等は3件	5
温泉熱を利用 していない	92.1		58

(5) 水道、熱使用量

箱根町の宿泊施設等の宿泊可能数一人当たりの水道使用量は、447 リットル、熱使用量は、11 万 kcal となっています。

<宿泊可能数一人当たりの水道・熱使用量>

宿泊者数	宿泊可能数一人当たりの 水道使用量		宿泊可能数一人当たりの 熱使用量	
	リットル／人	有効回答数	kcal／人	有効回答数
20 人以下	349	3	97,764	3
21 人～50 人	116	8	29,485	9
51 人～100 人	755	10	351,664	11
101 人～300 人	290	12	34,769	18
301 人～500 人	439	4	34,580	4
501 人～1000 人	82	1	37,348	3
1001 人以上	2,891	1	47,538	1
全体	447	39	109,198	49

※ 熱の 11 万 kcal は、電気の場合で 127 kWh (15.6 円／kWh で計算すると 1,981 円) に相当。LPG の場合 4.5m³ (330 円／m³ で計算すると 1,485 円) に相当。水道使用量の数値がばらついているのは、温泉の規模やプールの有無、井戸水の使用等で水道使用量が異なるため。

(6) 主な設備の使用年数

箱根町の宿泊施設等の主な設備の使用年数は、ボイラーが 15.3 年、吸収式冷温水器が 15.6 年、チラー冷凍機が 19.4 年となっています。

<主な設備の導入状況等>

設備名	設置数※1	使用年数※2		
		平均	最大	最小
ボイラー	46	15.3	53	1
吸収式冷温水器	12	15.6	33	1
電動冷凍機	6	18.7	29	8
チラー冷凍機	9	19.4	29	9
空冷ヒートポンプチラー	5	8.8	14	4
水冷ヒートポンプチラー	3	17.5	23	12
ヒートポンプ	7	8.3	16	3

※1 設置数は、有効回答数した 63 の宿泊施設等のうち、当該設備を設置している宿泊施設等の合計数。

※2 使用年数は、回答のあった当該設備の使用年数を平均したもの。

(7) 高効率の設備への興味の有無

省エネ効果の高い高効率な設備に興味のある宿泊施設等は、全体の 86.7%となっています。

<高効率の設備への興味の有無>

	割合(%)	有効回答数
興味あり	86.7	52
興味なし	13.3	8

(8) その他

区 分	自由意見
燃料費の高騰等	東電の４月から１６％の値上。
	今年１・２月寒く、電気代・水道・灯油・LP ガス去年よりかかった。温泉の温度が低く、困った。
	全ての燃料高騰で困っている。
	厳冬の折の暖房費、水道光熱費の売上げに占める比率が上昇（本年 LED 球に 85％設備導入）。
設備の老朽化	設備の老朽化、エアコンの騒音が気になる。
	設備の老朽化。
設備のメンテナンス、更新	更新費に難有り。諸設備の老朽化によるメンテナンス費用がかさむ。
	設備の定期メンテ代が高く、実質従業員が耳視のみで異常を確認している。
	温泉設備の更新時期となってきたが、費用等コスト面で非常に厳しく現段階では難しいところである。
	融資も受けられず、売上減の中、設備が老朽化や故障になっても直せない。ダマシダマシし、ごまかしながらの営業。
	亜硫酸ガスの影響がひどく、金属がサビてエアコン他機械の耐用年数は半分くらいと、設備費がかかりすぎる。温泉は排湯を利用したいが PH. 2. 2 の強酸性で再利用は困難。
その他	太陽光発電に取り組みたいが環境基準が厳しい。

4 箱根町における温泉熱利用の基本方針

箱根町の温泉の状況や利用実態を踏まえ、箱根における再生可能エネルギーとしての「温泉」熱利用にあたっては、次のとおり、検討を進めることとしました。

＜箱根町における温泉熱利用の基本方針＞

- 箱根町では温泉資源を「温泉」として既に有効利用していることを踏まえ、温泉資源の保護を最優先に考えた上で、発電等のために温泉の採取量を増やすことなく、「浴用に利用する前後の温泉熱」を発電設備やヒートポンプを導入することにより有効活用し、本来の「温泉」としての利用に影響を及ぼさない範囲において、再生可能エネルギーとしての温泉の「地産（温泉熱）」・「地消（余熱利用）」を図ります。

5 温泉熱の活用方法

「箱根町における温泉熱利用の基本方針」に基づき、「浴用に利用する前後の温泉熱」を有効活用する方法としては、次の3通りの方法が考えられます。

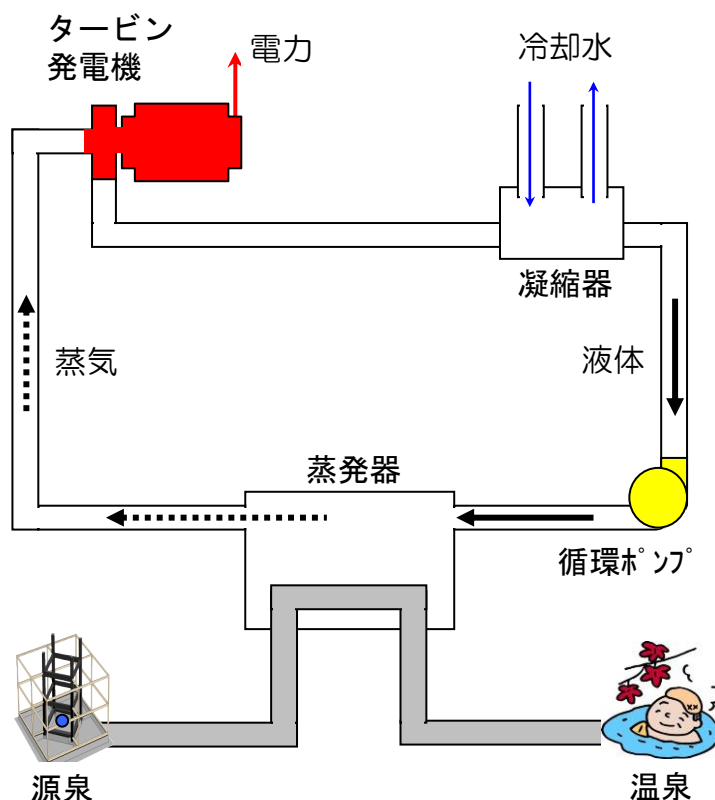
(1) バイナリー発電

バイナリー※発電とは、温泉のような加熱源より沸点の低い液体（フロン、アンモニア等）を加熱・蒸発させて、タービンを回し発電する方式で、温泉等の加熱源の系統と、低沸点の媒体の系統の2つの熱サイクルを利用するため、バイナリー発電と呼ばれています。

