

コージェネレーションシステムの導入事例にみる BCPと省エネの両立と投資削減について

2015年10月22日

株式会社 竹中工務店
設計部 設備グループ
グループ長 井上 雄二



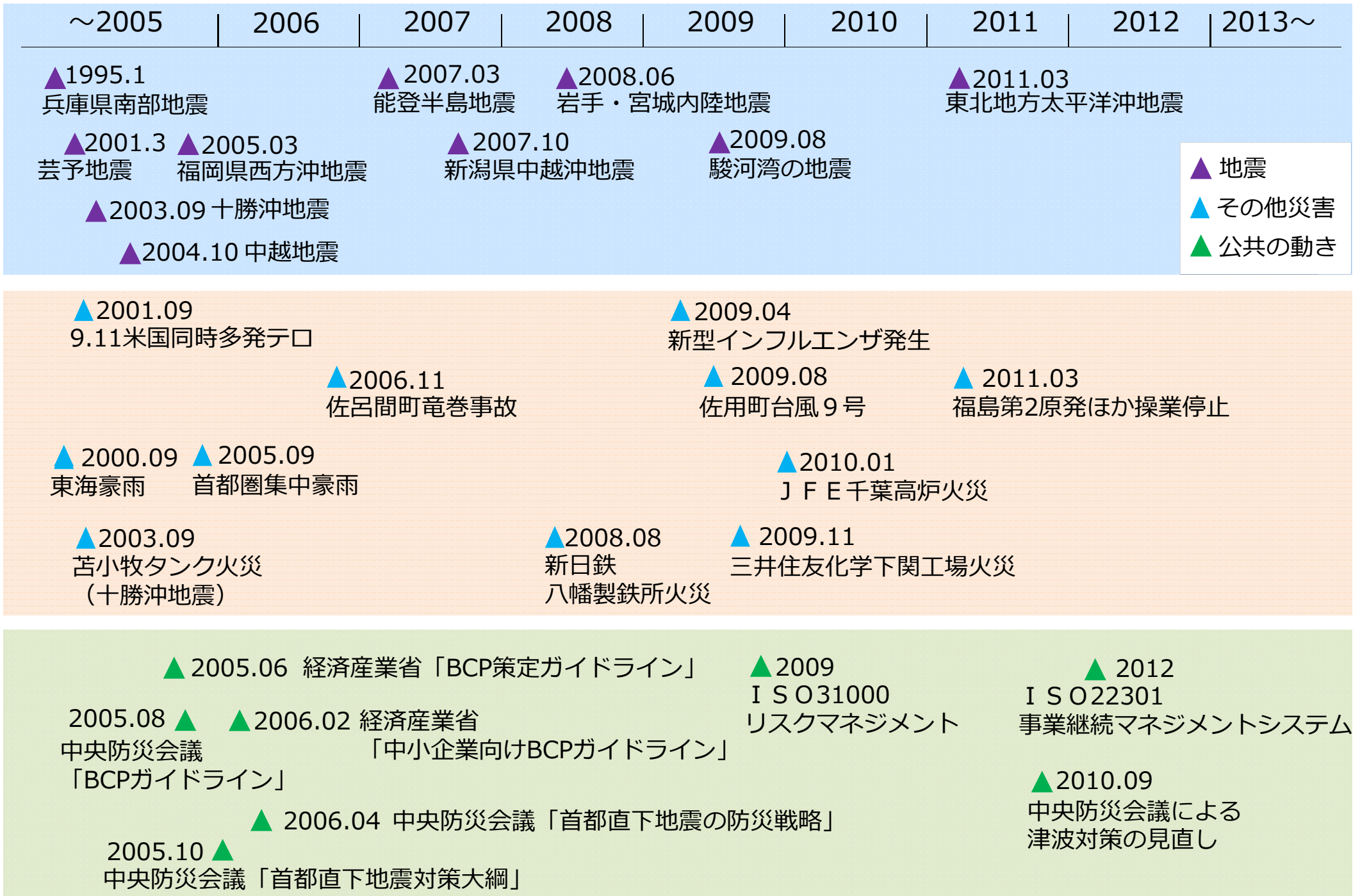
本日の内容

1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

本日の内容

1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

災害と公共の動き



地震が来る直前・・・

来る直前...



震度5強の揺れ最中

震度5強の揺れ最中



震度6強の揺れ最中

震度6強の揺れ最中



地震が来る直前・・・

来る直前...



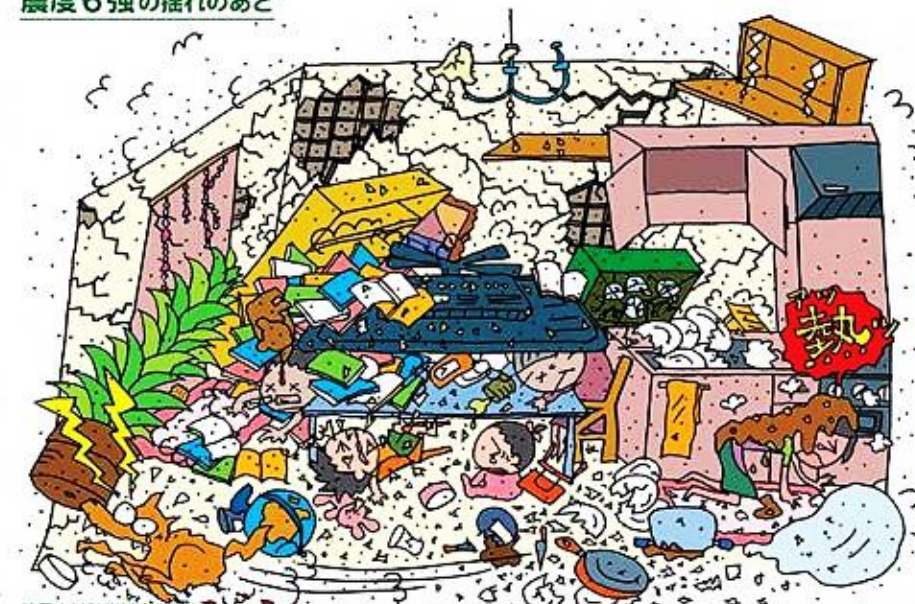
震度5強の揺れのあと

震度5強の揺れのあと



震度6強の揺れのあと

震度6強の揺れのあと

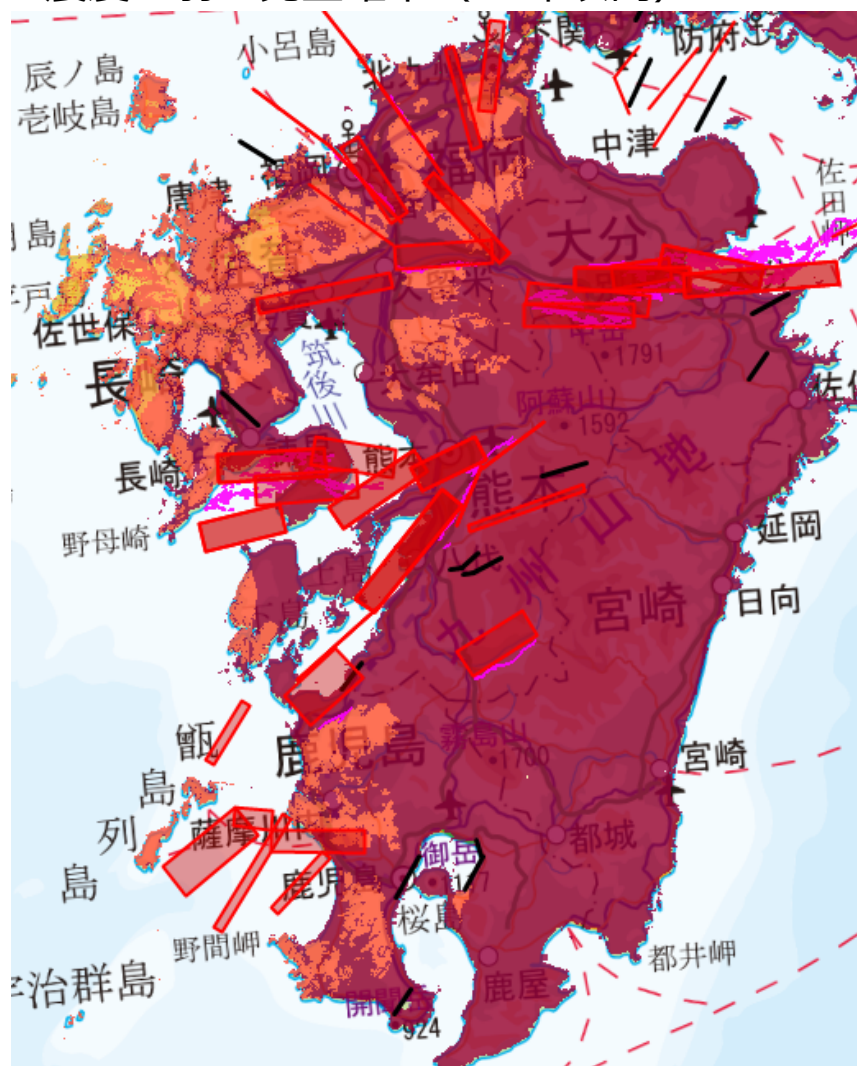


■ 独立行政法人 防災科学技術研究所にて全国の地震動が予測されています

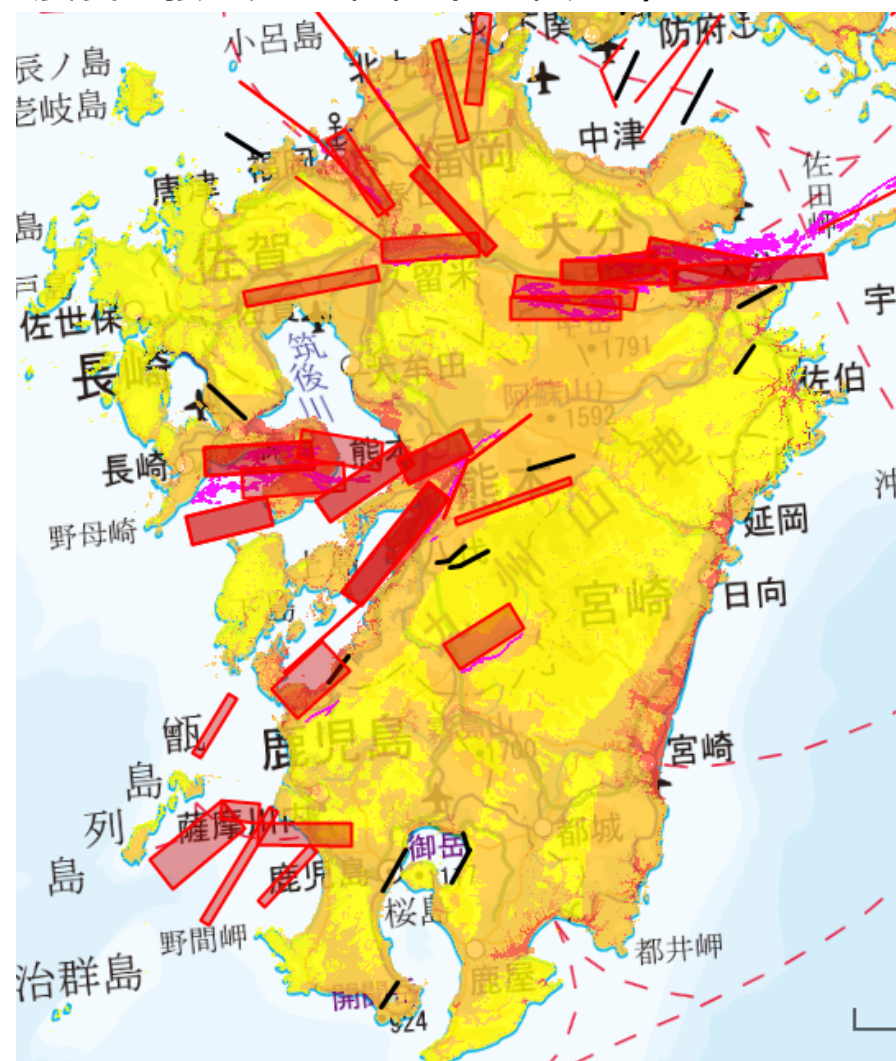
最大ケース表示

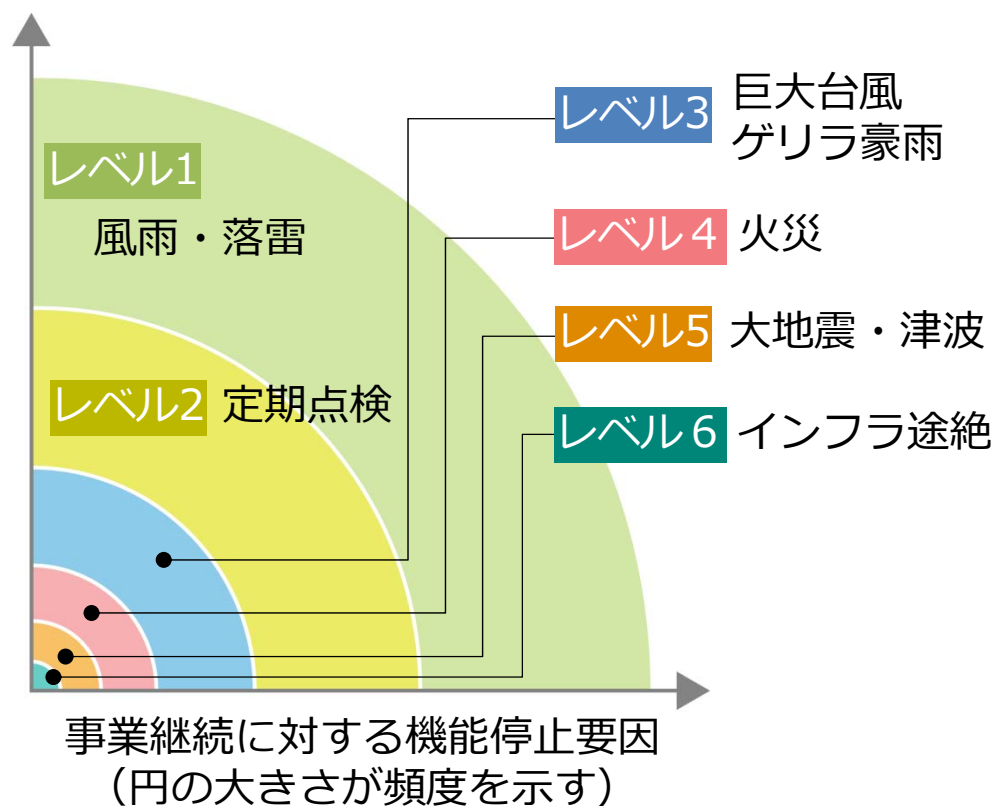


● 震度 5 弱の発生確率 (30年以内)



● 震度 6 強の発生確率 (30年以内)





レベル5 大地震・津波



レベル6 インフラ途絶

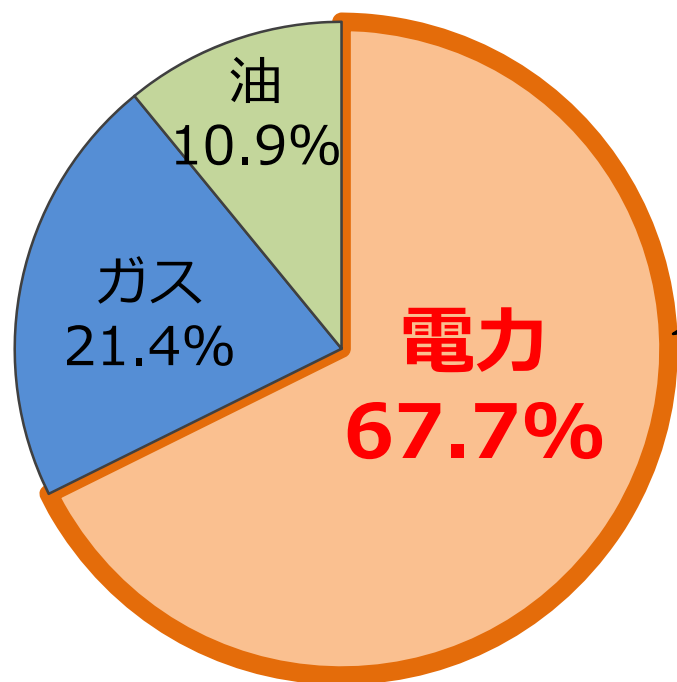


出典：病院設備設計ガイドライン（BCP編）より抜粋

医療継続性を阻害する要因は、100年規模で発生する災害だけではなく、より高い頻度で発生する気象要因や、定期保守等に対しても、十分に配慮された計画とすることが重要である

