

資源・エネルギーが

循環する環境インフラの形成

-エコプレミアムアイランドへの展開-

(株) 日本設計 佐藤信孝

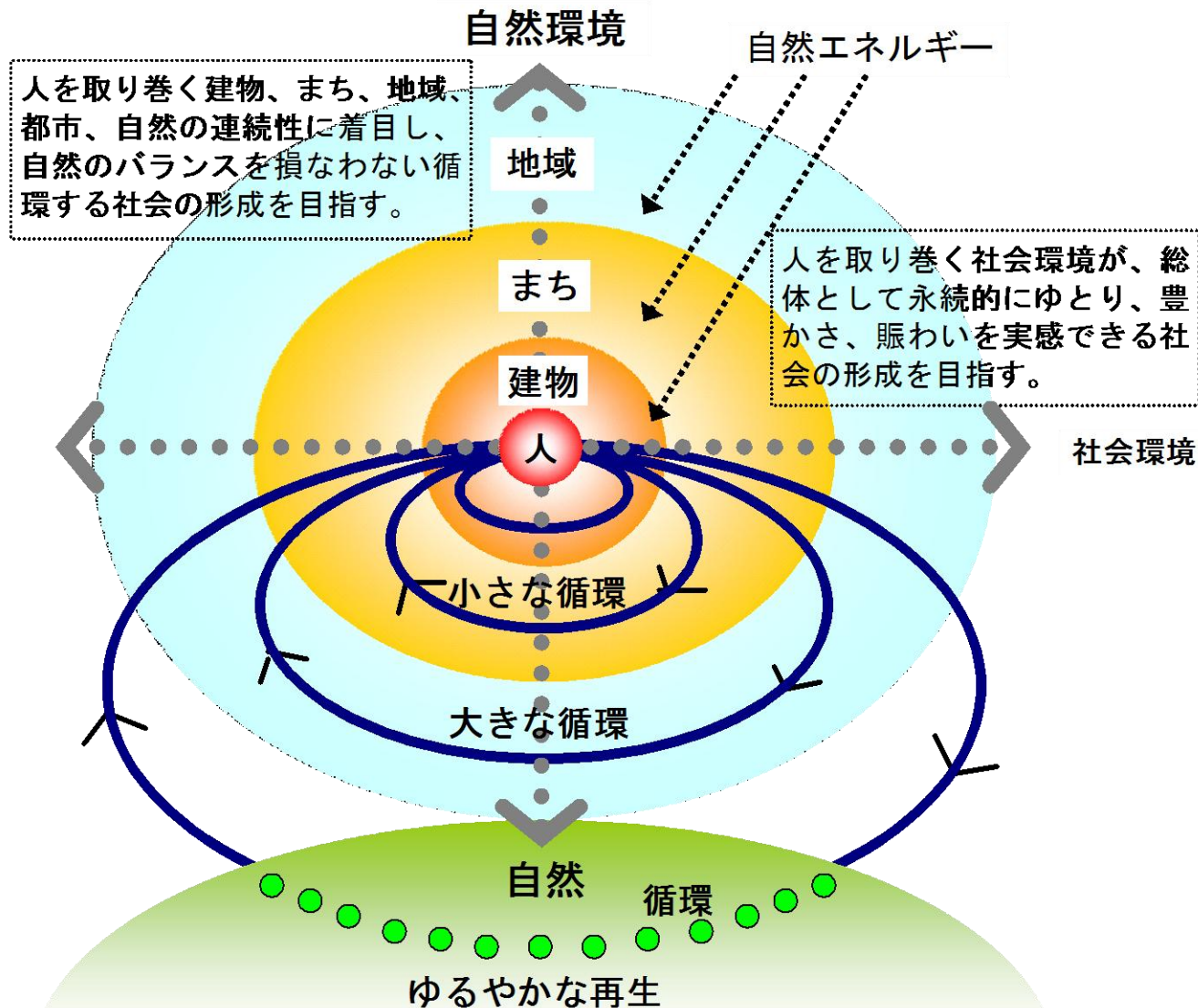
1. 資源とエネルギーの循環について
循環という概念について
2. ハウステンボスの環境インフラ
「水」「土」「エネルギー」循環について
3. エコプレミアムアイランドへの展開
屋久島（日本）の例
コンダオ島（ヴェトナム）への提案
パラオ共和国への展開