現在、数社からバイナリー発電装置が販売されており、一部温泉地域などではすでに導入がなされています。

※バイナリー (Binary) とは「2つの」という意味。

<バイナリー発電の原理>

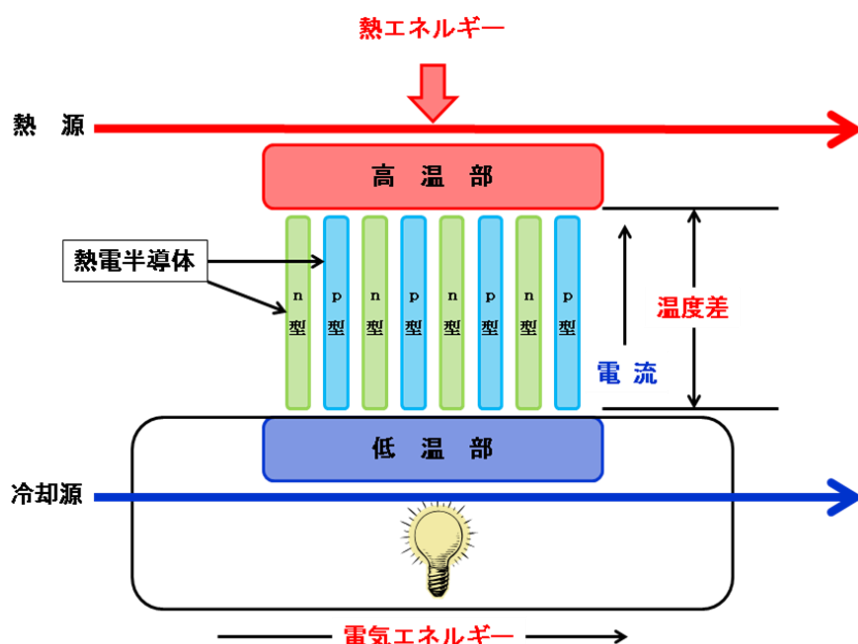


(2) 熱電発電

熱電発電とは、2種類の熱電半導体（p型とn型）で対をつくり、両接点に温度差をつけると熱起電力が生じる現象を利用して電力を取り出す方式で、温度差が生じている限り、継続して発電するという長所があります。

現在、温泉熱や工場・廃棄物処理場等で発生する熱を利用した熱電発電の実証実験が行われており、次世代の再生可能エネルギーとして、近年注目を集めています。

<熱電発電の原理>



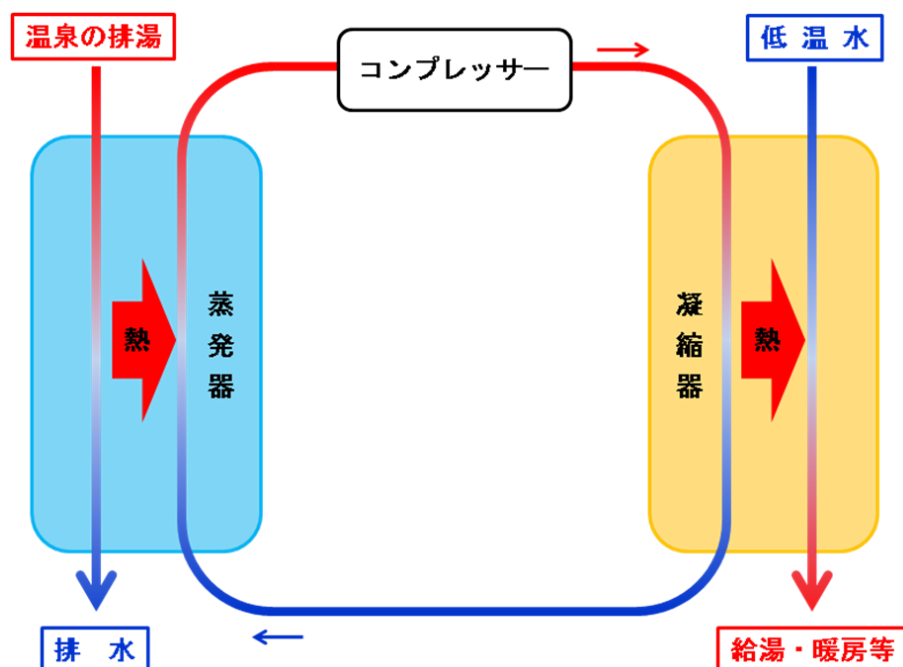
(3) ヒートポンプ

ヒートポンプとは、温度の低いところから温度の高いところへ熱を移動させる仕組みのことで、例えば、エアコンは、この仕組みを利用して、屋外の空気から熱を集めて室内に放出することで暖房を、室内の空気から熱を集めて室外に放出することで冷房を行なっています。

ヒートポンプは、前述した「バイナリー発電」や「熱電発電」と違い、発電はしませんが、化石燃料を燃やして熱を生み出すのではなく、電気で圧縮機（コンプレッサー）を動かして空気中に豊富に含まれる熱を取り込むため、消費電力に対して数倍の熱が取り出せるという特徴があり、優れた省エネ性能を備えているという長所があります。

現在、エアコン等のように空気中の熱を利用するヒートポンプだけではなく、温泉等の排湯熱や地中熱を利用するヒートポンプも販売されています。

<ヒートポンプの原理>



6 温泉熱の有効活用に向けた検討

前述した「浴用を利用する前後の温泉熱」を有効活用する3通りの方法について、それぞれの特徴に合った温泉熱の有効活用に向けた検討を行いました。

(1) バイナリー発電

バイナリー発電は、湯温が比較的高く、湯量が豊富な温泉に適していることから、そのような温泉を所有している宿泊施設Aに、バイナリー発電装置を導入した場合について、検討を行いました。