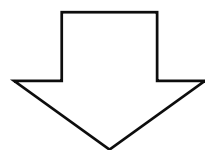
本日の内容

1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

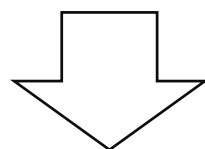


各種エネルギー消費原単位比率

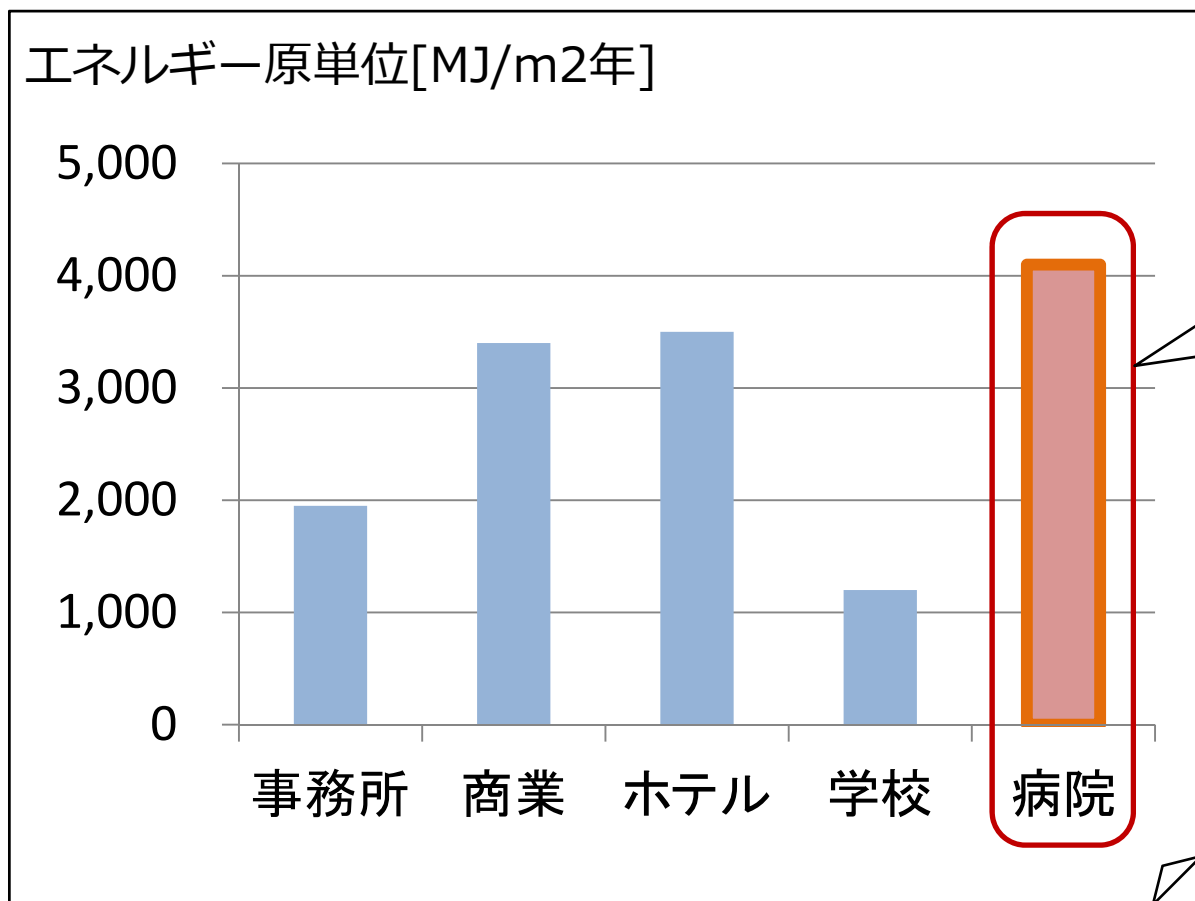
全体エネルギー消費に対し、電力消費が約7割と電力依存度が高い



電力途絶は医療継続性を大きく阻害

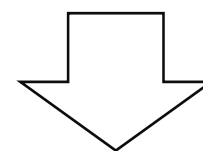


電力の信頼性を向上させるためのシステム構築が必要

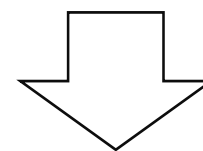


各種エネルギー消費原単位比率

病院は他施設に対し、**エネルギー消費量が多い**



光熱費が病院経営上の負担となる

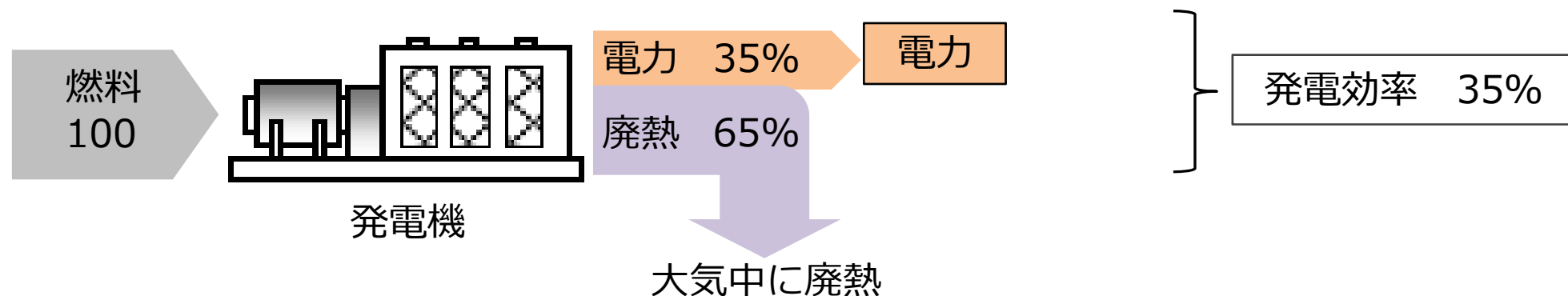


エネルギーの高効率運用が必要

本日の内容

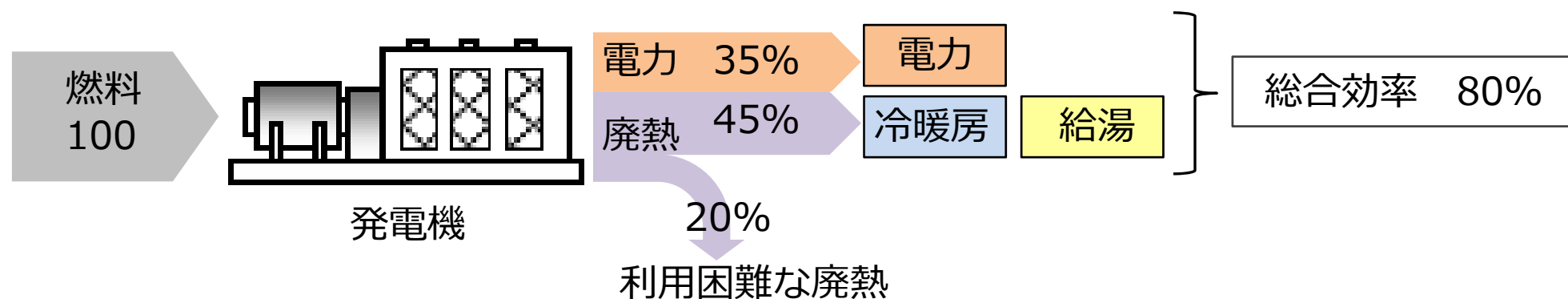
1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

通常、発電機により得られる電力は投入エネルギーの**約35%程度**である



■ コージェネレーションシステムとは

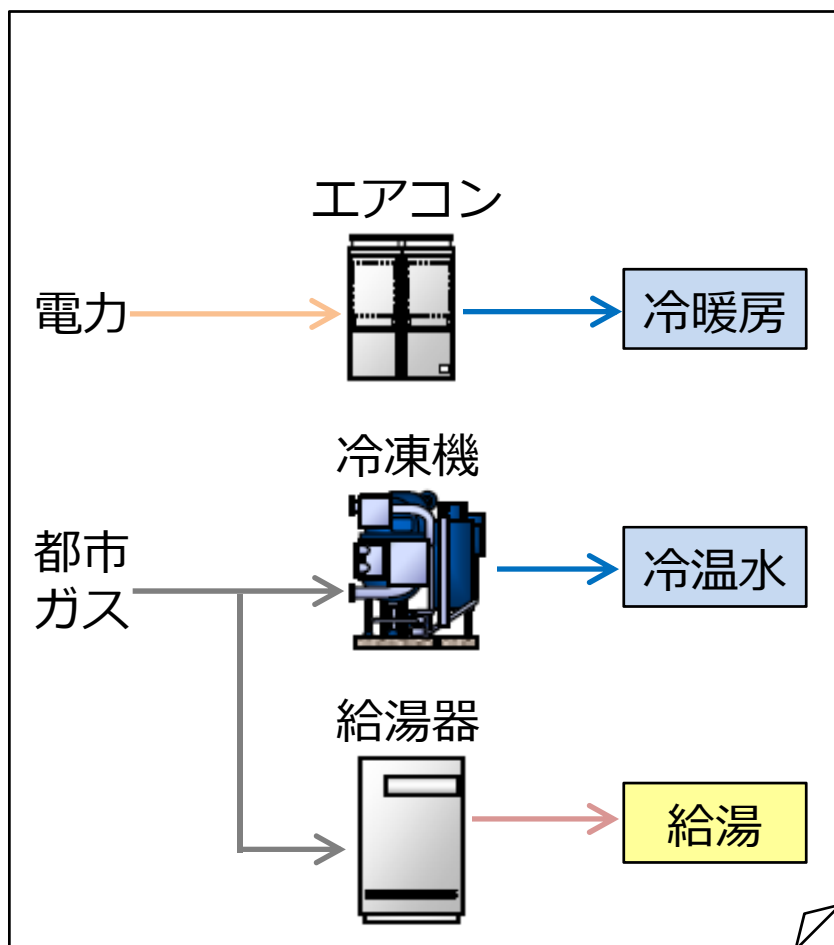
電力と熱を生産し供給するシステムで、**廃熱を冷暖房や給湯等へ有効利用する**ことで省エネルギー化及びCO2排出量の削減が可能となる



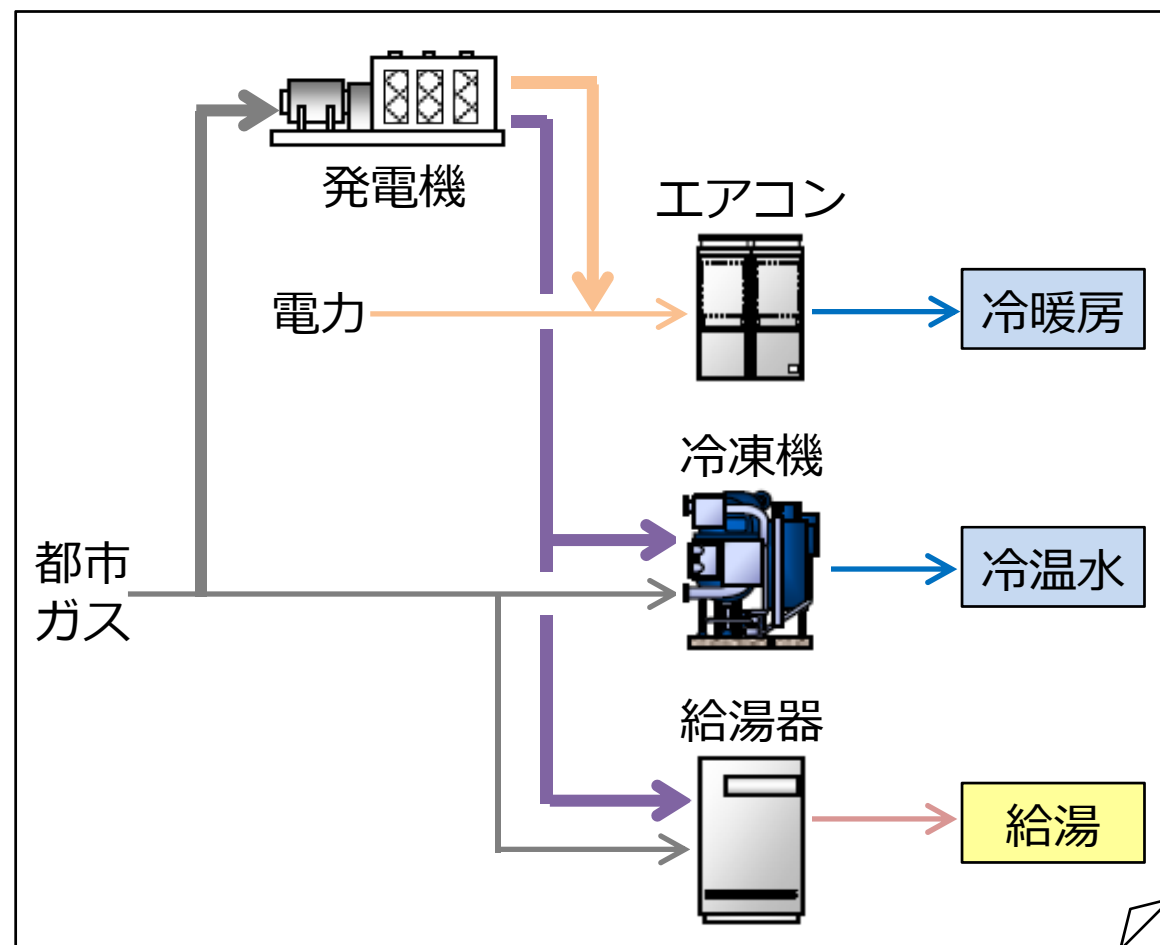
■コージェネレーションシステムの採用例

発電機の廃熱を利用して製造した温水（蒸気）を、廃熱回収型の冷凍機や給湯器に供給することにより、省エネを図っている

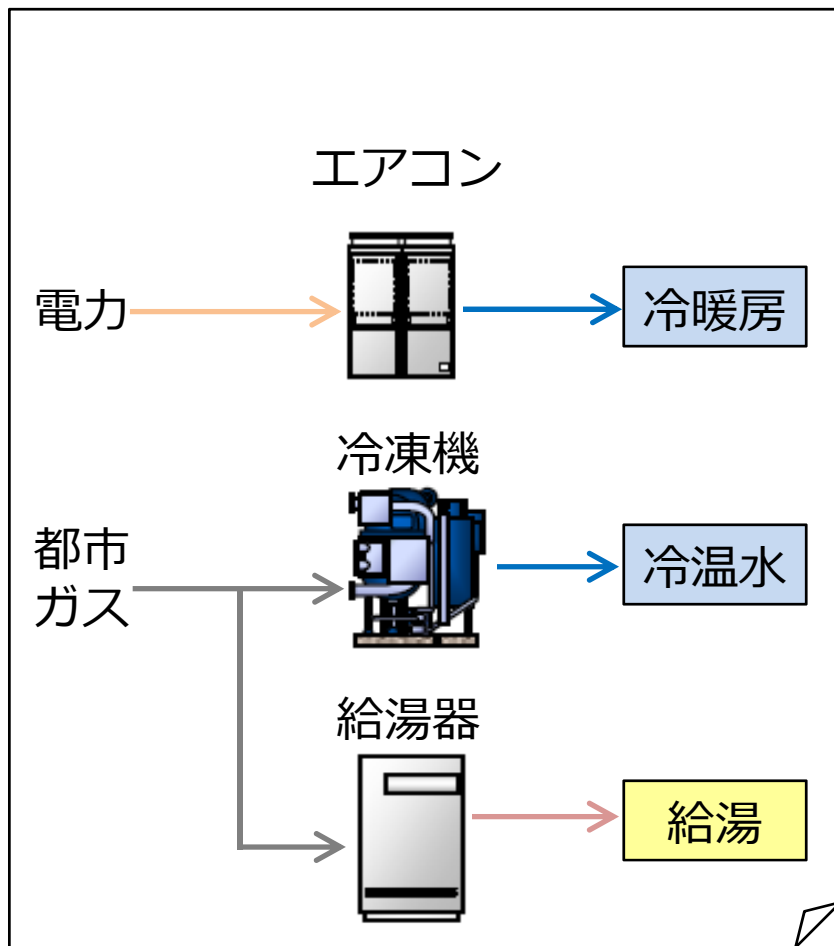
通常システム例



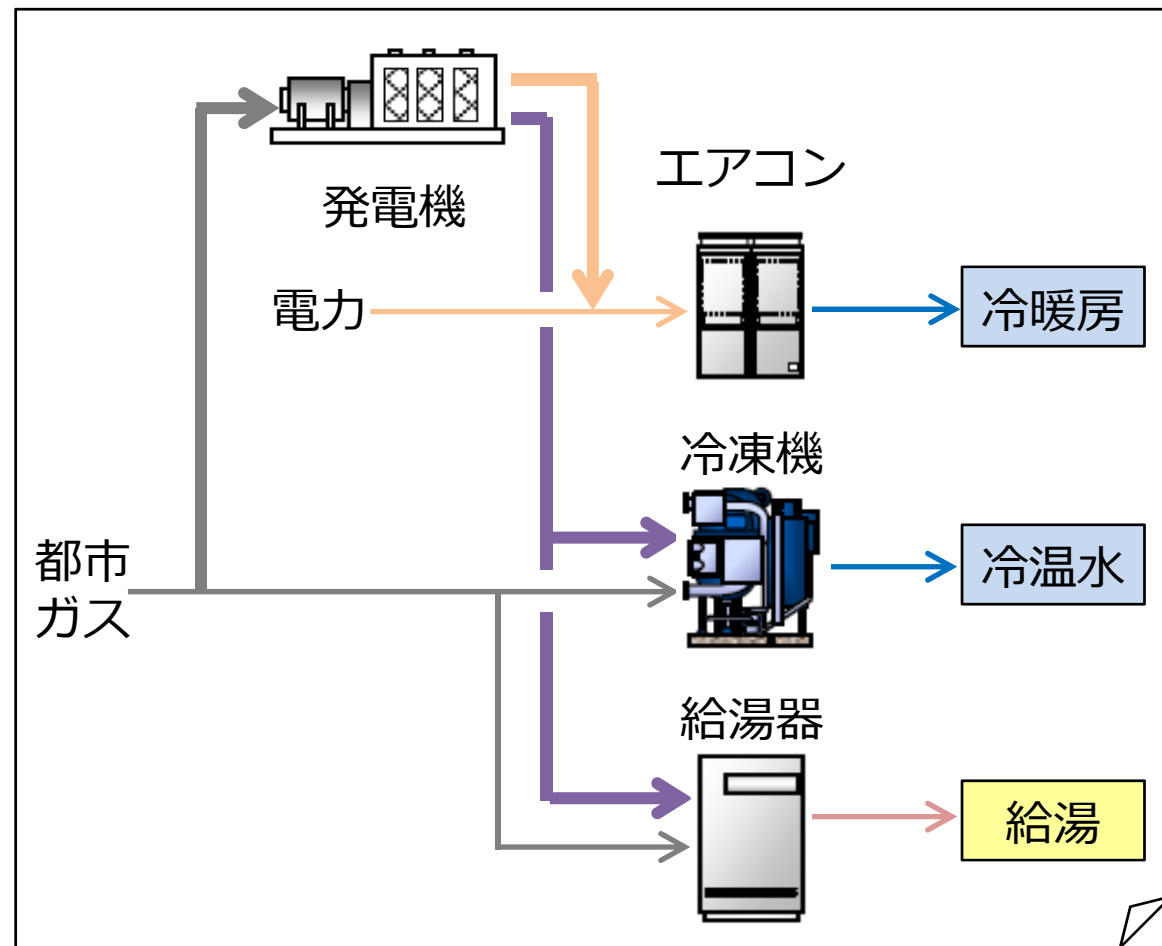
コージェネレーションシステム活用例



通常システム例



コージェネレーションシステム活用例



最大効率時比較	通常システム	コージェネシステム	差	備考
1次エネルギー比	100	95	5	
CO2排出量比	100	81	19	
光熱水費比	100	76	24	

本日の内容

1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

■ 適用プロジェクト建物概要

工事名称 原三信病院新病棟建築工事

所在地 福岡市博多区大博町487-1他

建築主 医療法人 原三信病院

設計 基本設計：株式会社 ハル建築研究所

詳細設計：株式会社 竹中工務店

施工 株式会社 竹中工務店

敷地面積 2,324.96㎡

延床面積 13,606.86㎡

階数 地下1階、地上8階、塔屋1階

構造 S造、一部SRC造、一部RC造

用途 病院

診療科 泌尿器科、循環器科、血液内科、脳神経外科 等

病床数 新病棟226床 + 既存棟133床

工期 着工：2013年2月～2014年8月(1期工事)、2016年3月予定(2期工事)



外観パース

■ 原三信病院の紹介

● 概要

原三信病院は、福岡県福岡市博多区にある医療機関。医療法人原三信病院が運営する病院である。

福岡藩の藩医として召し抱えられた医師が代々原三信を襲名し、12代原三信が1879年、現在地に診療所を開業。13代原三信が1902年に泌尿器科の病院として開設。

● 基本理念

「病人のための病院」

【基本方針】

- ① 質の高い医療の追及
- ② 居心地の良い環境の提供
- ③ 心のこもったサービスの実践

原三信病院の3つの特色

「最新の医療体制」 「充実した設備」 「思いやりの看護」



放射線治療（TomoTherapy）



MRI装置



RI装置



心臓・血管造影装置

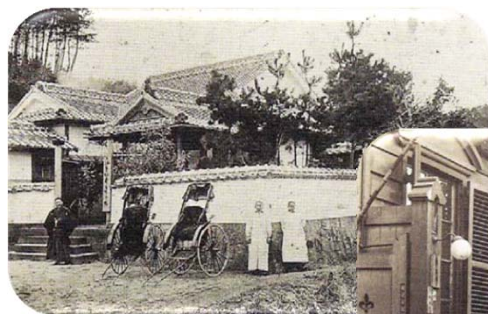
原三信病院は、患者さんと共に病気を治療する病院作りを実践している

■ 原三信病院の変遷

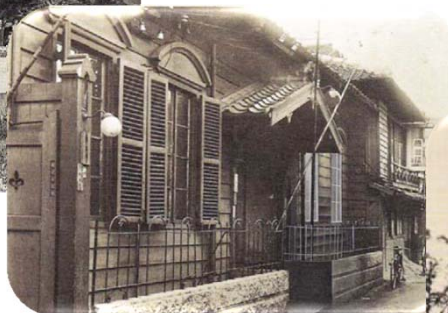
「病院風土の継承」

次世代に原三信病院の風土を受け継ぐ病院づくり

受け継がれる 「医のこころ」



明治29年



明治36年



昭和5年



昭和36年



平成26年(現在)



平成28年(3月)

■ 原三信病院新病棟 (1期工事完了)