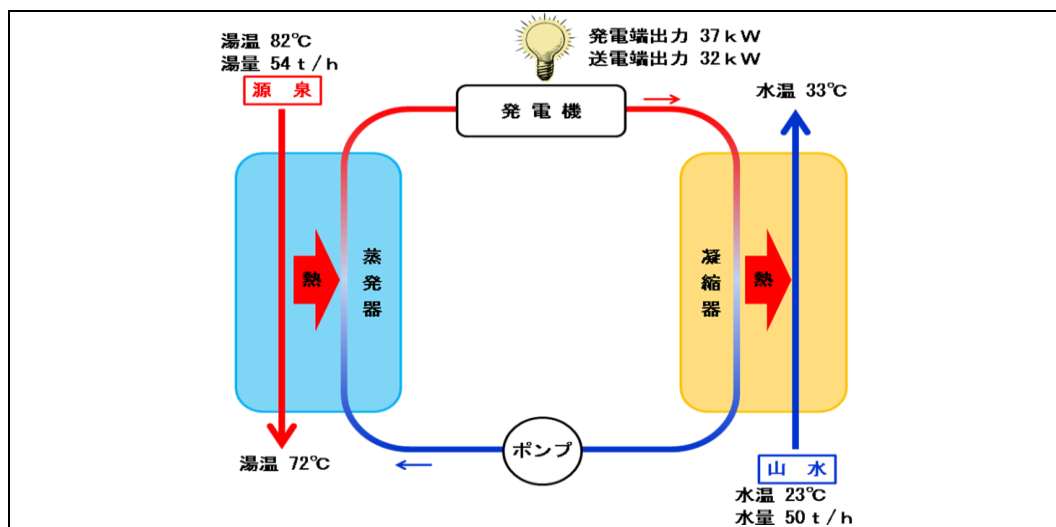
<宿泊施設Aの条件>

熱 源 (温泉水)			冷却源 (山 水)		
	湯 温	82℃		水 温	23℃
	湯 量	54 t / 時		水 量	50 t / 時

<バイナリー発電装置の主な仕様>

項 目	仕 様
熱源温度	70～100℃
冷却源温度	15～30℃
作動流体	アンモニア・水の混合媒体／代替フロン
最大出力	(発電端) 100 k W
	(送電端) 85 k W

<バイナリー発電装置の導入イメージ>



＜バイナリー発電装置の導入による経済性検討（概算）＞

項 目	金 額	備 考
バイナリー発電装置（A）	4,500 万円	作動流体は代替フロン 設置等費用含む
維持管理（年間）（B）	60 万円／年	5 万円／月
売電料（年間）（C）	1,000 万円／年	送電端出力 32 k W 売電単価 40 円／k W h 発電装置稼働率 90%
投資回収	5 年	$A \div (C - B)$

（シミュレーションによる検討結果）

宿泊施設 A では、バイナリー発電装置を導入することによって、熱源である温泉の温度が 82℃から 72℃に低下し、冷却源である山水の温度は 23℃から 33℃に上昇することで、送電端出力 32 k W の発電が可能となります。また、発電電力を固定価格買取制度により売電した場合、初期投資額 4,500 万円を概ね 5 年で回収可能と見込まれます。

しかしながら、発電を行っていない現状でも、特に冬季では、源泉から貯湯槽までの間で湯温がかなり低下することから、貯湯槽内を 60℃以上に保つ※₁ ためにボイラーで加温した後、浴用に利用しています。そうしたことから、発電により温泉の温度が約 10℃低下することで、ボイラーの燃料代が増加するとともに、二酸化炭素排出量も増えることから、今回のケースでは実現に至りませんでした。

（今後の導入可能性）

バイナリー発電装置の導入については、湯温が 100℃以上と比較的高く、かつ、湯量が豊富な温泉があり、また、冷却源として豊富な湧水等がある環境であれば、固定価格買取制度による売電収入により、5 年程度で初期投資額の回収が可能と見込まれると考えられます。

※ 1 神奈川県旅館業法施行条例において、宿泊施設の構造設備の基準として、貯湯槽内の湯水の温度を摂氏 60℃以上に保つ能力を有するボイラー等の加温装置を設置することが規定されています。これはレジオネラ属菌※₂ が 60℃以上で殺菌されるためです。

※2 レジオネラ属菌は本来土壌などの自然環境中の細菌ですが、冷却塔、給湯系、渦流浴などの人工環境にアメーバを宿主として増殖し、ヒトに吸引されて感染し、肺炎等を引き起こします。

(2) 熱電発電

熱電発電は、温度差が生じている限り、継続して発電することが可能であることから、温泉の加温前後に温度差が生じている宿泊施設Bに、熱電発電装置を導入した場合について、検討を行いました。

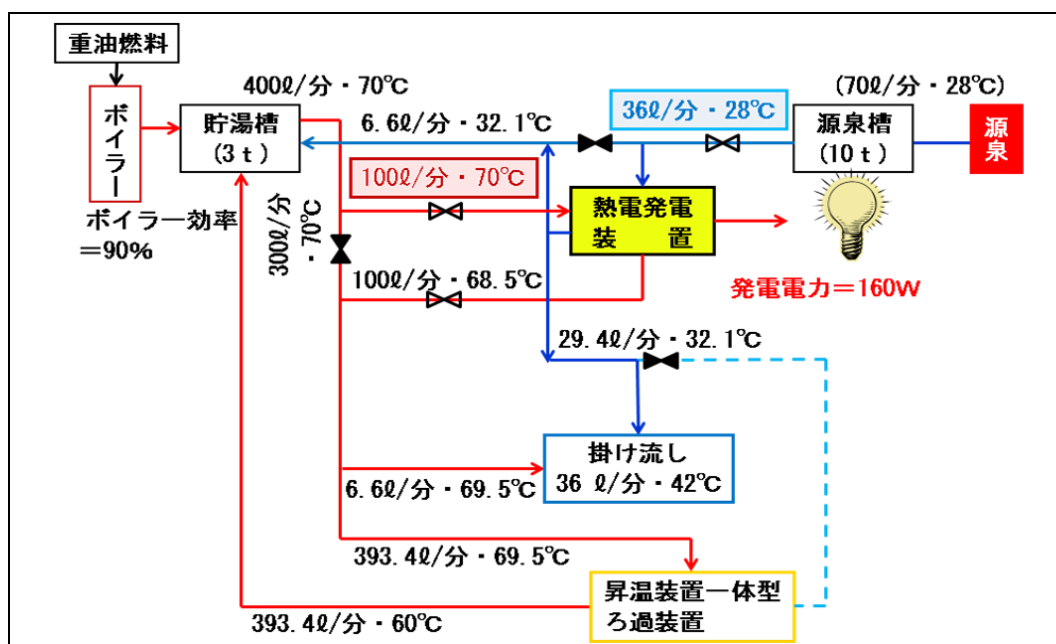
<宿泊施設Bの条件>

熱 源（ボイラー加温後の温泉水）		冷却源（ボイラー加温前の温泉水）	
湯 温	70℃	湯 温	28℃
湯 量	10 t / 時	湯 量	2.16 t / 時

<熱電発電装置の主な仕様>

項 目	仕 様
熱源温度	特になし（発電量は各熱源の温度差の2乗に比例するため）
冷却源温度	
モジュール	ビスマス・テルル系素子
発電端出力	160W

<熱電発電装置の導入イメージ>



＜熱電発電装置の導入による経済性検討（概算）＞

項 目	金額	備 考
熱電発電装置（A）	1,100 万円	設置等費用含む
維持管理（年間）（B）	—	事業所従業員により対応可能
補助金額（C）	550 万円	$A \times 1/2$
重油節約金額（年間）（D）	85 万円／年	重油単価 80 円
投資回収	7 年	$(A - C) \div D$

※ 環境省の温泉エネルギー活用加速化事業（温泉発電設備補助事業）。

補助率は $1/2$ で、選定方法は一般公募。

（シミュレーションによる検討結果）

宿泊施設 B では、熱電発電装置を導入することによって、熱源であるボイラー加温後の温泉の $1/4$ を用い、温度は 70°C から 68.5°C に低下し、冷却源であるボイラー加温前の温泉の温度は 28°C から 32.1°C に上昇することで、発電端出力 160W の発電が可能となります。また、発電によって得られる電力が少ないことから、固定価格買取制度による売電を行わず、環境省の補助事業を活用した場合、初期投資額 1,100 万円は、当該補助金と、冷却源であるボイラー加温前の温泉の温度が約 4.1°C 上昇することによる温泉の加温用ボイラーの燃料である重油使用量の節約分によって、概ね 7 年で回収可能と見込まれました。

しかしながら、当該計画を環境省の補助事業に申請した結果、ボイラーで加温した場合には、「温泉の熱を用いて発電を行う設備とは認められない」との見解で不採択となったため、投資回収に概ね 13 年かかると見込まれることから、今回のケースは実現には至りませんでした。

（今後の導入可能性）

熱電発電装置については、湯温が 30°C 以下と比較的低く、かつ、湯量がそれほど多くない温泉であっても、神奈川県旅館業法施行条例の宿泊施設の構造設備の基準である「貯湯槽内の湯水の温度を摂氏 60°C 以上に保つ能力を有するボイラー等の加温装置を設置すること」の規定により、低温の温泉を 60°C 以上に加温する必要がある仕組みを利用することで導入が可能となります。また、発電により得られる電力は少ないものの、温泉の加温用ボイラーの燃料である重油使用量の節約と、国等の補助制度を有効活用することで、初期投資額の回収も可能と見込まれております。

(3) ヒートポンプ

ヒートポンプとは、前述した「バイナリー発電」や「熱電発電」と違い、発電はしませんが、温泉の排湯熱を利用して給湯等を行うことが可能であることから、宿泊施設Cにヒートポンプを導入した場合について、検討を行いました。

<宿泊施設Cの条件>

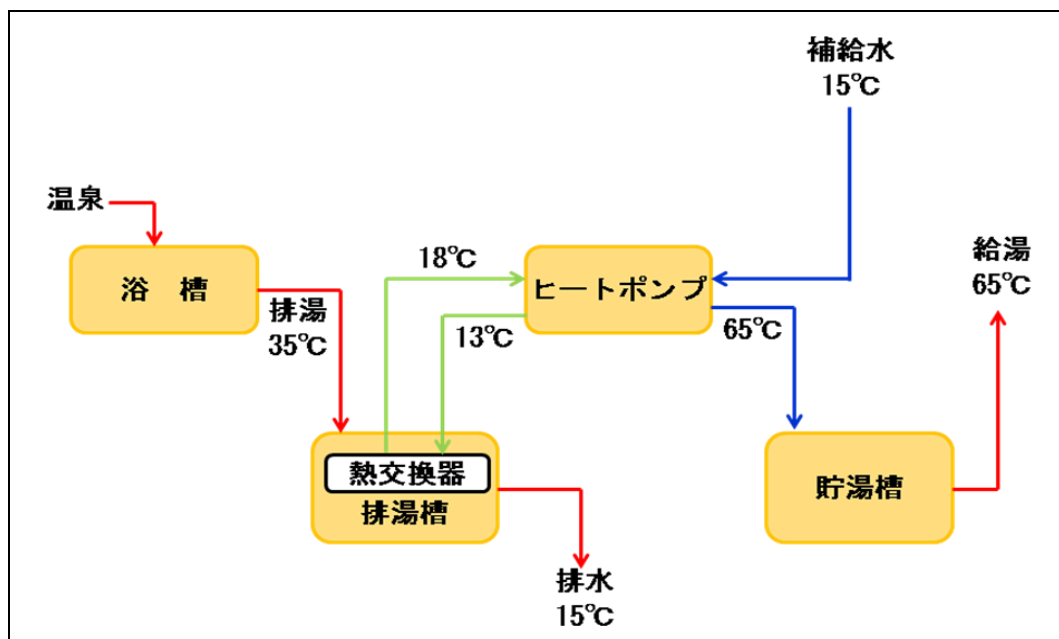
熱 源（浴用利用後の温泉排湯）		
	湯 温	35℃
	湯 量	6 t / 時

<ヒートポンプの主な仕様※>

項 目	仕 様
排湯からの採熱可能熱量	139.5 k W
必要熱源量	120.0 k W
モジュール	45 馬力
消費電力	38.7 k W

※ 35℃の温泉排湯をヒートポンプで熱回収し、15℃で排水する場合の仕様（温度差 20℃を利用）。

<ヒートポンプの導入イメージ>



＜ヒートポンプの導入による経済性検討（概算）※1＞

項 目	金 額	備 考
ヒートポンプ（A）	3,000 万円	設置等費用含む
維持管理（年間）（B）	—	「重油ボイラーの場合の維持管理費」と同額
補助金額（C）※2	1,000 万円	$A \times 1/3$
節約金額（年間）（D）	300 万円／年	「重油ボイラーの場合の重油代（重油単価 80 円・730 万円／年）」から「ヒートポンプの場合の電気料（430 万円／年）」を除いたもの
投資回収	7 年	$(A - C) \div D$

※1 ヒートポンプの稼働時間は、電気料金が安い夜間電力を利用し、15 時間（夜間 10 時間・日中 5 時間）で計算。

※2 温泉エネルギー活用加速化事業（うち温泉施設における温暖化対策事業）。補助率は $1/3$ で、選定方法は一般公募。

（シミュレーションによる検討結果）

ヒートポンプを導入することで、熱源である温泉排湯の温度は 35°C から 15°C に低下し、補給水の温度は 15°C から 65°C に昇温し、給湯に利用することが可能となります。また、環境省の補助事業を活用した場合、初期投資額 3,000 万円を環境省の補助事業に採択された場合の補助金と、重油ボイラーをヒートポンプに交換することで、電気料は重油ボイラーよりもヒートポンプの方がかかるものの、重油代は重油ボイラーよりもヒートポンプの方がかからないことから、ヒートポンプの稼働時間を電気料金が安い夜間電力を利用することにより、相対的にヒートポンプの方が重油ボイラーよりもランニングコストがかからないため、概ね 7 年で回収可能と見込まれました。