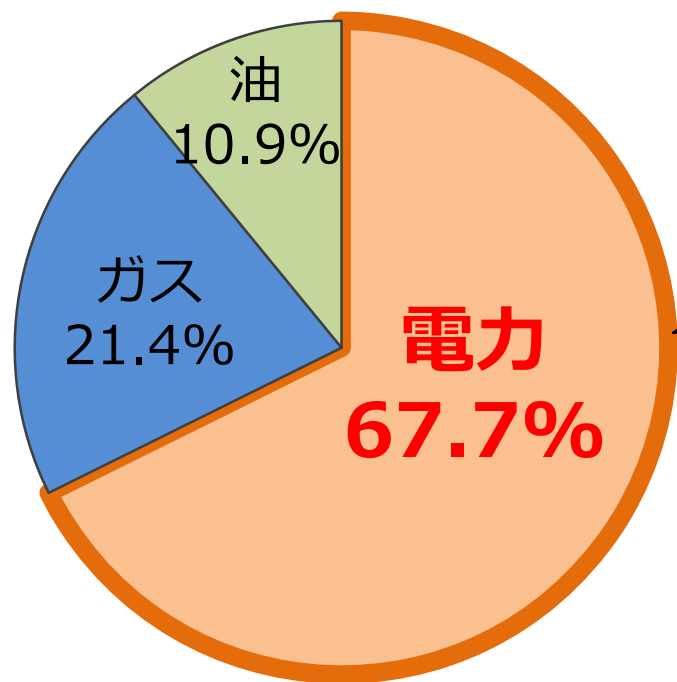
出典：病院様より資料ご提供

■ 原三信病院新病棟 (2期工事範囲)



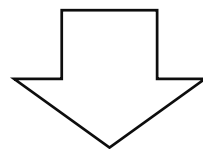
2期工事完了後のイメージ

出典：病院様より資料ご提供

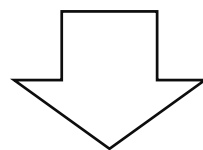


各種エネルギー消費原単位比率

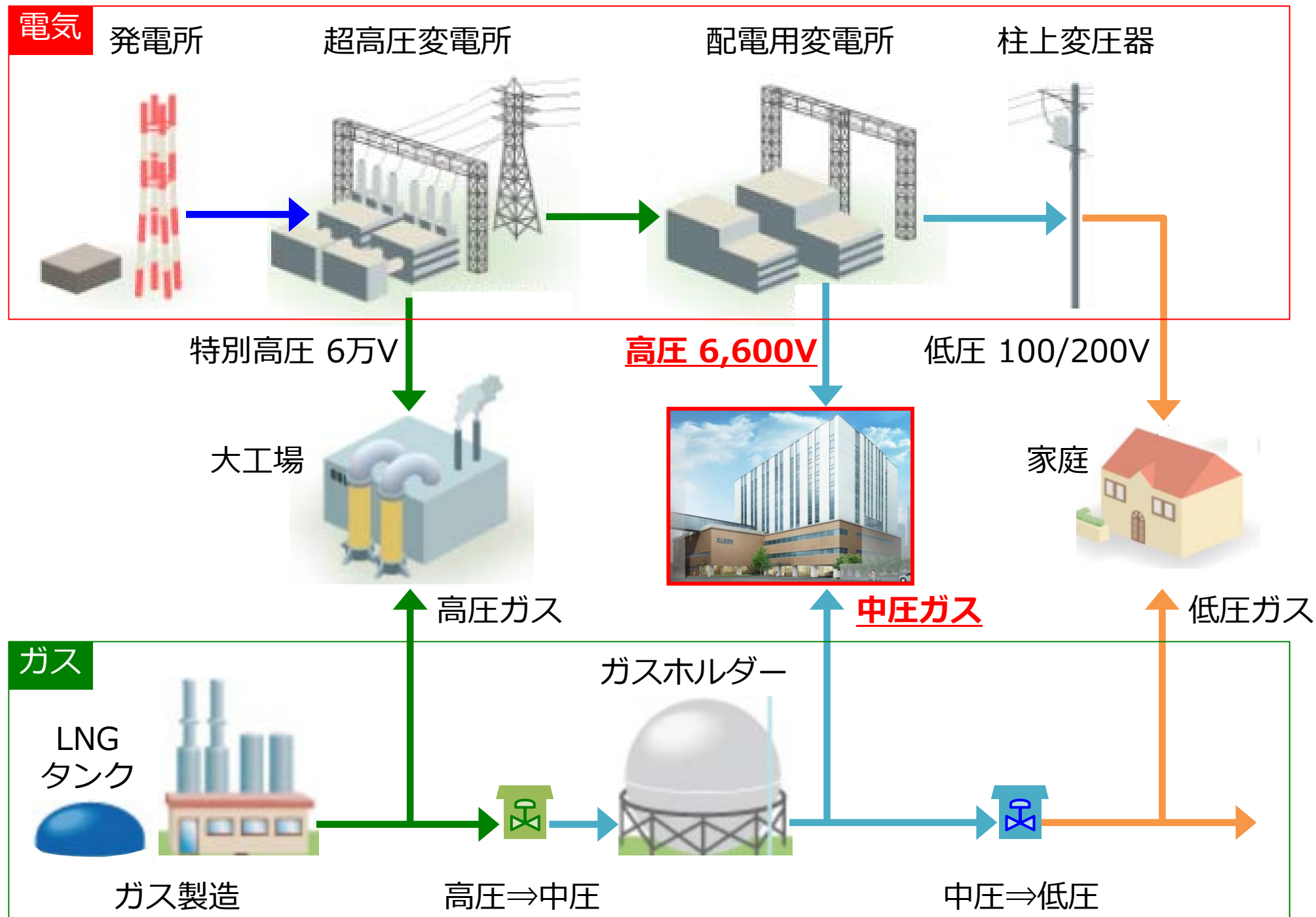
全体エネルギー消費に対し、電力消費が約7割と電力依存度が高い



電力途絶は医療継続性を大きく阻害

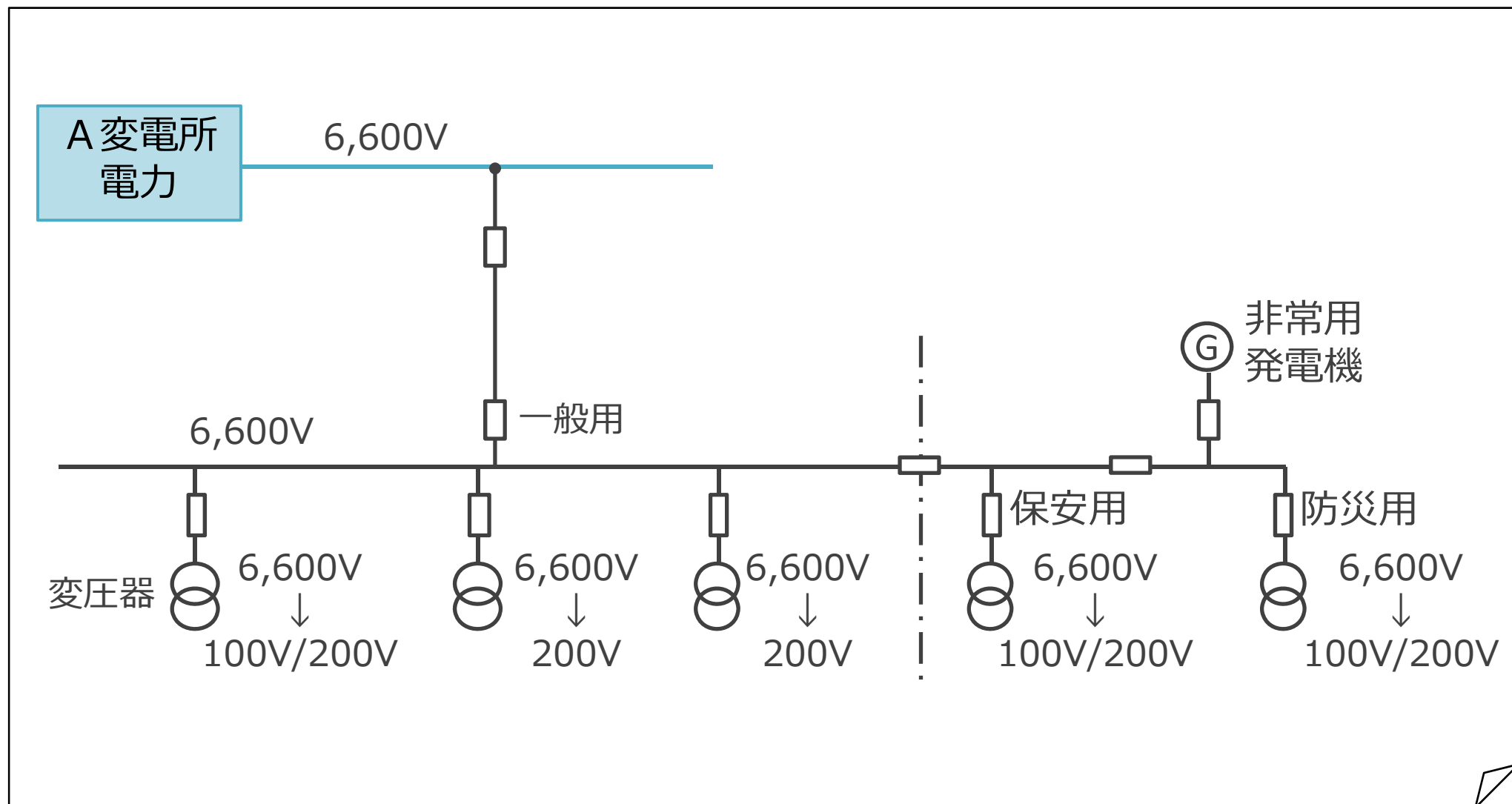


電力の信頼性を向上させるためのシステム構築が必要



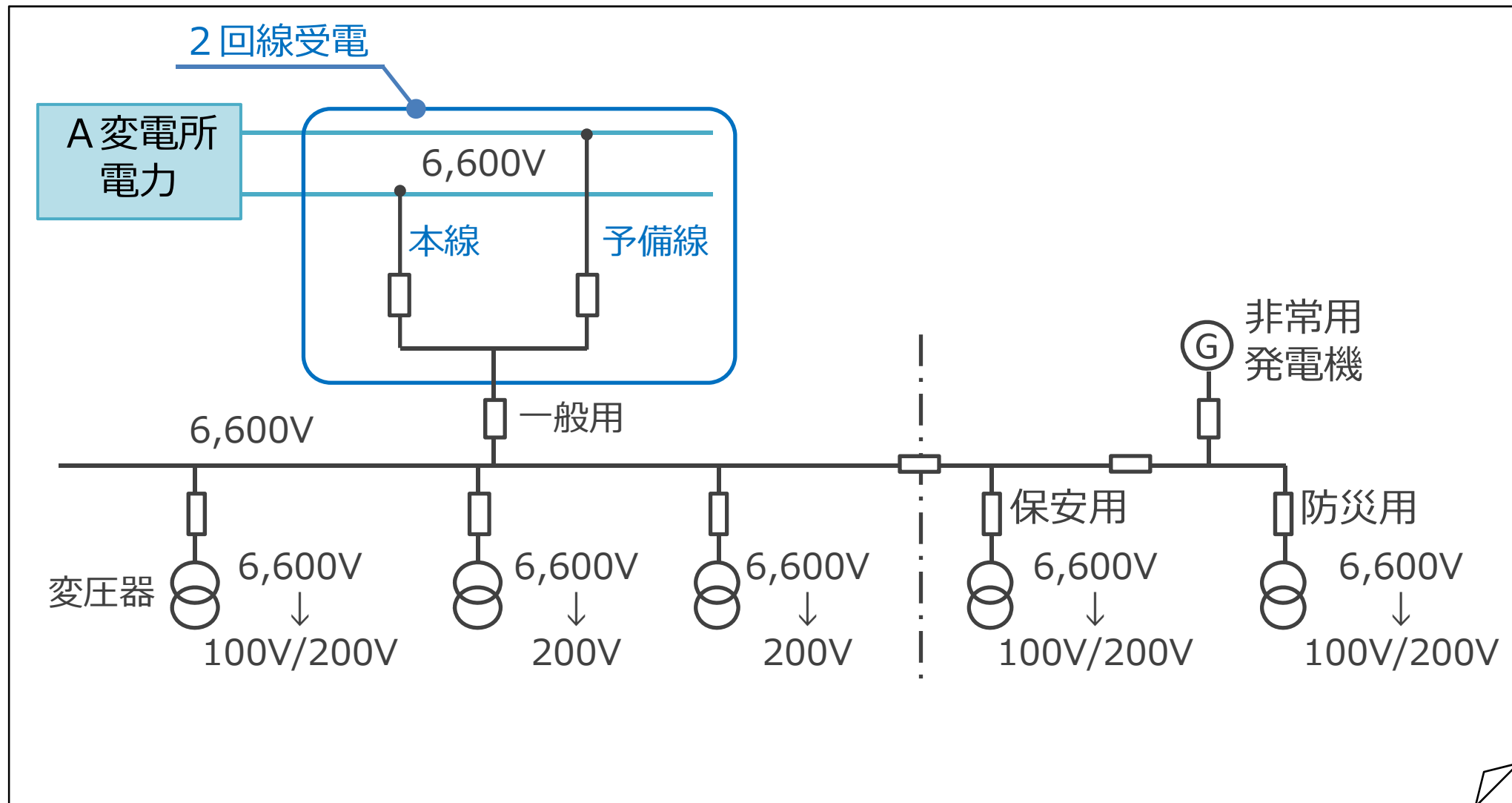
■ 標準的な受変電設備の概要

施設で使用する電源は電力会社の地域変電所より高圧(6,600V)で供給される電源を変圧器により所定の電圧に降圧して使用する



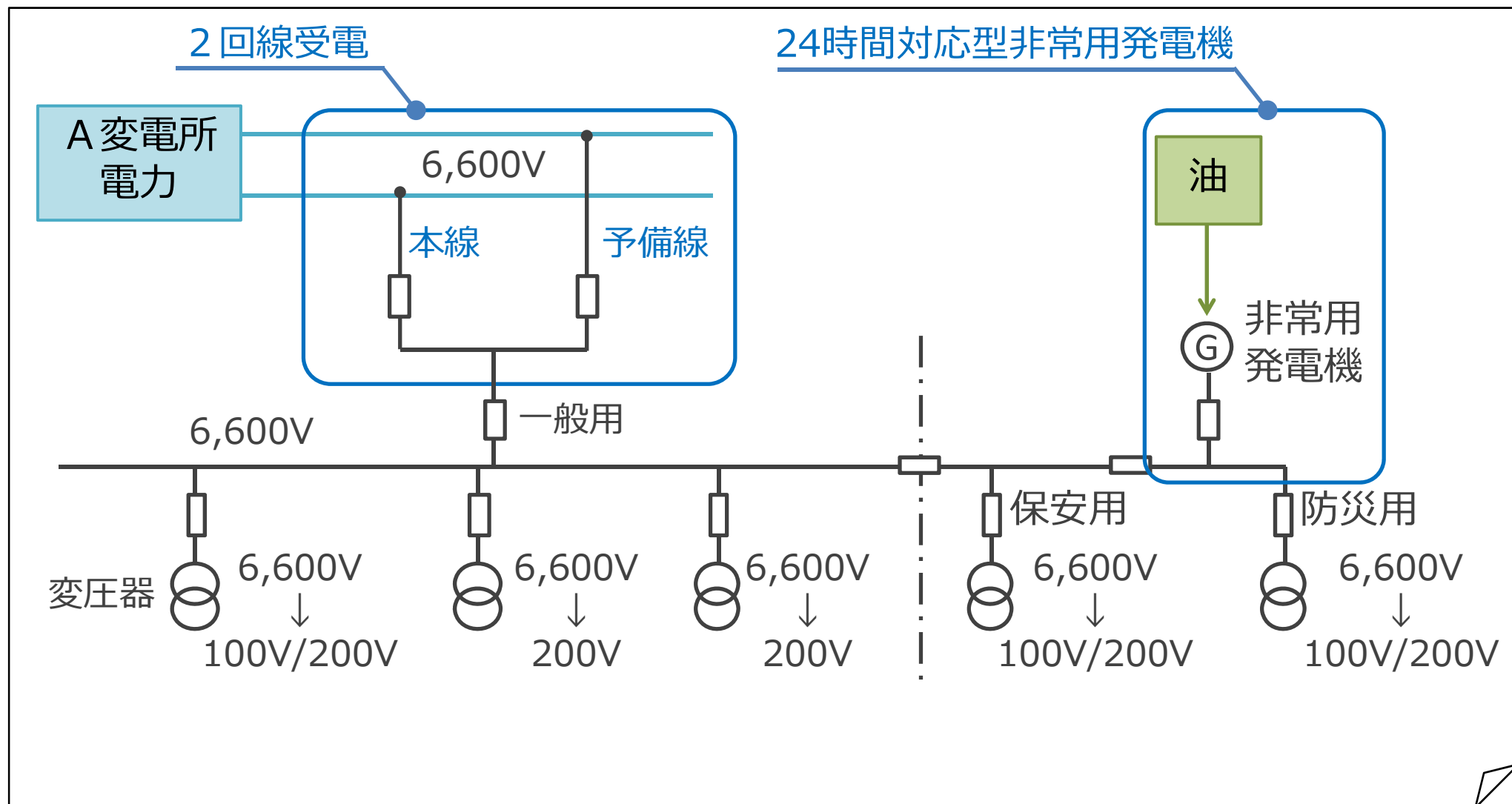
■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築-1

ステップ 1 … **電カインフラの信頼性向上のため**に電源を本線と予備線の2回線受電した



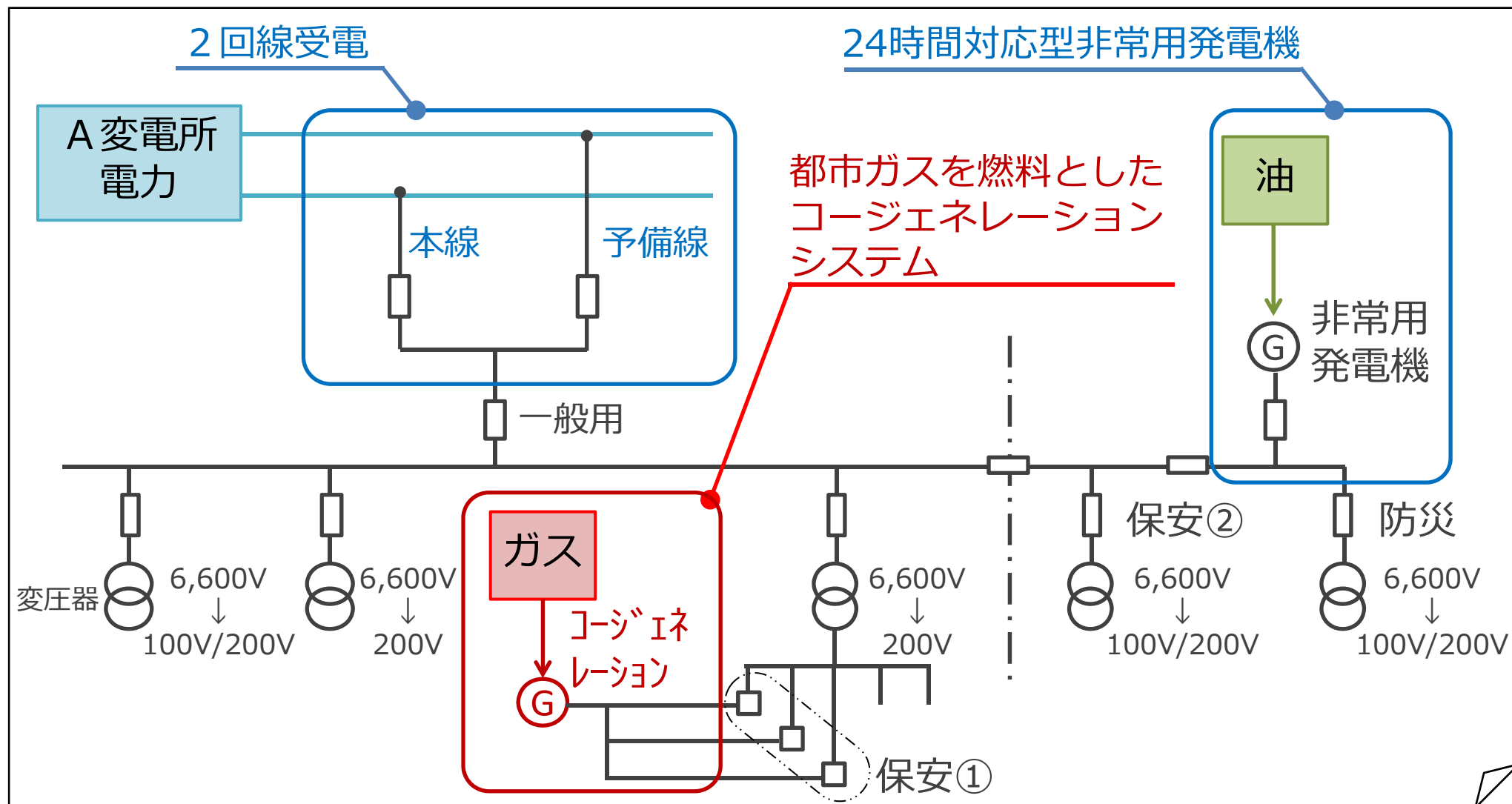
■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築-2