（今後の導入可能性）

温泉排湯を利用したヒートポンプは、既に製品化され、普及しつつありますが、環境省だけではなく、経済産業省においても、ヒートポンプを対象とした補助事業があります。また最近では、リースによる導入に対する補助事業も創設されています。ヒートポンプの導入については、温泉を浴用に利用している宿泊施設等であれば、どこでも発生する温泉排湯を利用するもので、温泉排湯量に応じたヒ

ートポンプの機種選定も可能であり、バイナリー発電や熱電発電の導入と比較すると、ヒートポンプの導入の方が実現可能な温泉熱の有効活用方法であると考えられます。また、既存の重油ボイラーの更新時期に合わせて、国等の補助制度を有効活用しつつ、ヒートポンプに更新することで、初期投資額の回収が可能と見込まれると考えられております。

＜温泉熱の有効活用の検討結果＞

	バイナリー発電	熱電発電	ヒートポンプ
仕組み	温泉のような加熱源より沸点の低い液体（フロン、アンモニア等）を加熱・蒸発させて、タービンを回し発電する	2種類の熱電半導体（p型とn型）で対をつくり、両接点に温度差をつけると熱起電力が生じる現象を利用して電力を取り出す	電気で圧縮機（コンプレッサー）を動かして温泉に含まれる熱を取り込み、消費電力に対して数倍の熱を取り出す
検討条件と結果			
熱源	温泉水 湯温 82℃ 湯量 54 t / 時	温泉水 (ボイラー加温後) 湯温 70℃ 湯量 10 t / 時	温泉排湯 (浴用利用後) 湯温 35℃ 湯量 6 t / 時
冷却源	山水 水温 23℃ 水量 50 t / 時	温泉水 (ボイラー加温前) 湯温 28℃ 湯量 2.16 t / h	—
発電量	32 kW (送電端出力)	160W (発電端出力)	—
初期投資費用	4,500 万円	1,100 万円	3,000 万円
年間売電収入	1,000 万円	—	—
補助金	—	550 万円	1,000 万円
投資回収※	5 年	7 年	7 年

※ 年間売電収入または補助金を得られた場合。

7 まとめ

<温泉熱の有効活用の検討結果に対する考察>

バイナリー発電	熱電発電	ヒートポンプ
熱源として湯温が比較的高く、かつ、湯量が豊富な温泉があり、また、冷却源として豊富な湧水等がある環境であれば、固定価格買取制度による売電収入により、初期投資額の回収が可能と見込まれる。	熱源と冷却源に温度差があれば、発電により得られる電力は少ないものの、湯温が比較的低く、かつ、湯量がそれ程多くない温泉であっても、低温の温泉を 60℃以上に加温する必要がある仕組みを利用することで、温泉の加温用ボイラーの重油等の燃料使用量の節約や、国等の補助制度の有効活用により、初期投資額の回収が可能と見込まれる。	温泉を浴用に利用している宿泊施設等であれば、どこでも発生する温泉排湯を利用するもので、温泉排湯量に応じたヒートポンプの機種選定も可能であり、また、既存の重油等ボイラーの更新時期に合わせて、国等の補助制度を有効活用しつつ、ヒートポンプに更新することで、ランニングコストの節約により、初期投資額の回収が可能と見込まれる。

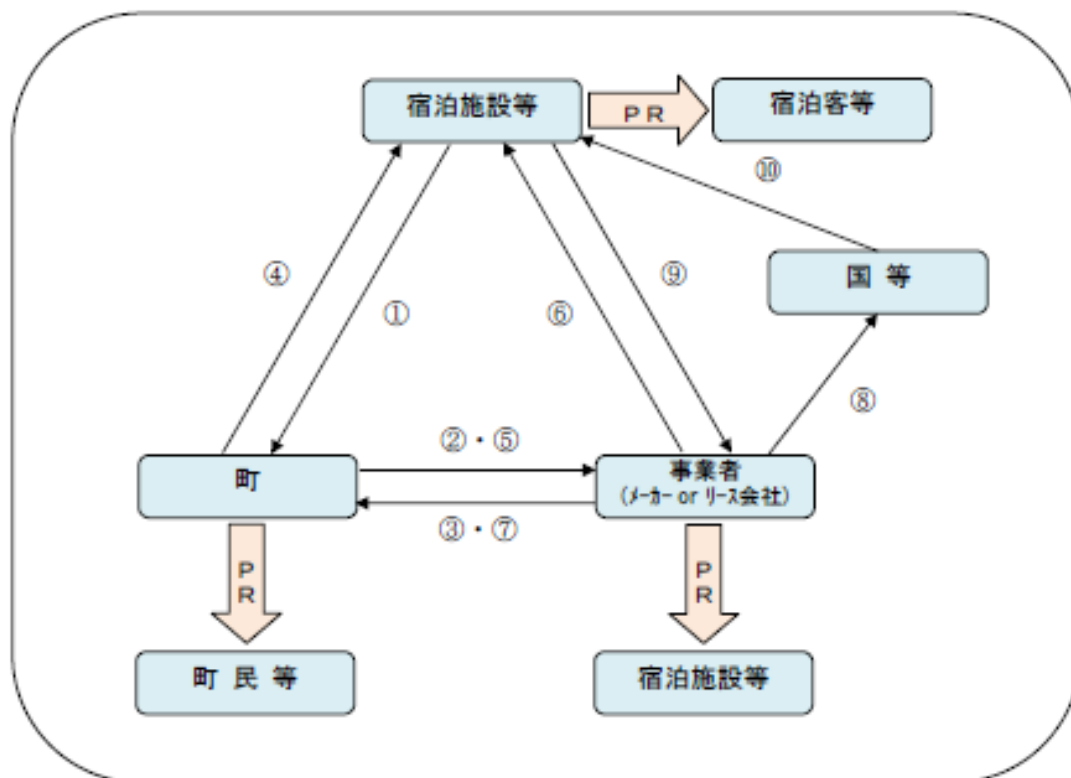
「6 温泉熱の有効活用に向けた検討」の結果、いずれの方法であっても、条件によっては、初期投資額の回収が可能と見込まれておりますが、湧出(揚湯)量や湯温などの状況を鑑みると、『箱根町においては、ヒートポンプによる温泉排湯を利用した温泉熱の有効活用が最も適している』と考えられます。

ついては、箱根町が進めている「環境先進観光地一箱根」※の推進施策の一つと位置付け、次のように宿泊施設等、行政及び事業者が連携するスキームにより、宿泊施設等へのヒートポンプ等の普及促進を図っていくとともに、温泉熱を有効活用する設備を導入する宿泊施設等に対する、固定資産税（償却資産）の減免あるいは金融機関等からの借入資金の利子補給等、普及促進を図る支援方策についても検討する必要があると考えられます。

※ 地球規模での環境問題や低炭素社会づくりへの貢献と共に、恵まれた自然環境を保全・活用し、普遍的価値を持つ持続可能な観光地として、多くの人々に安らぎと潤いをもたらす、世界から目標とされる国際観光地を目指す取組み。

<宿泊施設等へのヒートポンプ等の普及促進スキーム>

イメージ図



導入までの流れ

- ① 温泉熱を利用したヒートポンプ等の導入に関する照会
- ② 宿泊施設等からの照会事項の情報提供
- ③ 宿泊施設等への現場調査・提案の対応受諾
- ④ 事業者名の連絡、宿泊施設等の意思確認
- ⑤ 宿泊施設等の意思伝達
- ⑥ 宿泊施設等への現場調査・提案 (国等の補助制度の活用も含む)
- ⑦ 宿泊施設等への現場調査結果・提案内容の報告
- ⑧ 国等への補助金申請手続き or 売電手続き (代行)
- ⑨ 事業者への発注・契約
- ⑩ 国等からの補助金受領 or 売電収入

※⑧と⑨については、活用する補助制度により、流れ (順序) が逆になる場合あり。

＜普及促進スキームにおけるそれぞれの役割＞

	役 割	備 考
町	○宿泊施設等からの温泉熱を利用したヒートポンプ等の導入に関する照会への対応 (事業者への情報提供等、宿泊施設等と事業者間の連絡調整) ○温泉熱を利用したヒートポンプ等の普及促進施策の検討	○宿泊施設等と事業者間の契約については、町は一切関与しない
宿泊施設等	○温泉熱を利用したヒートポンプ等の導入	
事業者 (メーカー または リース会社)	○宿泊施設等への現場調査・提案・設置 (国等の補助制度の活用も含む) ○国等への補助金申請手続き or 売電手続き (無償により代行)	○補助金等が採択されなかった場合、事業者から宿泊施設等に対して、その補てん等はない ○リース契約の場合、リース会社が補助金を受領し、その分のリース料を低減

8 資料編

(1) 国等の支援制度

①エネルギー使用合理化事業者支援事業

項 目	説 明
概 要	既設の工場・事業場等に「技術の先端性」、「省エネルギー効果」、「費用対効果」を踏まえて政策的意義が高いと認められる先端的な省エネルギー設備を導入する民間事業者等に対し、事業に必要な経費の一部を補助する制度
補助率等	1 / 3 以内
実施機関	経済産業省 一般社団法人環境共創イニシアチブ 審査第一グループ
選定方法	公募
事業主体	事業活動を営んでいる法人及び個人事業主
条件等	1 既設設備・システムを置き換えることにより、事業を実施する工場・事業場等全体で省エネルギー率が1%以上、または省エネルギー量が500k1（原油換算）以上となること。 2 交付決定後に発注し、平成26年1月31日までに事業を完了すること（公募開始後であれば、交付決定前の見積依頼・競争入札は可能）。 3 事業完了後、1年間の実績（工場・事業場全体及び設置機器・設備単体それぞれについて）を測定し、報告すること（その結果、計画時の省エネルギー量に未達の場合は、補助金の返還となる場合あり）。
該当ケース	ヒートポンプ

②再生可能エネルギー熱利用加速化支援対策事業

項 目	説 明
概 要	再生可能エネルギー熱利用の設備導入を行う民間事業者等に対し、事業に必要な経費の一部を補助する制度 ①地域再生可能エネルギー熱導入促進事業 ②再生可能エネルギー熱事業者支援対策事業
補助率等	①：1／2以内 ②：1／3以内
実施機関	経済産業省 一般社団法人新エネルギー導入促進協議会 業務第2グループ
選定方法	公募
事業主体	①：地方公共団体、非営利民間団体、社会システム粋 ②：民間事業者等
条件等	1 先進的な再生可能エネルギー熱利用の設備導入であること。 2 普及啓発事業（補助対象外）を併せて実施すること。 3 ヒートポンプについては、冷却または加熱能力が次のとおりであること。 ①：10kW以上、②：20kW以上 4 中古品の導入については補助対象外。
該当ケース	ヒートポンプ

③二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 温泉エネルギー活用加速化事業

項 目	説 明
概 要	温泉発電等の自立的普及に向けて、温泉エネルギーを有効活用する民間団体等に対し、事業に必要な経費の一部を補助する制度 ①温泉発電設備の設置 ②ヒートポンプによる温泉熱の熱利用 ③温泉付随ガスの熱利用 ④温泉付随ガスのコージェネレーション
補助率等	①・③・④：1／2（上限） ②：1／3（上限）
実施機関	環境省 自然環境局自然環境整備担当参事官室
選定方法	公募
事業主体	民間事業者 等
条件等	【共通】 1 温泉施設においては、温泉法第 15 条の規定による温泉の利用許可を受けたものであること。 2 利用する温泉は、平成 25 年 4 月 1 日時点において現に湧出しているものであること。 3 事業完了後、4 年間の実績（二酸化炭素削減量等）を月単位で集計し、毎年報告すること。 【個別】 ①：開発済温泉または自然湧出温泉を利用するものであり、固定価格買取制度による売電を行わないこと。 ②：温泉水を熱源とする設備であり、かつ、加熱能力が 14 k W 以上であること。 ③・④：温泉に付随する可燃性天然ガスの全量を燃焼できる能力を有する設備であり、かつ、温泉に付随する可燃性天然ガスのみを燃料とする設備であること。
該当ケース	バイナリー発電、熱電発電、ヒートポンプ