ステップ2… 商用電源が停電した際に重要設備を非常用電源により一定時間運転可能な様に燃料を備蓄した



■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築-3

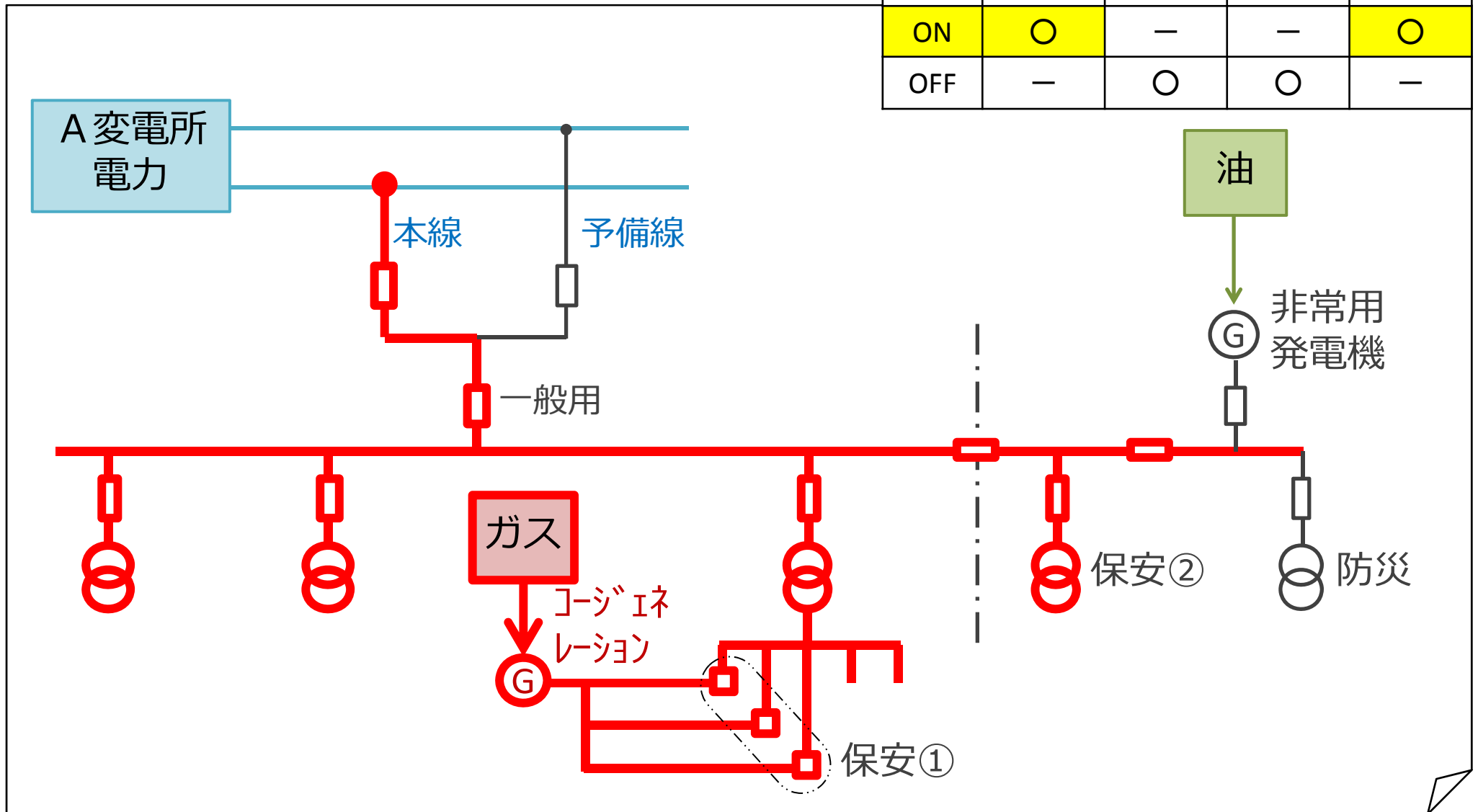
ステップ3… コージェネレーション設備を採用することで、**常時、非常時の双方で**更なる電源の信頼性を向上させた



■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築

通常時

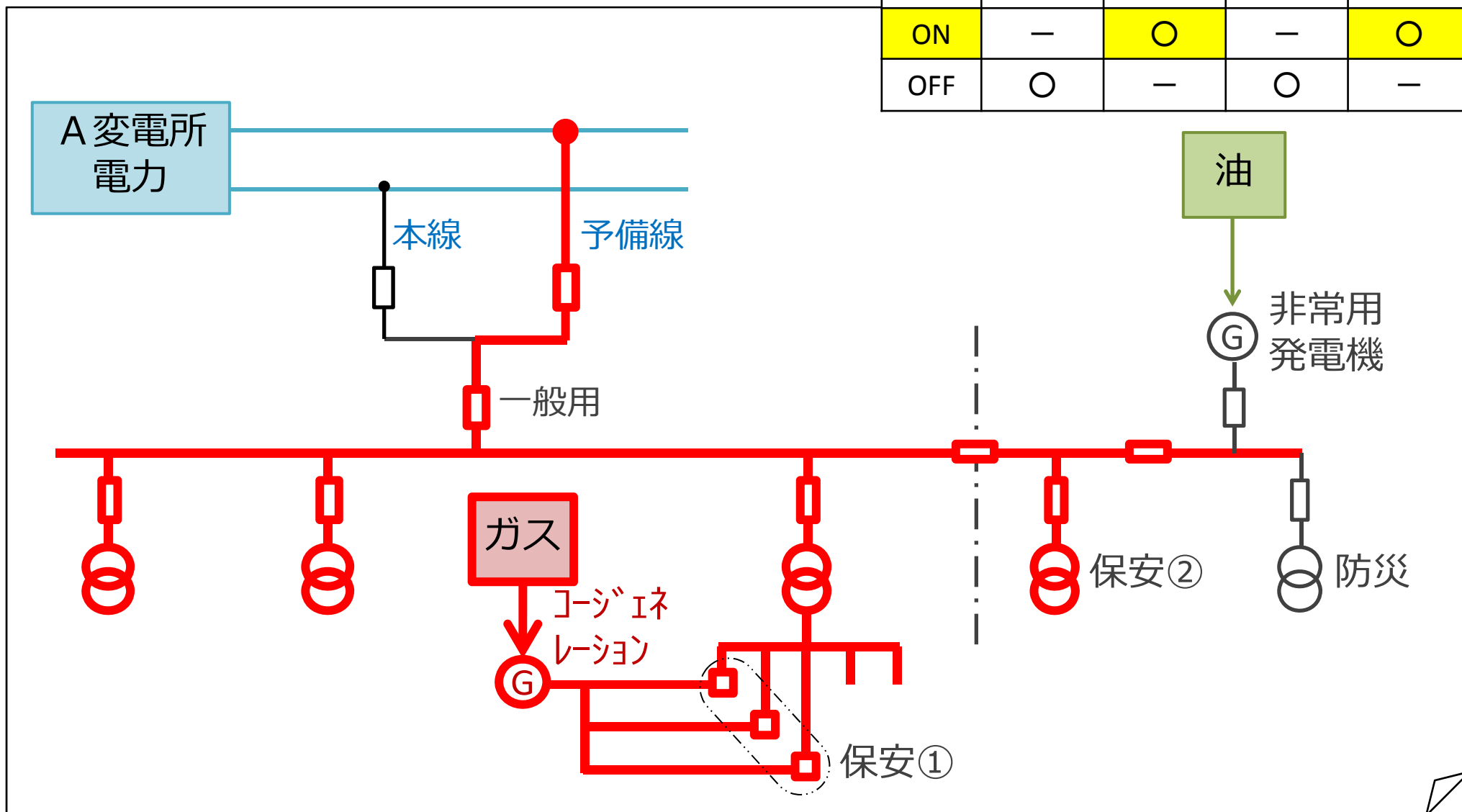
	本線	予備線	非発	コジェネ
ON	○	—	—	○
OFF	—	○	○	—



■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築

本線事故時

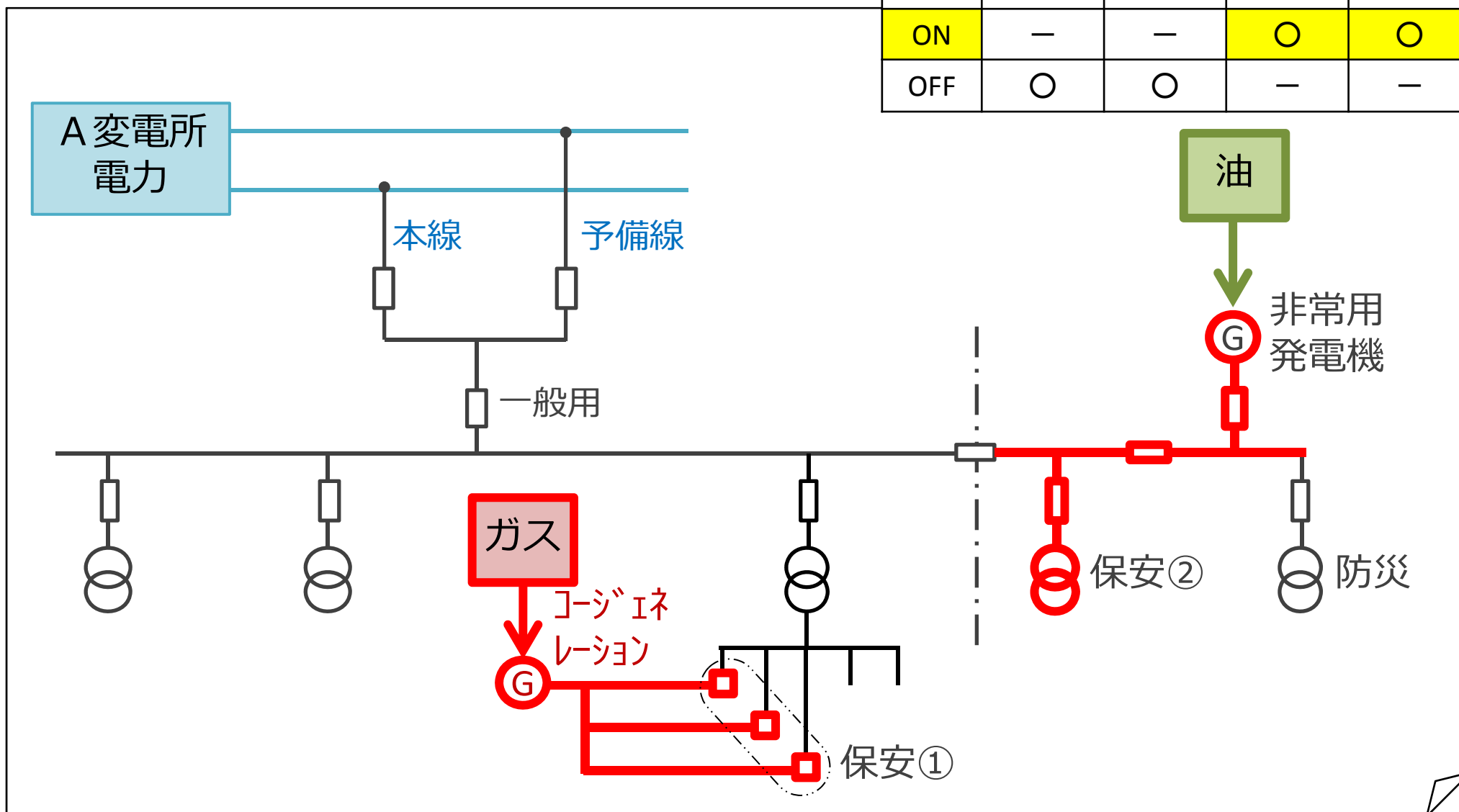
	本線	予備線	非発	コジェネ
ON	—	○	—	○
OFF	○	—	○	—



■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築

商用電源停電時

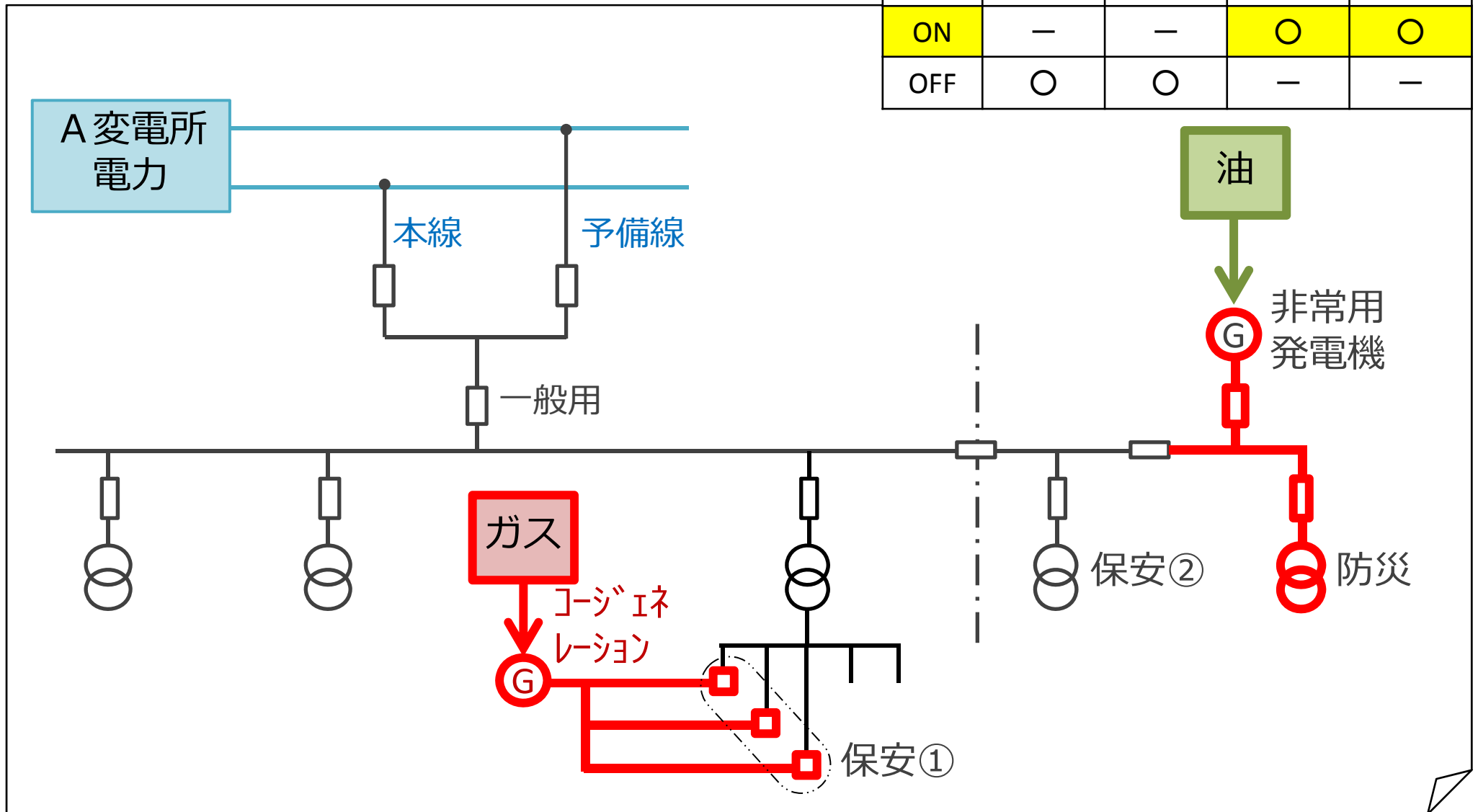
	本線	予備線	非発	コジェネ
ON	—	—	○	○
OFF	○	○	—	—



■ 電力の信頼性を向上させるためのシステム構築

防災停電時

	本線	予備線	非発	コジェネ
ON	—	—	○	○
OFF	○	○	—	—





■ 事業継続のための対象負荷のゾーニング

医療に直結する設備は非常用発電機系統に、**機能維持に必要な設備**はコージェネレーション系統に分類し容量を決定した

分類	属性	対象設備	非常用発電機	コージェネレーションシステム
重要機能	医療行為継続	医療ガス	○	
		水		○
		照明	○(重要室)	○
		医療用コンセント	○	
		手術室アイソレーション	○	
		心カテ装置	○	
	施設機能維持	昇降機	○(寝台用,人荷用)	○(乗用)
		上水ポンプ		○
		雑用水ポンプ		○
		排水ポンプ (汚水、雑排水)		○
		雨水ポンプ、湧水ポンプ		○
		高温排水ポンプ		○
		厨房機器		○
		プレハブ冷蔵・冷凍庫	○	
		除害設備		○
		サーバー用電源	○	
		重要室空調		○
合計容量			600kW	400kW

■ コージェネレーションシステムの比較検討

小型分散型と大容量型を比較検討し、**総合効率**と**故障リスク**と**保守の容易性**より小型分散型を選択した

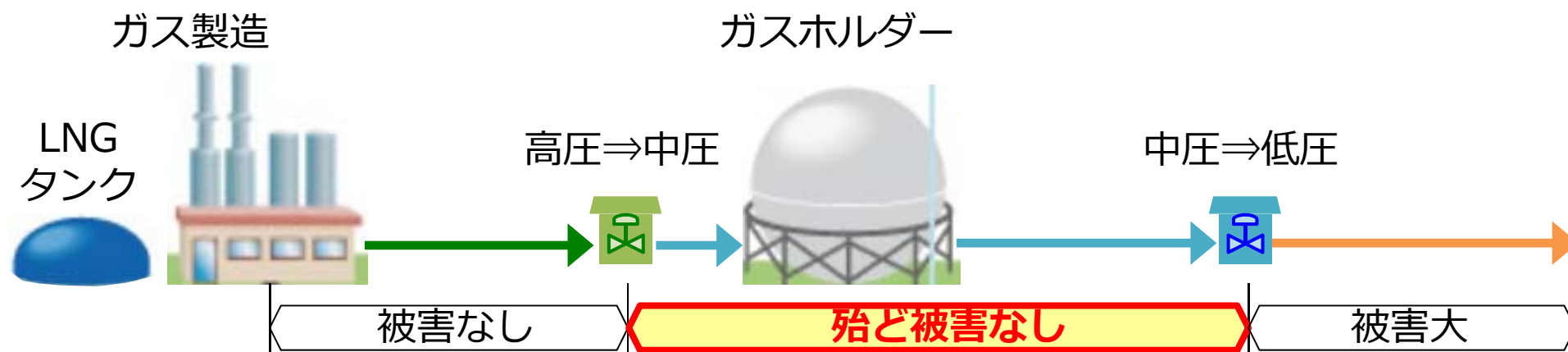
	マイクロコージェネレーションシステム		大容量コージェネレーションシステム	
容 量	35kW×12台 (420kW)		400kW	
外 観				
燃 料	都市ガス	△	油、都市ガス、油+都市ガス	◎
発 電 効 率	34.0%	◎	40.0%	△
廃熱回収効率	50.0%		30.7%	
総 合 効 率	84.0%		70.7%	
停 電 対 応	停電対応仕様により対応	◎	停電対応仕様により対応	◎
故 障 時 の 影 響	分散されており 故障時の影響は小さい ※電源系統への影響も小さい	◎	故障時の影響範囲は大きい ※電源系統への影響も大きい	△
保 守 対 応	点検サイクル：60,000時間 ※ ローテーション点検可能	◎	点検サイクル：24,000時間	△