④家庭・事業者向けエコリース促進事業

項 目	説 明
概 要	低炭素機器の導入に際して多額の初期投資費用（頭金）を負担することが困難な家庭、中小企業を中心に、頭金のないリースという手法を活用することによって低炭素機器の普及を図り、「エコで快適な暮らし」を実現するため、リースにより低炭素機器を導入した際に一定の要件を満たすリース事業者に対して補助する制度
補助率等	リース料総額の 3%または 5% (節電効果が高い製品群は 5%)
実施機関	環境省 一般社団法人 E S C O 推進協議会 エコリース促進事業部
選定方法	予算の範囲内で先着順
事業主体	家庭（個人）、個人事業主、中小企業（※ 1）、中堅企業（※ 2） （※ 1）資本金の額または出資の総額が 3 億円以下の会社 （※ 2）資本金の額または出資の総額が 3 億円超 10 億円未満の会社
条件等	- リース先は「エコリース促進事業補助金利用申込書」を指定リース事業者に提出すること。 - 補助金申請は環境省から指定を受けた指定リース事業者（平成 25 年度に公募により 118 社が指定）が行うこと。 - 補助金は指定リース事業者に交付されるが、リース契約時に補助金全額をリース料低減に充当する旨の特約等を交わすこと。 - 環境省が定める基準を満たす低炭素機器（「一般社団法人低炭素投資促進機構」のホームページで検索可能）に係る契約であること。 - リース期間が法定耐用年数の 70%以上（10 年以上は 60%以上）の契約であること（3 年以上）。
該当ケース	ヒートポンプ

(2) 関係法令等

①電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法【抜粋】

(調達価格及び調達期間)

第3条 経済産業大臣は、毎年度、当該年度の開始前に、電気事業者が次条第1項の規定により行う再生可能エネルギー電気の調達につき、経済産業省令で定める再生可能エネルギー発電設備の区分、設置の形態及び規模ごとに、当該再生可能エネルギー電気の1キロワット時当たりの価格（以下「調達価格」という。）及びその調達価格による調達に係る期間（以下「調達期間」という。）を定めなければならない。ただし、経済産業大臣は、我が国における再生可能エネルギー電気の供給の量の状況、再生可能エネルギー発電設備の設置に要する費用、物価その他の経済事情の変動等を勘案し、必要があると認めるときは、半期ごとに、当該半期の開始前に、調達価格及び調達期間（以下「調達価格等」という。）を定めることができる。

2 調達価格は、当該再生可能エネルギー発電設備による再生可能エネルギー電気の供給を調達期間にわたり安定的に行うことを可能とする価格として、当該供給が効率的に実施される場合に通常要すると認められる費用及び当該供給に係る再生可能エネルギー電気の見込量を基礎とし、我が国における再生可能エネルギー電気の供給の量の状況、第6条第1項の認定に係る発電（同条第4項の規定による変更の認定又は同条第5項の規定による変更の届出があったときは、その変更後のもの。同条第6項において同じ。）に係る再生可能エネルギー発電設備（以下「認定発電設備」という。）を用いて再生可能エネルギー電気を供給しようとする者（以下「特定供給者」という。）が受けるべき適正な利潤、この法律の施行前から再生可能エネルギー発電設備を用いて再生可能エネルギー電気を供給する者の当該供給に係る費用その他の事情を勘案して定めるものとする。

3 調達期間は、当該再生可能エネルギー発電設備による再生可能エネルギー電気の供給の開始の時から、その供給の開始後最初に行われる再生可能エネルギー発電設備の重要な部分の更新の時までの標準的な期間を勘案して定めるものとする。

4 経済産業大臣は、調達価格等を定めるに当たっては、第16条の賦課金の負担が電気の利用者に対して過重なものとならないよう配慮しなければならない

ない。

- 5 経済産業大臣は、調達価格等を定めようとするときは、当該再生可能エネルギー発電設備に係る所管に応じて農林水産大臣、国土交通大臣又は環境大臣に協議し、及び消費者政策の観点から消費者問題担当大臣（内閣府設置法（平成 11 年法律第 89 号）第 9 条第 1 項に規定する特命担当大臣であって、同項の規定により命を受けて同法第 4 条第 1 項第 17 号及び同条第 3 項第 61 号に掲げる事務を掌理するものをいう。）の意見を聴くとともに、調達価格等算定委員会の意見を聴かなければならない。この場合において、経済産業大臣は、調達価格等算定委員会の意見を尊重するものとする。
- 6 経済産業大臣は、調達価格等を定めたときは、遅滞なく、これを告示しなければならない。
- 7 経済産業大臣は、前項の規定による告示後速やかに、当該告示に係る調達価格等並びに当該調達価格等の算定の基礎に用いた数及び算定の方法を国会に報告しなければならない。
- 8 経済産業大臣は、物価その他の経済事情に著しい変動が生じ、又は生ずるおそれがある場合において、特に必要があると認めるときは、調達価格等を改定することができる。
- 9 第 5 項から第 7 項までの規定は、前項の規定による調達価格等の改定について準用する。

②電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法施行規則【抜粋】

(再生可能エネルギー発電設備の区分等)

第2条 法第3条第1項の経済産業省令で定める再生可能エネルギー発電設備の区分、設置の形態及び規模（以下「設備の区分等」という。）は、次のとおりとする。

9 地熱を電気に変換する設備（以下「地熱発電設備」という。）であって、その出力が1万5千ワット未満のもの

10 地熱発電設備であって、その出力が1万5千ワット以上のもの

③神奈川県再生可能エネルギーの導入等の促進に関する条例

我が国は、これまで、石油、石炭等のエネルギー資源を、海外からの輸入に依存してきたことから、その依存度を低減するために、原子力及び再生可能エネルギーの導入並びにエネルギー利用の効率化を促進するための取組を進めてきた。言うまでもなく、エネルギーは、経済及び国民生活を根幹から支えるものであり、その安定的な確保は、必要不可欠である。

しかしながら、東日本大震災に伴う原子力発電所事故が発生し、原子力の安全性についての国民の信頼が大きく損なわれるとともに、経済及び国民生活に深刻な影響をもたらすという切実な危機が生じたことにより、改めて、我が国は、エネルギー政策の見直しを求められている。

このため、私たちは、原子力発電に過度に依存せず、将来にわたり安全で安心して利用することができるエネルギーを安定的に確保するために、再生可能エネルギーを積極的に導入するとともに、経済活動及び生活様式を見つめ直し、エネルギーを大切に使用する社会を目指していく必要がある。同時に、地域において生産及び節約した様々なエネルギーを融通し合うことも含め、エネルギーの需給調整に貢献できる仕組みの構築に向けて先進的に取り組んでいくべきである。

こうした認識の下、神奈川県のエネルギー施策の基本となる事項を定め、県経済の発展及び県民生活の安定を図るため、この条例を制定する。

(目的)

第1条 この条例は、再生可能エネルギーの導入等の促進について、県、事業者及び県民の責務を明らかにするとともに、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策の基本となる事項を定め、その施策を総合的かつ計画的に推進することにより、地域における安全で安心して利用することができるエネルギーの需給の安定化を図り、もって県経済の発展及び県民の生活の安定に寄与することを目的とする。