■ 都市ガスの信頼性の向上に関して

大災害時に最も復旧に時間がかかる都市ガスは「低圧ガス」であり

「中圧ガス」は被害件数も少なく、また復旧も早い

災 害		阪神・淡路大震災	新潟県中越地震	福岡県西方沖地震	東日本大震災
発 生 年 月		1995年1月	2004年10月	2005年3月	2011年3月
地 震 規 模		震度7	震度7	震度6弱	震度7
被害 状況	高 圧 導 管	被害なし	被害なし	被害なし	被害なし
	中 圧 導 管	106箇所	6箇所	被害なし	20箇所
	低 圧 導 管	5,223箇所	148箇所	169箇所	773箇所



■ 都市ガスの信頼性の向上に関して

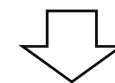
約400mの延伸を行い中圧ガス供給を実現し、**エネルギー面における更なるBCP強化**を図った



導管延伸状況

【中圧導管敷設状況】

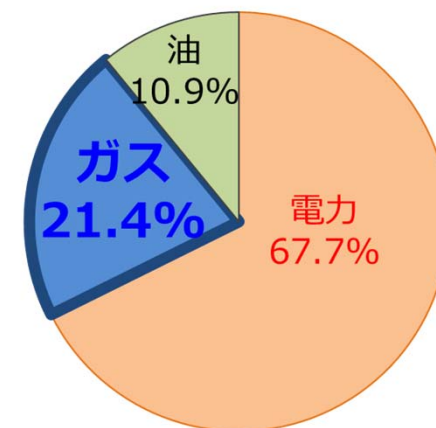
・ 計画地には中圧導管が敷設されていなかった



・ 関係機関と協議



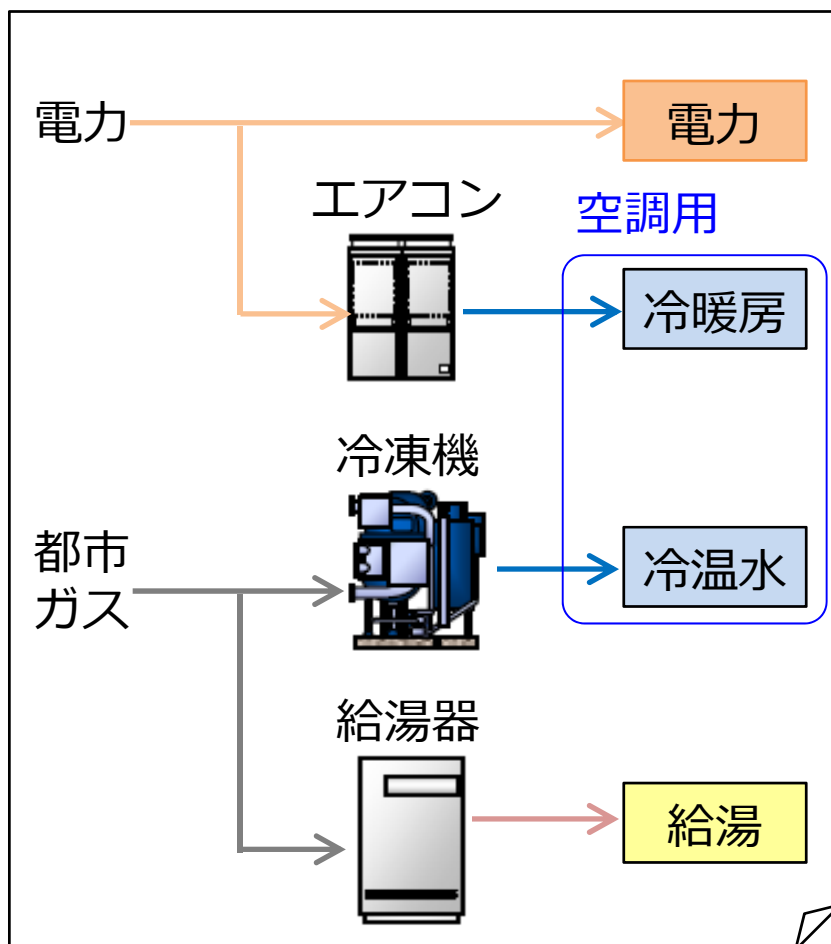
・ 約400m延伸し中圧ガス供給を実現し、更なるBCP強化を図った



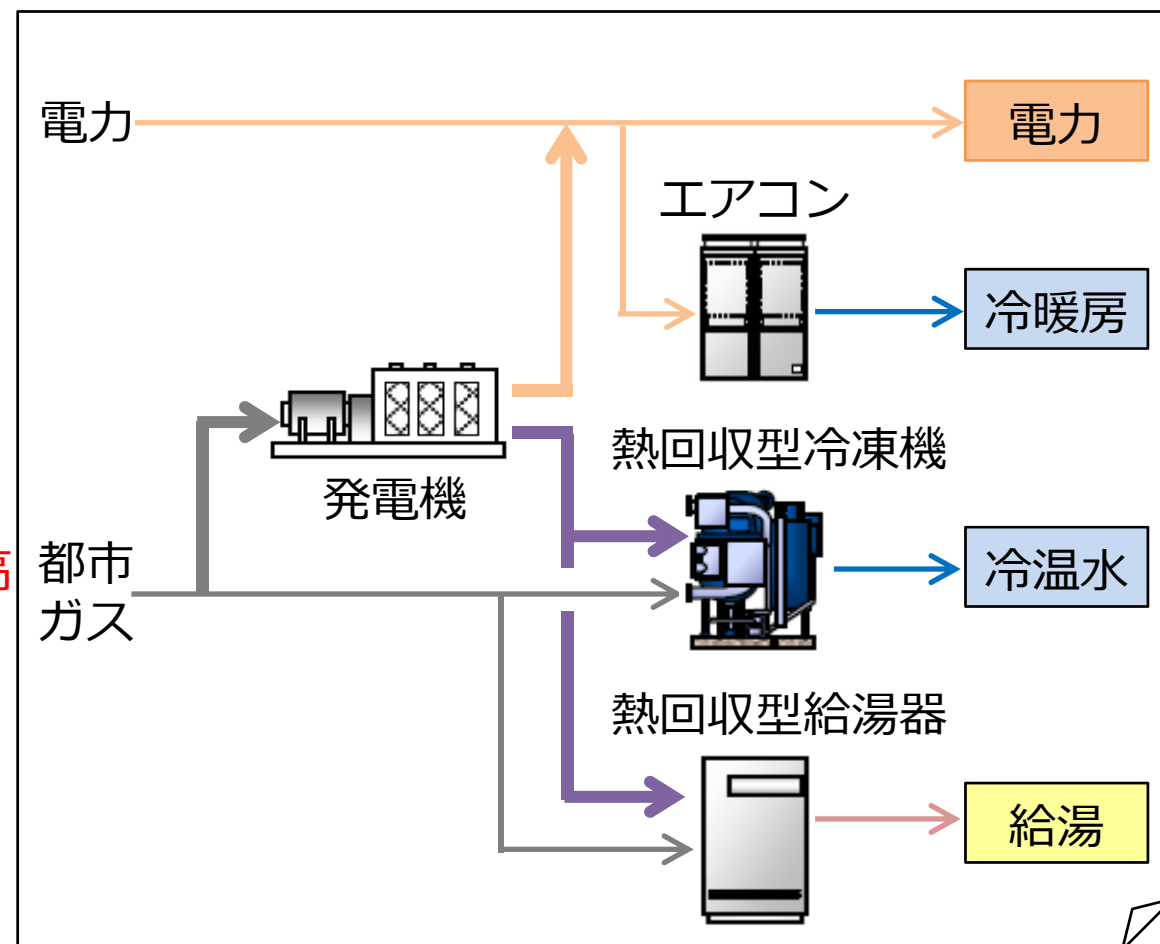
■ コージェネレーションの導入の検討

コージェネレーションを導入するためには、**初期投資が大きくなる**。この難問をいかにクリアするが最初の課題であった

当初のシステム



コージェネレーションシステム

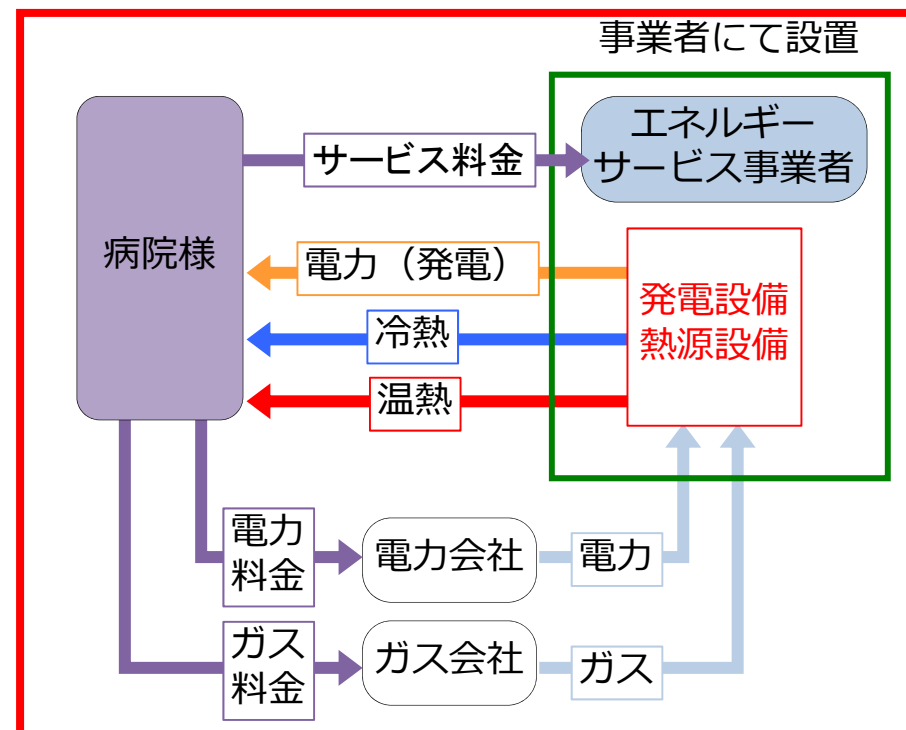
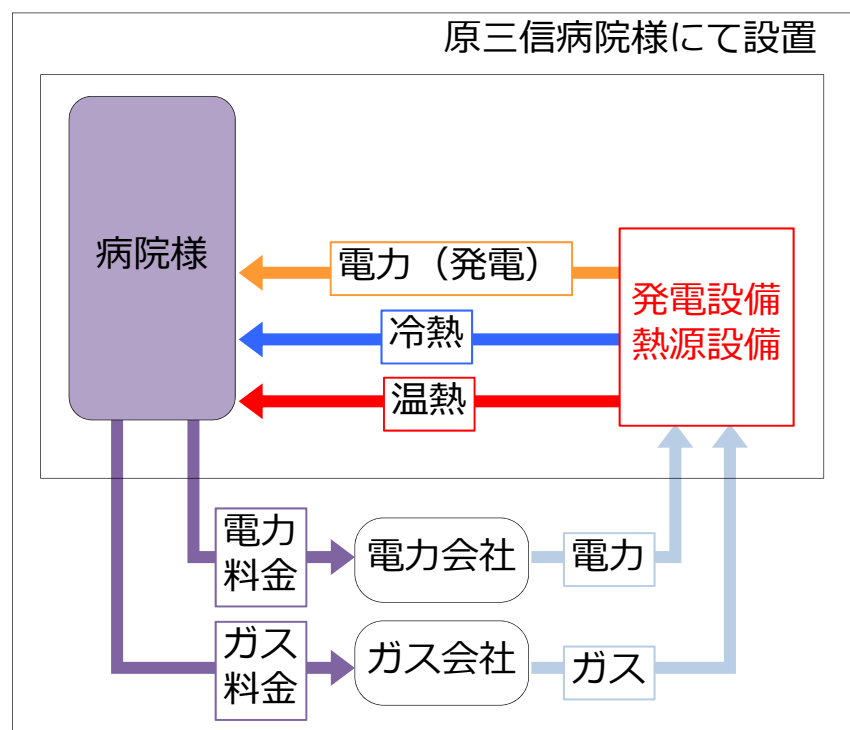


■ 初期投資ゼロのスキームの検討

予算を超過したシステムを導入するために、初期投資が不要となる
エネルギーサービスのスキームを採用した

※採用スキーム：西部ガステクノソリューション株式会社のエネルギー受託サービスを適用

【自己資産で設置する場合（一般的な形態）】 【エネルギーサービス事業者にて設置する場合】

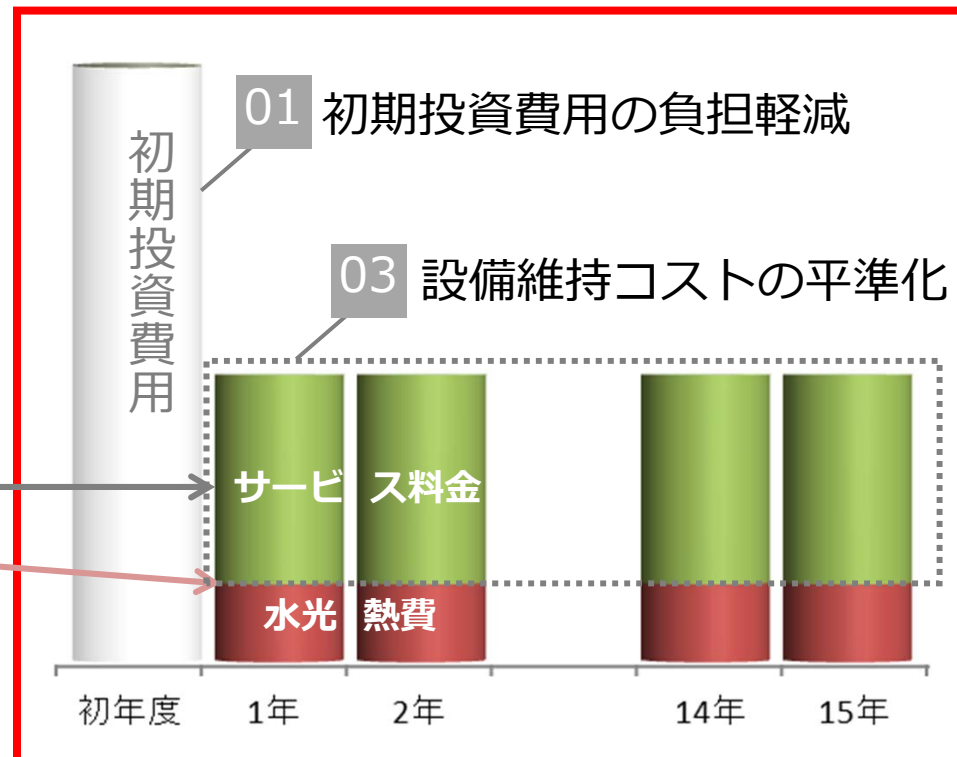
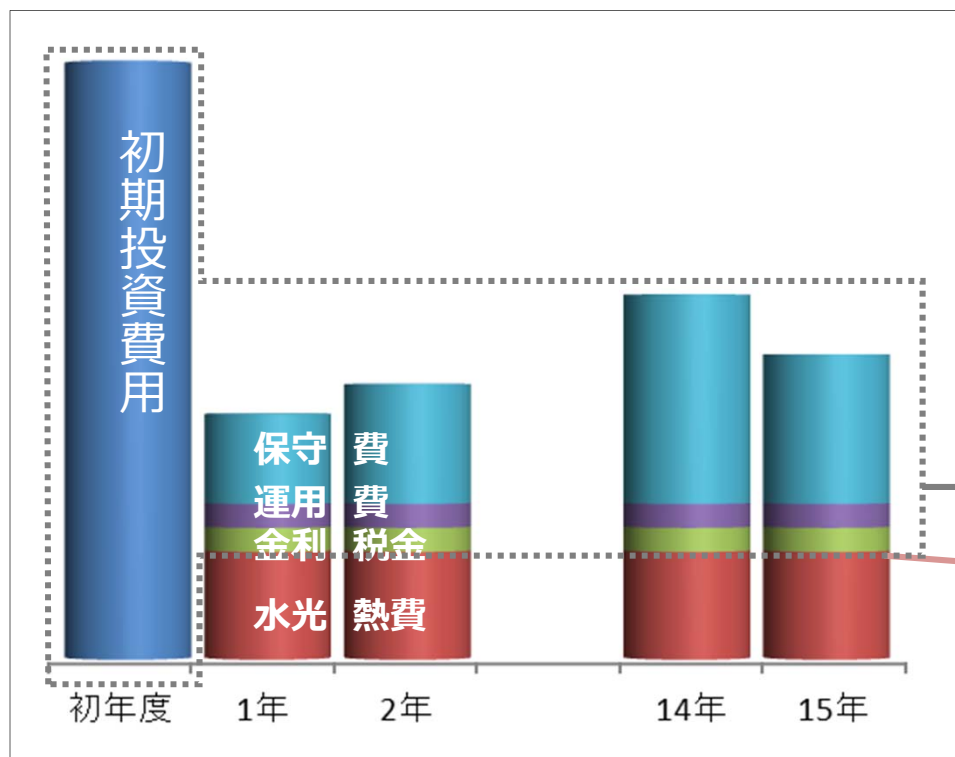


■ エネルギー受託サービスの特徴①

エネルギー受託サービスのスキームを採用した場合のメリットを以下に示す

【自己資産で設置する場合（一般的な形態）】

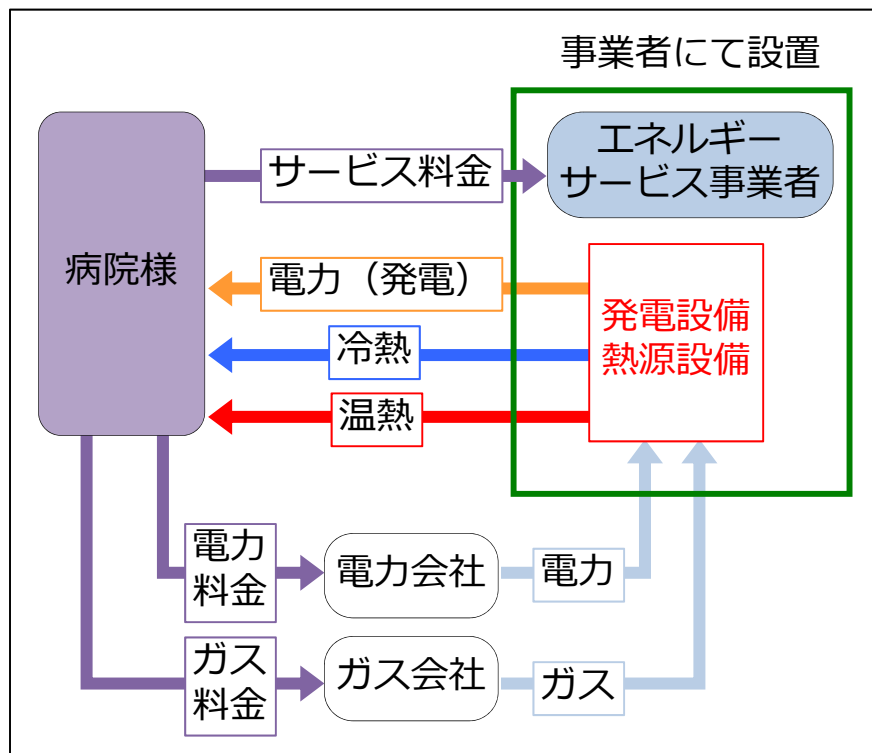
【エネルギーサービス事業者にて設置する場合】



02 ランニングコスト削減

■ エネルギー受託サービスの特徴②

エネルギー受託サービスのスキームを採用した場合の病院様と事業者の役割分担とリスク分担は右の表の通りである



● 役割分担

項目	契約形態		
	一般的な形態	エネルギーサービス	
対象者	病院様	病院様	事業者
資産所有	○	-	○
エネルギー調達	○	○	-
設計・施工	○	-	○
24時間遠隔監視	○	-	○
設備保守管理	○	-	○
設備運転管理	○	○	-
省エネサポート	○	-	○

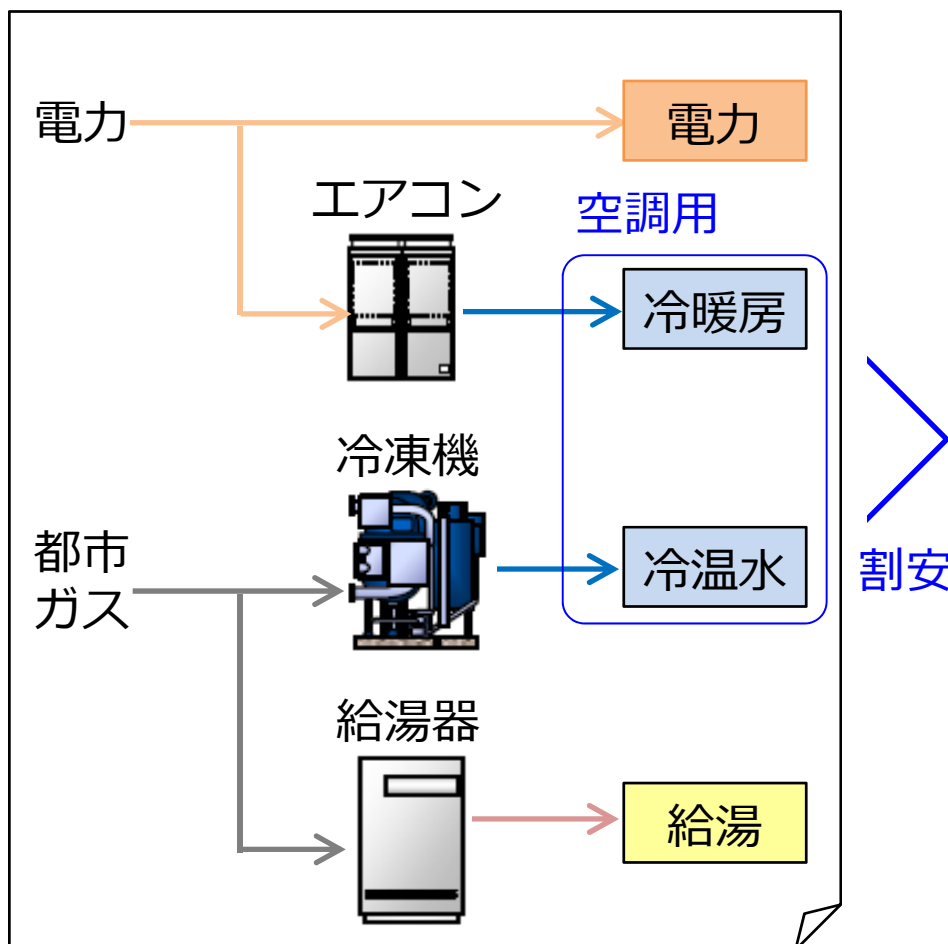
● リスク分担

項目	契約形態		
	一般的な形態	エネルギーサービス	
対象者	病院様	病院様	事業者
設備調達	○	-	○
資産管理	○	-	○
保守管理	○	-	○
不測の事故・故障	○	-	○
天変地異	○	○	-

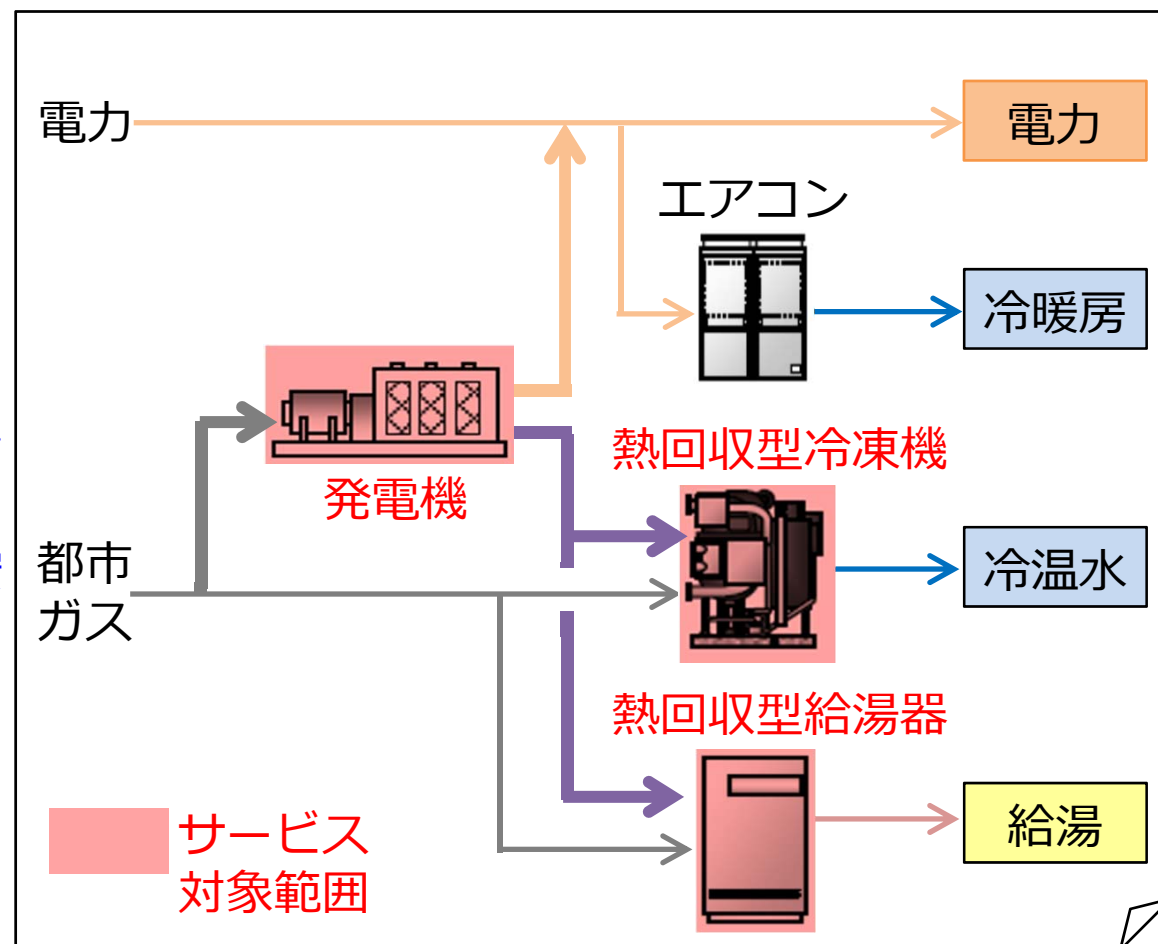
■ コージェネレーションの導入の検討

エネルギー受託サービススキームを採用することにより、初期投資を抑制することができた。

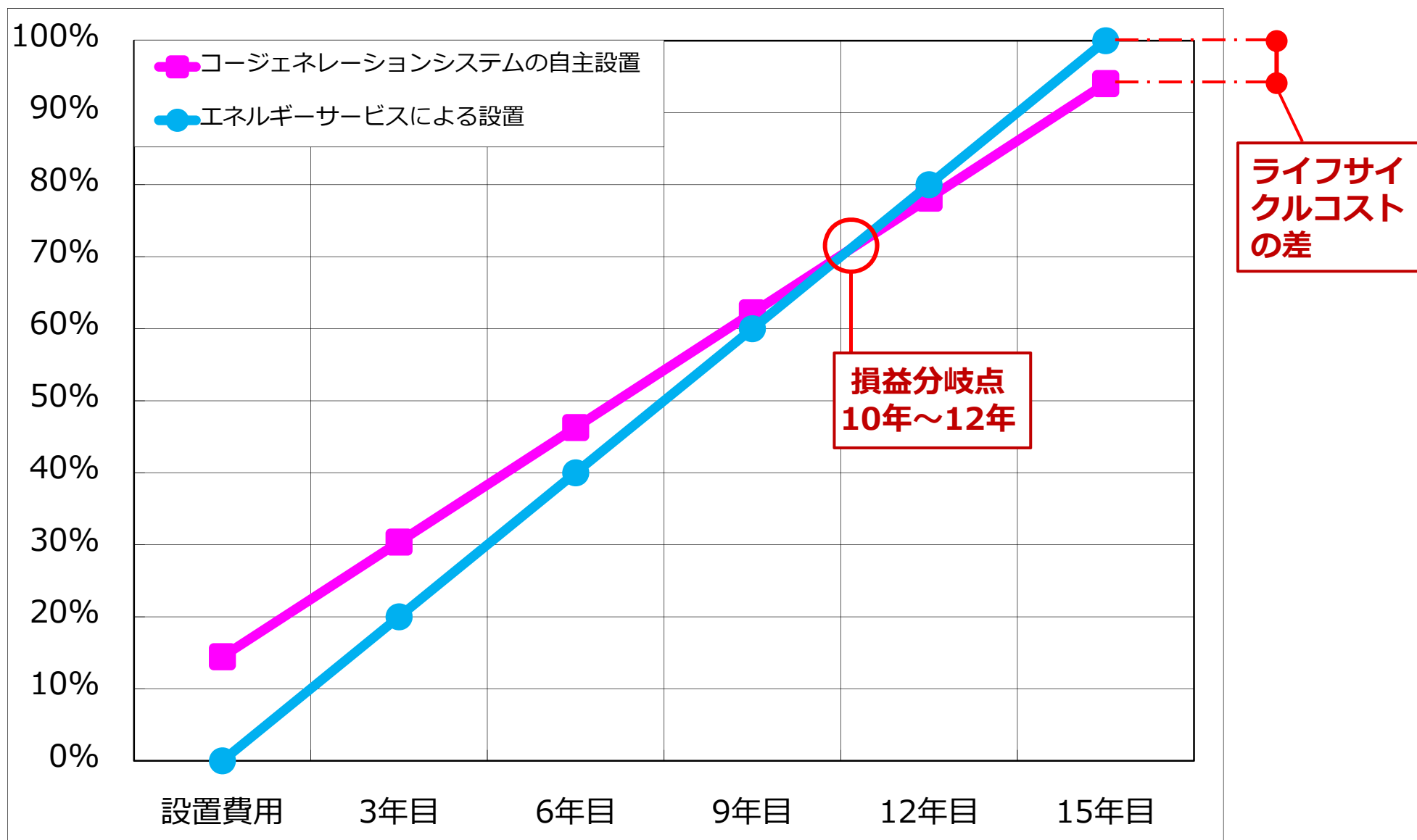
当初のシステム



コージェネレーションシステム



エネルギーサービスを利用することで初期投資は不要となる一方で、**ライフサイクルコストは一般的に割高**となる

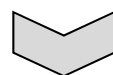


■ ライフサイクルコスト削減検討

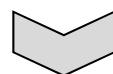
ライフサイクルコストを削減するために

[ポイント1]

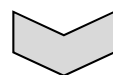
補助金の獲得



分散型電源導入促進事業費補助金の活用

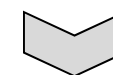


獲得条件：年間平均省エネ率10%以上必要



[ポイント2]