(定義)

第2条 この条例において、次の各号に掲げる用語の意義は、当該各号に定めるところによる。

- (1) 再生可能エネルギー 太陽光、風力その他の再生可能エネルギー源（永続的に利用することができるものと認められるエネルギー源をいう。）を利用し

たエネルギーをいう。

(2) 再生可能エネルギーの導入等 次に掲げる事項をいう。

ア 再生可能エネルギーを導入すること。

イ 革新的なエネルギー高度利用技術（再生可能エネルギーの供給、エネルギー効率の飛躍的向上及びエネルギー源の多様化に資する新技術をいう。）を導入すること。

ウ エネルギーの使用の節約及び効率化並びに電気の需要の平準化を図ること。

（県の責務）

第3条 県は、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する総合的かつ計画的な施策を策定し、及び実施する責務を有する。

2 県は、前項に規定する施策の策定及び実施に当たっては、国、他の地方公共団体、大学その他の研究機関、事業者、県民並びに事業者及び県民の組織する民間の団体と緊密な連携を図るよう努めるものとする。

3 県は、その施設の建設及び維持管理その他事業の実施に当たっては、自ら率先して再生可能エネルギーの導入等の推進に努めるものとする。

（事業者の責務）

第4条 事業者は、その事業活動を行うに当たっては、自主性及び創造性を発揮し、再生可能エネルギーの導入等の推進に努めるものとする。

2 事業者は、県が実施する再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策に協力するよう努めるものとする。

（県民の責務）

第5条 県民は、その日常生活において、再生可能エネルギーの導入等の推進に積極的に努めるものとする。

2 県民は、県が実施する再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策に協力するよう努めるものとする。

（施策の基本方針）

第6条 県は、次に掲げる基本方針に基づき、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策を総合的かつ計画的に推進するものとする。

(1) 地域においてエネルギーの需給調整を行うエネルギー体系の構築に向けて、再生可能エネルギーの導入等の促進を図ること。

- (2) 地域の特性及び技術開発の動向に応じた再生可能エネルギーの導入等の促進を図ること。
- (3) 事業者の業態に応じた再生可能エネルギーの導入等の促進を図ること。
- (4) 県民の多様な生活様式に応じた再生可能エネルギーの導入等の促進を図ること。
- (5) 再生可能エネルギーの導入等の促進に関連する産業の振興及び人材の育成に努めること。

(基本計画)

第7条 知事は、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する基本的な計画（以下「基本計画」という。）を策定しなければならない。

2 基本計画は、次に掲げる事項について定めるものとする。

- (1) 再生可能エネルギーの導入等の促進に関する総合的かつ中長期的な目標及び基本的な施策
- (2) 前号に掲げるもののほか、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策を総合的かつ計画的に推進するために必要な事項

3 知事は、基本計画を策定するに当たっては、事業者、県民及びこれらの者の組織する民間の団体の意見を反映することができるように必要な措置を講ずるものとする。

4 知事は、基本計画を策定したときは、遅滞なく、これを公表しなければならない。

5 前2項の規定は、基本計画の変更について準用する。

(関連産業の振興)

第8条 県は、再生可能エネルギーの導入等の促進に関連する産業の振興のため、関連する産業の事業者が行う再生可能エネルギーの導入等の促進に資する事業活動に対して、必要な支援に努めるものとする。

(研究開発の推進等)

第9条 県は、再生可能エネルギーの導入等の促進に資する技術の向上を図るため、大学その他の研究機関と連携し、研究開発の推進及びその成果の普及に努めるものとする。

(事業者等の自発的な活動の促進)

第 10 条 県は、事業者、県民及びこれらの者の組織する民間の団体が行う再生可能エネルギーの導入等の促進に関する自発的な活動を促進するため、必要な支援に努めるものとする。

(学習の推進及び知識の普及啓発)

第 11 条 県は、事業者及び県民が再生可能エネルギーの導入等の必要性についての理解を深めるため、エネルギーに関する学習の推進及び知識の普及啓発に努めるものとする。

(顕彰)

第 12 条 県は、再生可能エネルギーの導入等の促進に特に功績があったと認められるものの顕彰に努めるものとする。

(実施状況の公表)

第 13 条 知事は、毎年度、再生可能エネルギーの導入等の促進に関する施策の実施状況について、インターネットの利用その他の方法により公表するものとする。

附 則

(施行期日)

1 この条例は、平成 26 年 4 月 1 日から施行する。

(経過措置)

2 第 7 条第 1 項の基本計画が策定されるまでの間は、この条例の施行の際現に策定されている再生可能エネルギーの導入等の促進に関する県の基本的な構想であるかながわスマートエネルギー構想を同項の基本計画とみなす。

(検討)

3 知事は、この条例の施行の日から起算して 5 年を経過するごとに、この条例の施行の状況について検討を加え、その結果に基づいて必要な措置を講ずるものとする。

4 前項の規定にかかわらず、知事は、エネルギーをめぐる情勢に変化が生じた場合には、その変化の状況等を踏まえ、この条例の施行の状況について検討を加え、その結果に基づいて必要な措置を講ずるものとする。

(3) 委員会名簿

箱根温泉熱利用検討会 委員名簿

(敬称略・順不同)

区 分	氏 名	役 職 等		備 考
温泉関係者	辻内 和七郎	箱根温泉蒸気井管理協議会	相談役	
	高橋 光由		会 長	
	小林 三男	箱根温泉協会	会 長	
	松坂 宣彦		副会長	
学識経験者	亀山 秀雄	東京農工大学大学院	教 授	会 長
	梶川 武信	湘南工科大学	名誉教授	
行政関係者	栢沼 眞次	箱根町企画観光部企画課	課 長	
	山田 健司	神奈川県産業労働局産業・エネルギー部地域エネルギー課	課 長	
	佐藤 治郎	神奈川県県西地域県政総合センター環境部	部 長	
オブザーバー	原 伸悟	神奈川県小田原保健福祉事務所温泉課		
	板寺 一洋	神奈川県温泉地学研究所		
	尾崎 美成	神奈川県企業庁発電課新エネルギーグループ		
	秋野 英治	ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 東京支社		
	太田 和寿	株式会社ゼネシス 営業チーム		
	遠藤 聡	アルバック理工株式会社 研究開発部		
	佐々木 恵一	株式会社東芝 電力・社会システム技術開発センター		
	尾形 賢	(NPO 法人) エコフォーラム21		

箱根温泉熱利用検討報告書

箱根温泉熱利用検討会