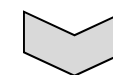
省エネルギー性能向上



総合効率の効率

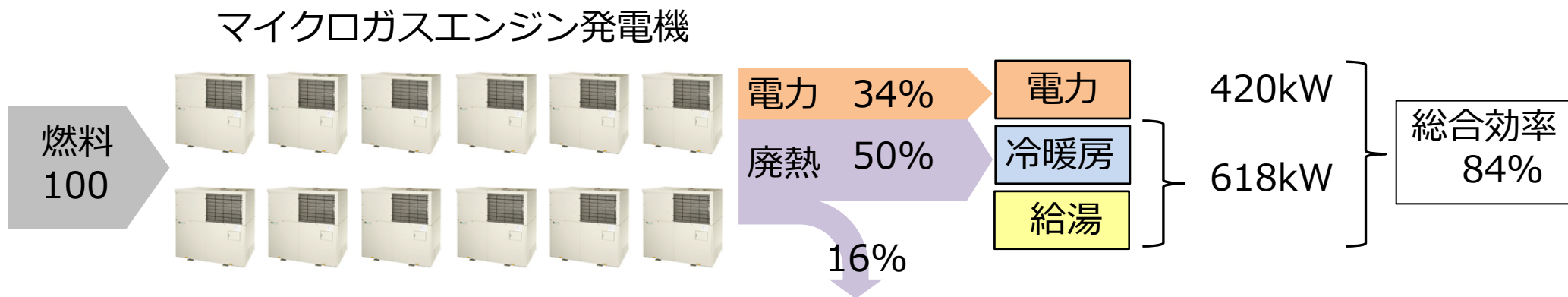


時季によって変動する需要に対応する高効率運転方法の構築が必要

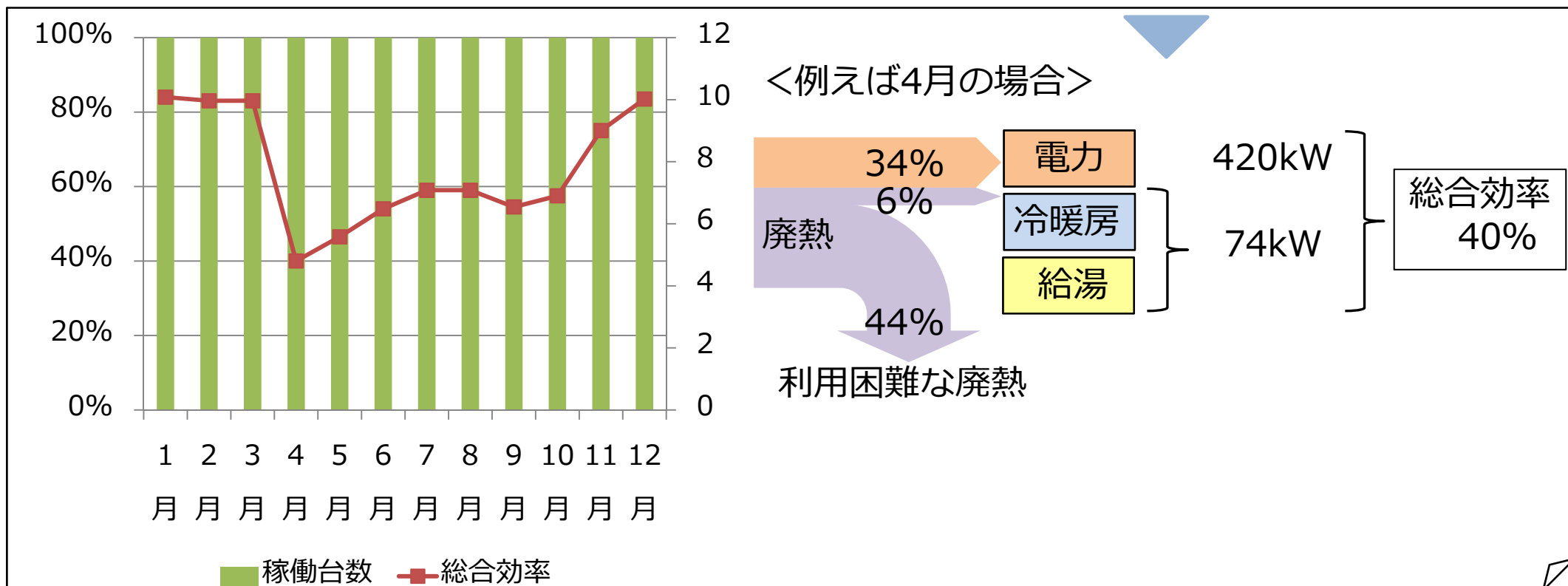


電主運転 + 熱主運転の切替システム構築

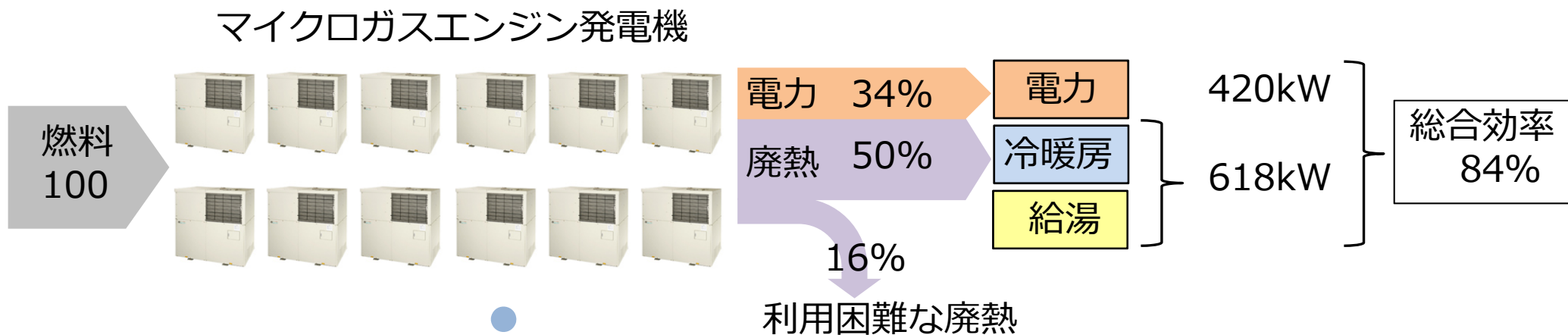
発電を主とした「電主運転」は総合効率は成行きとなる



■ 年間電主運転パターン

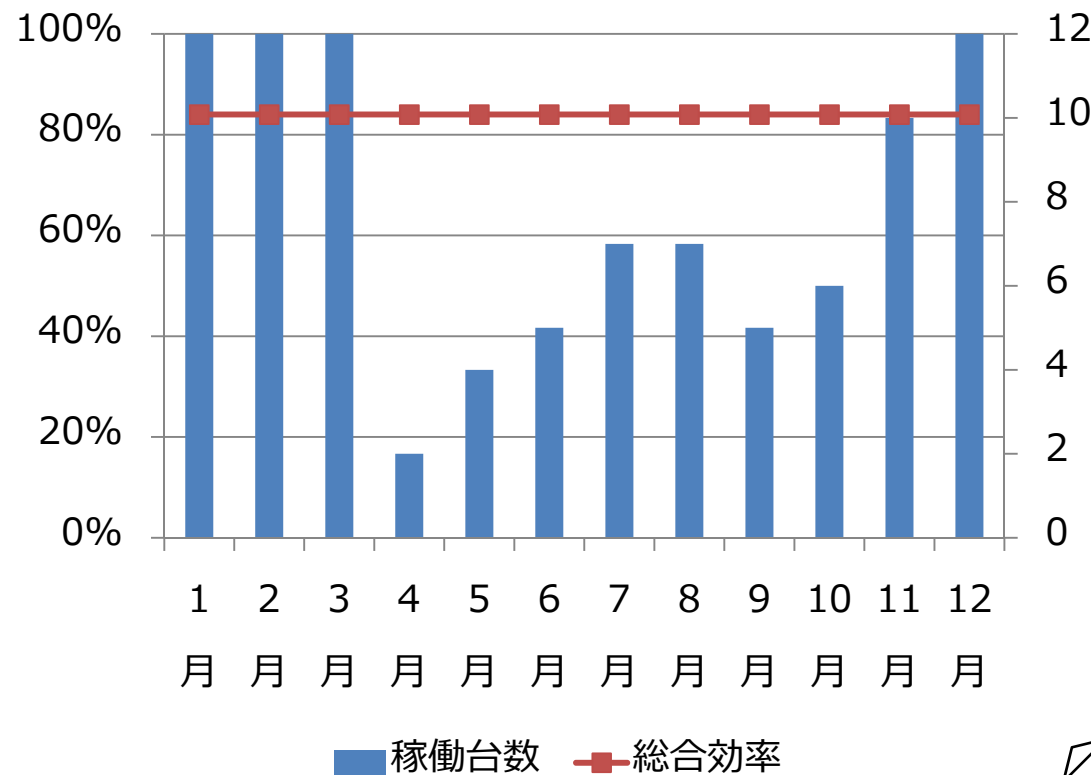


熱利用を主とした「**熱主運転**」は**熱要求に応じて発電**される

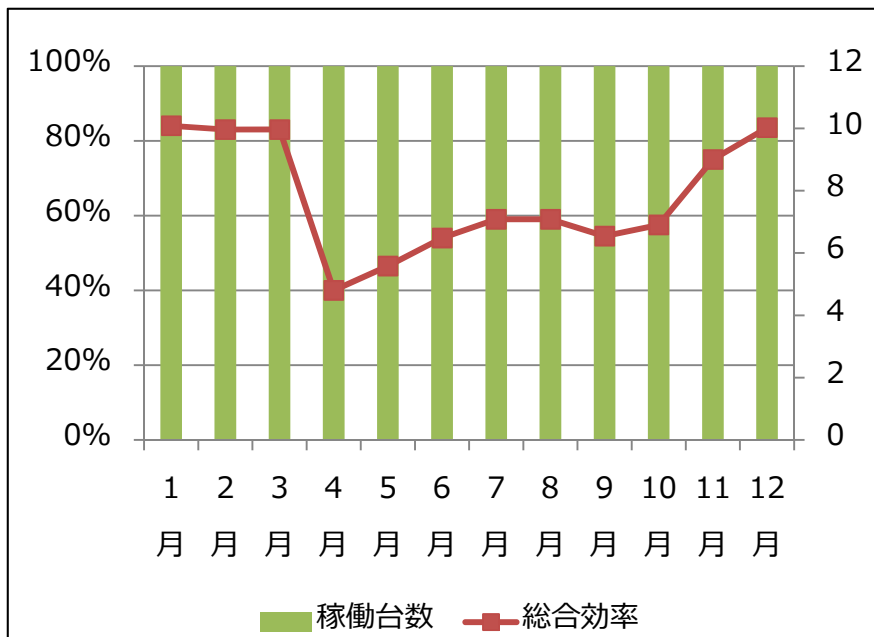


■ 年間熱主運転パターン

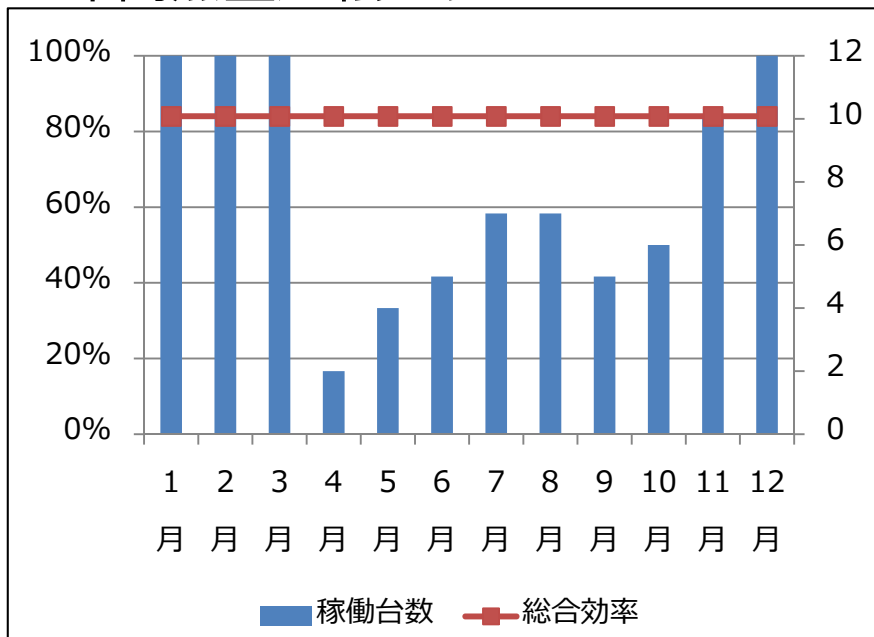
<例えば4月の場合>



■ 年間電主運転パターン

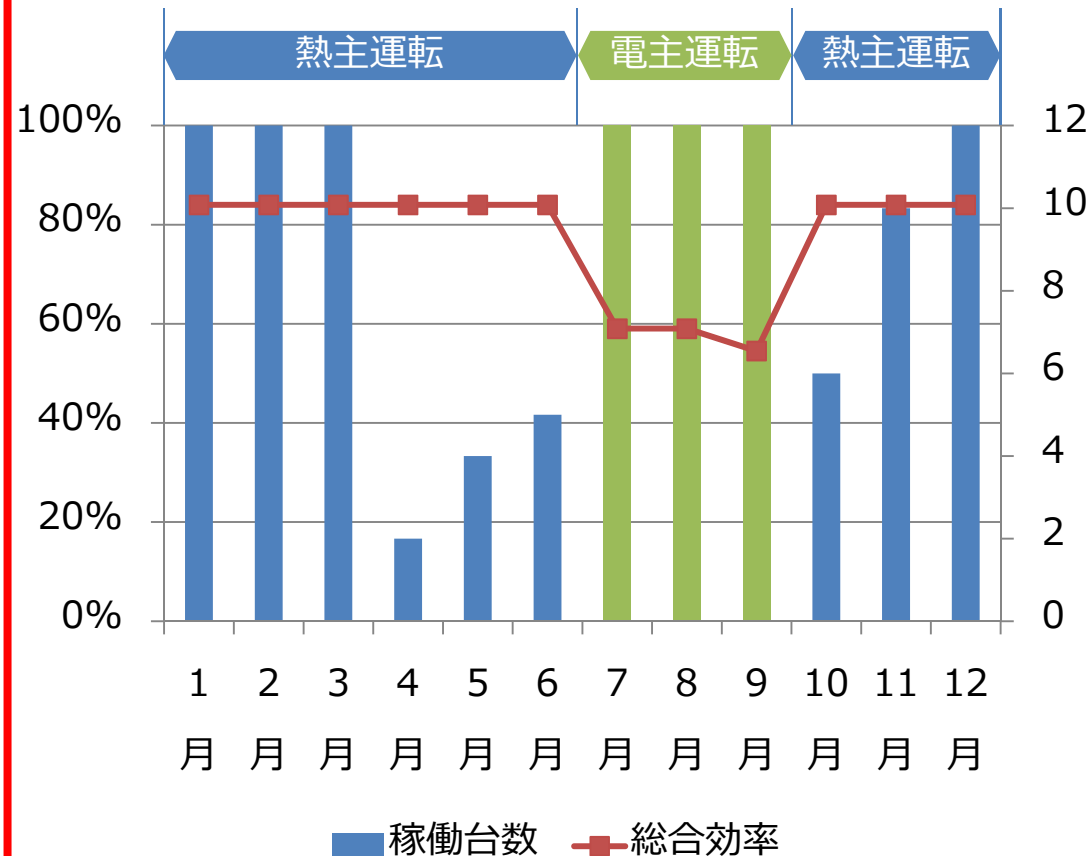


■ 年間熱主運転パターン



■ 電主/熱主切替運転パターン

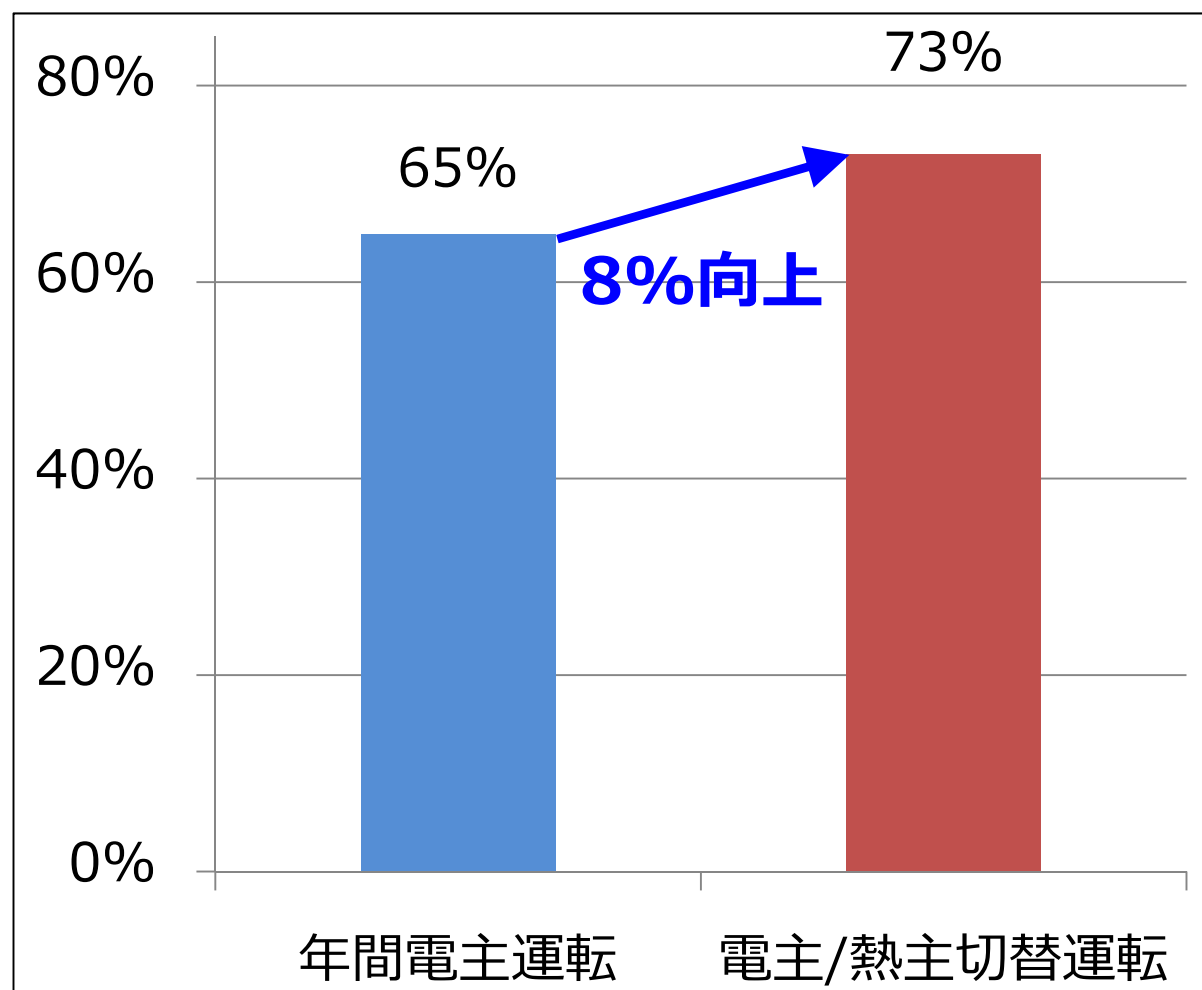
総合効率の向上を図るために熱主運転を行うが、電力使用量が最大となる**夏季はデマンドを抑制**するために、電主運転とする



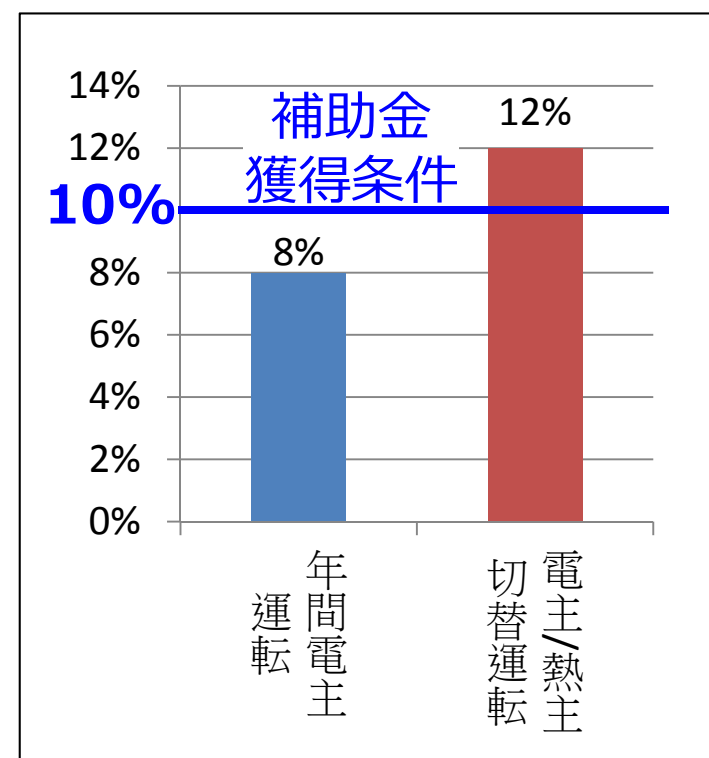
■ 電主/熱主切替運転の効果

電主/熱主切替運転を行うことにより、年間電主運転に比べて**約8%**
総合効率を向上させることができる

■ 総合効率の比較



■ 省エネ率の比較



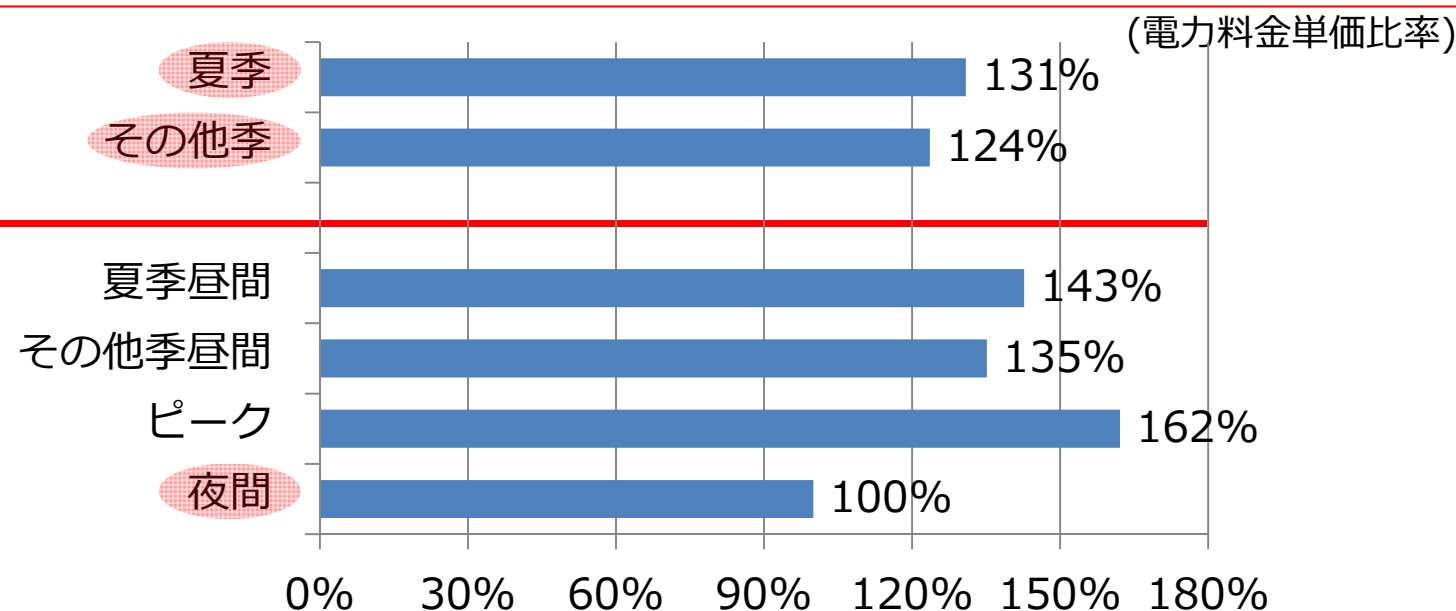
補助金の獲得

省エネルギーと光熱費削減は必ずしも同義ではない。**エネルギー削減が最大限に光熱費削減に寄与する様なシステム構築が重要**

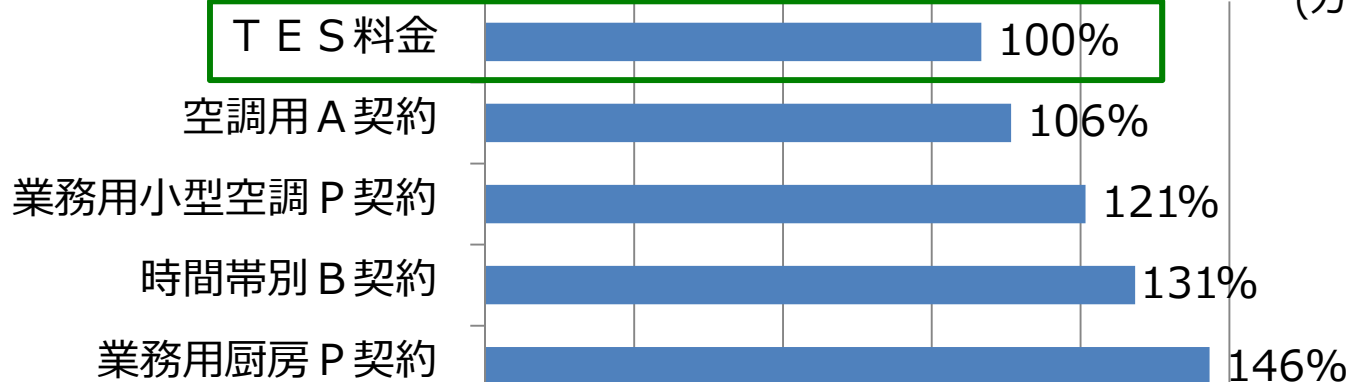
電気料金差

電力業務用 A

季節別電力 A

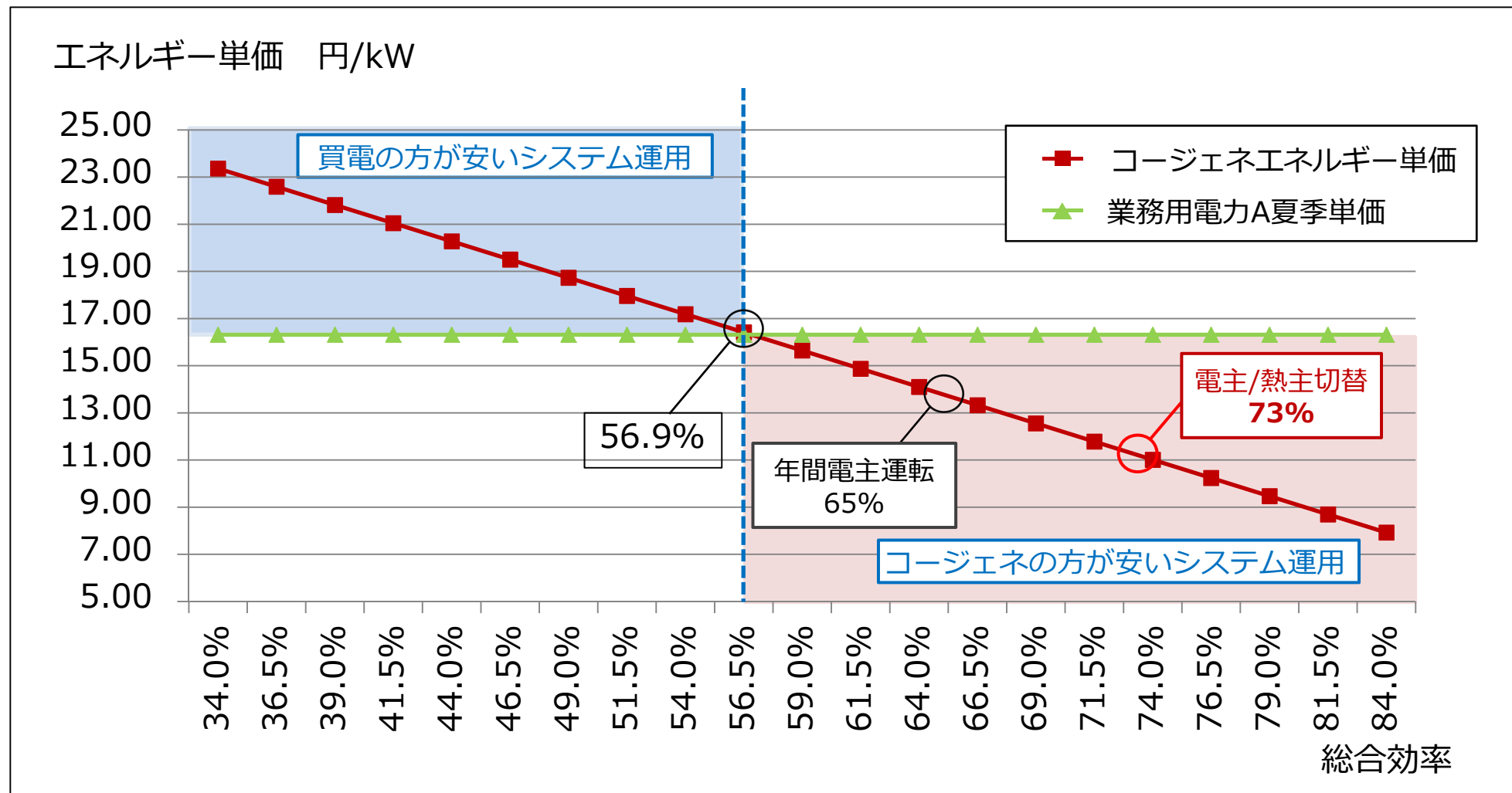


ガス料金差



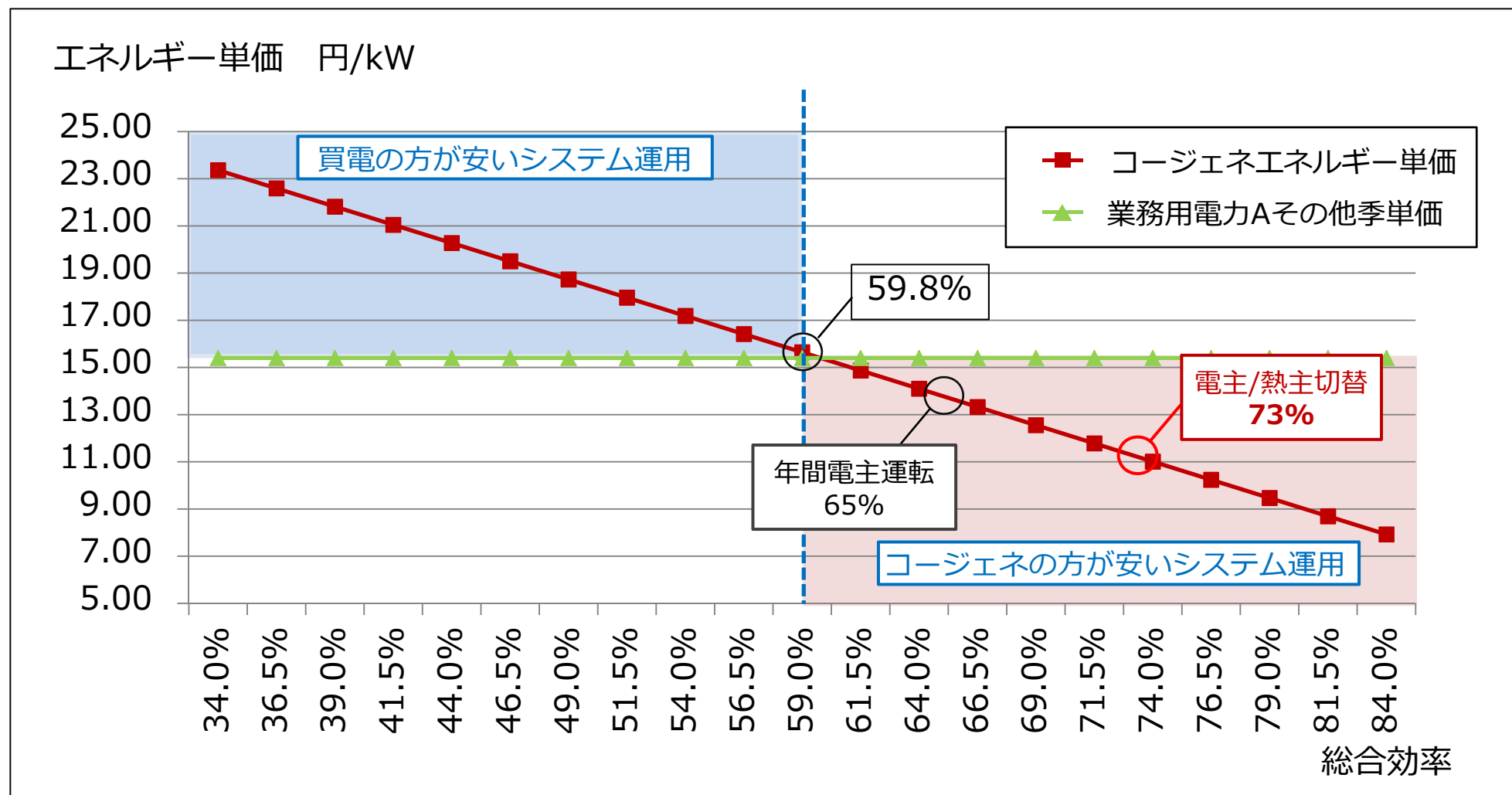
■ エネルギー単価と総合効率の関係

業務用電力A 夏季の電気料金と比較すると、**総合効率56.9%が損益分岐点**となる



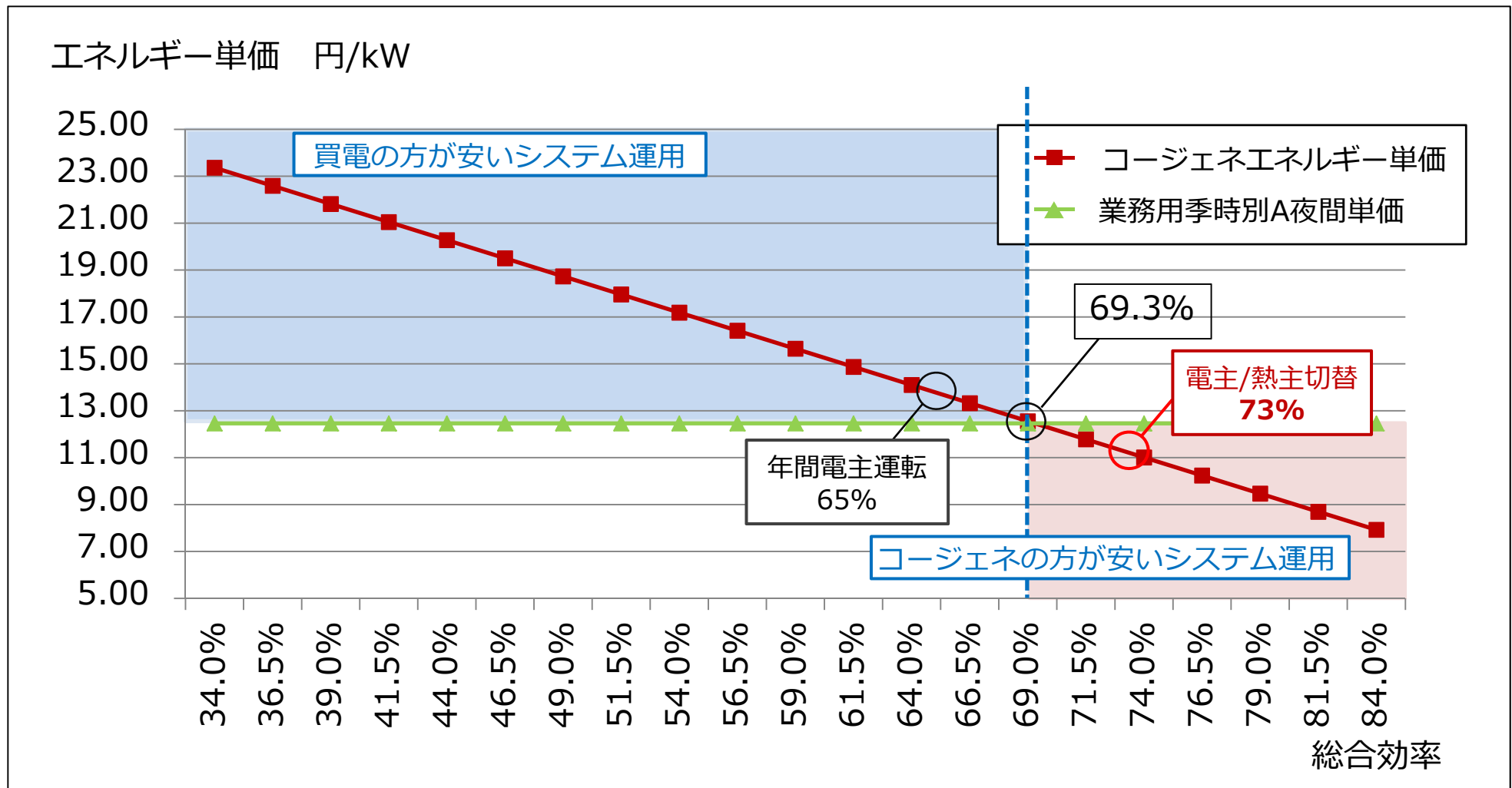
■ エネルギー単価と総合効率の関係

業務用電力A その他季の電気料金と比較すると、**総合効率59.8%**
が損益分岐点となる

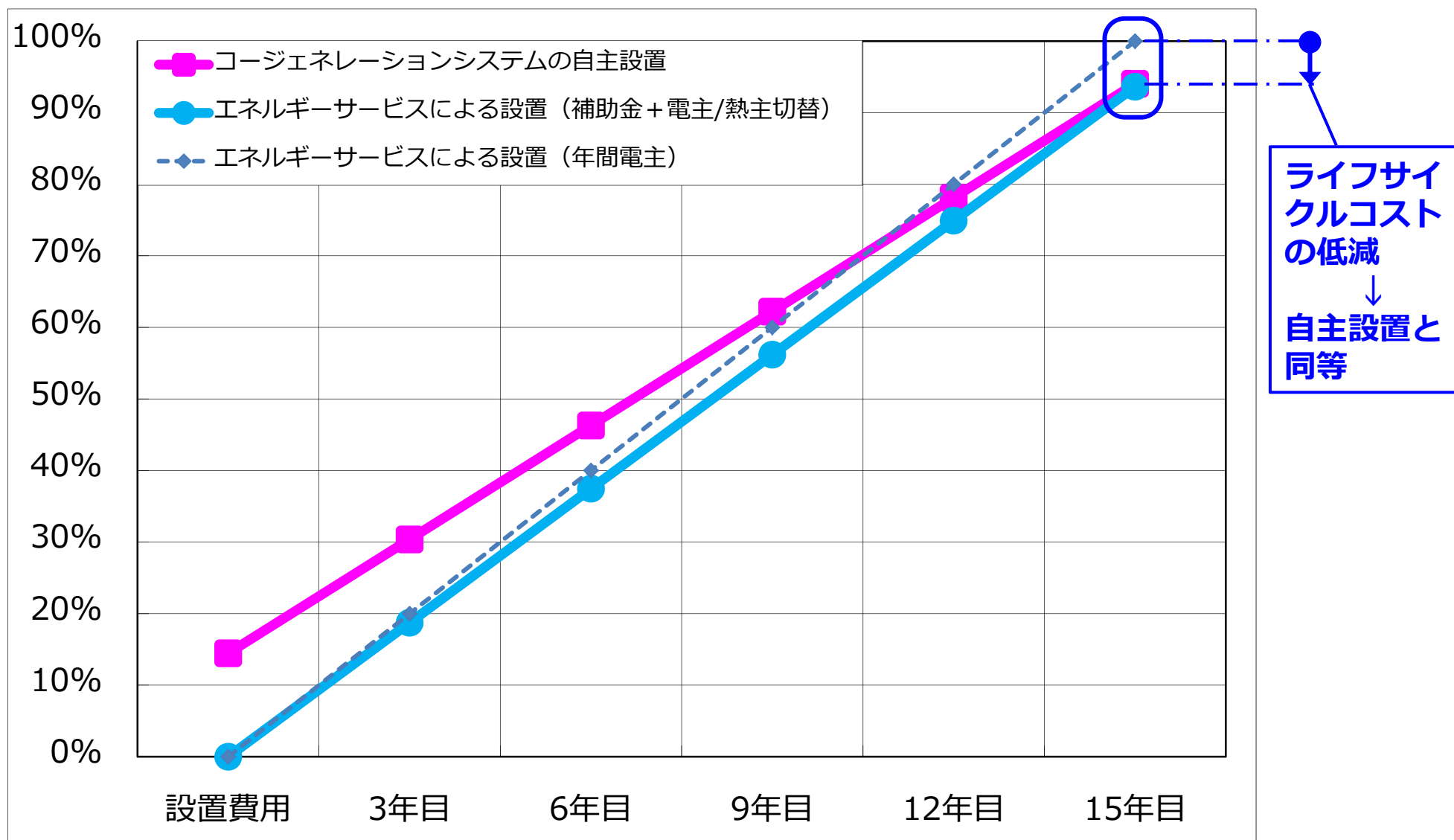


■ エネルギー単価と総合効率の関係

業務用季特別電力 A 夜間の電気料金と比較すると、**総合効率69.3%**
が損益分岐点となる

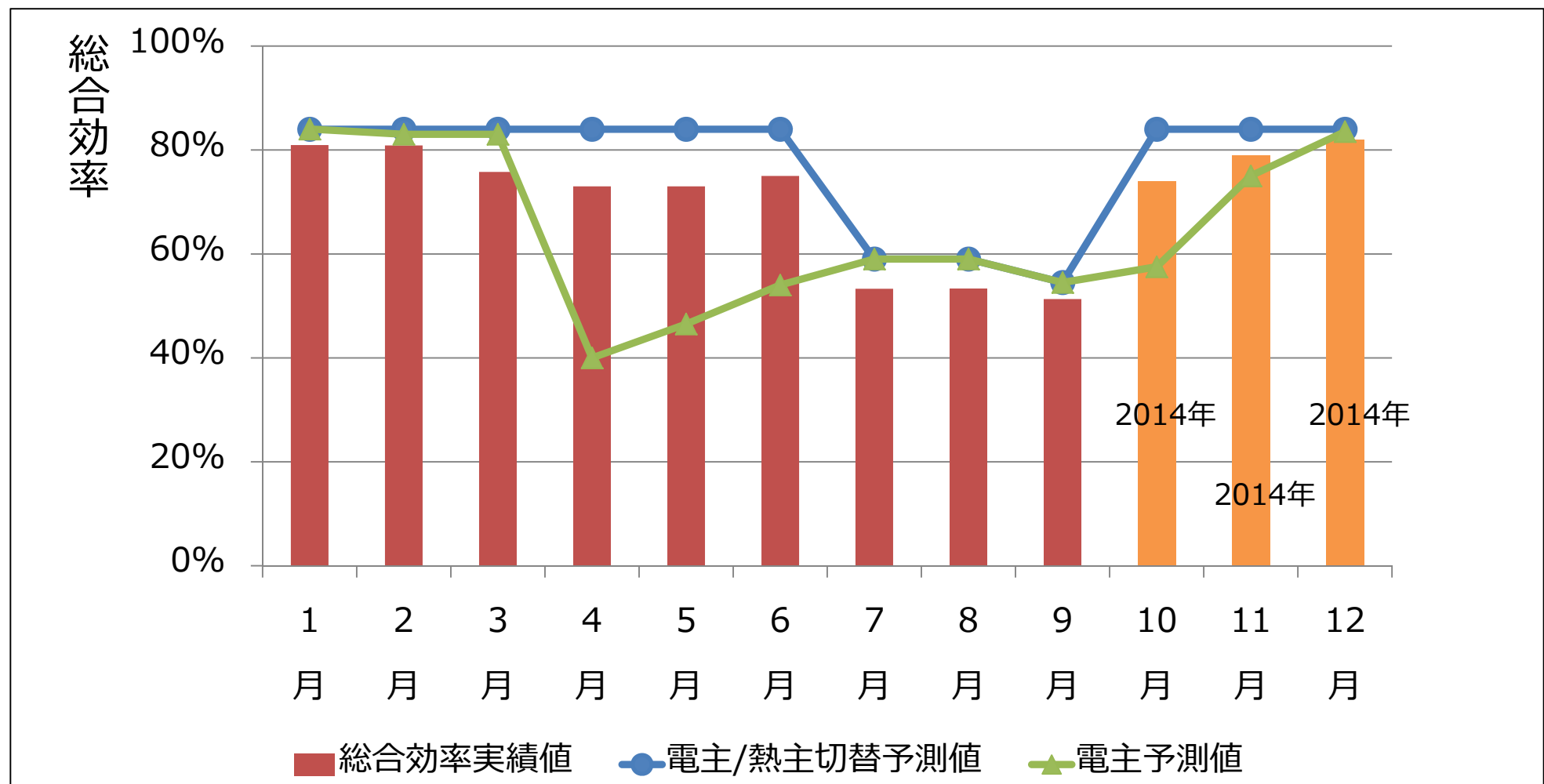


電主/熱主切替運転とすることと、補助金を活用することで、ライフサイクルコストも**自主設置同等に低減**することが可能



■ 運転実績の紹介

1期工事竣工後の運転実績では、電主/熱主切替運転の理論値には及ばないものの、概ね同様の傾向性が見られ、年間電主運転に比べて総合効率が高い水準で稼働していることが確認できた。2期工事完了後には負荷も増えることで更なる向上が期待できると考えている。



本日の内容

1. 災害と規制の関係
2. 医療施設のエネルギー上の特徴
3. コージェネレーションとは
4. 原三信病院における採用事例
5. まとめ

■コージェネレーションの導入目的

1. 非常時の医療継続性の強化
2. 平常時の省エネルギーによるランニングコストの低減

■コージェネレーションの導入を成功させるために

1. 初期投資を抑制するためのスキームの活用検討
2. 省エネルギーシステムを最大限に活かす高効率運用方法の検討
3. エネルギーサービスを活用してもライフサイクルコストを低減できるスキームの検討

ご清聴ありがとうございました