1. 資源とエネルギーの循環について

地球環境という閉じられた系における循環の考え方

● 私たちを取り巻く地球環境は、**自然と人間活動のバランス**で成り立っている。

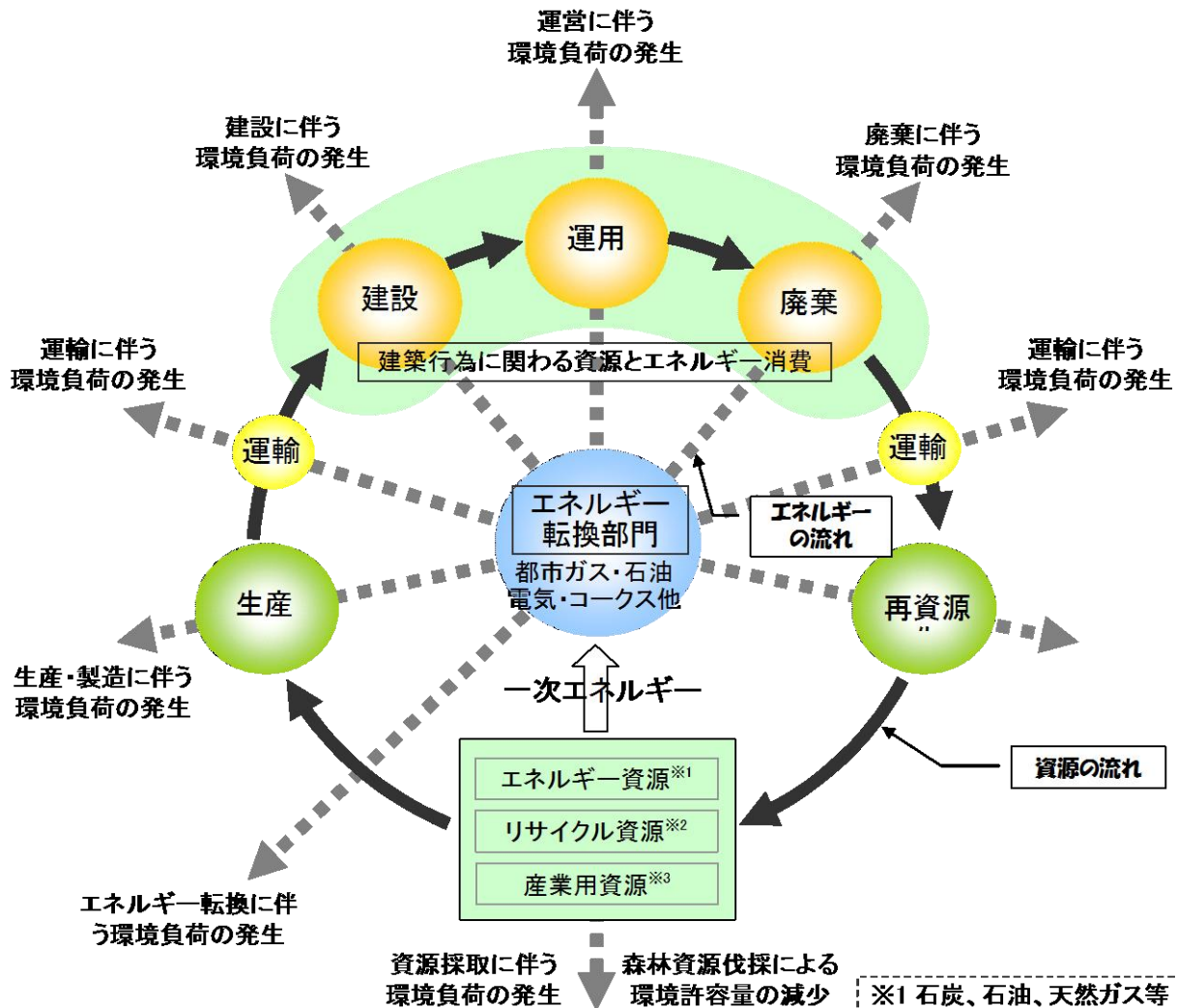
● 建物、まち、地域、自然等が連続する領域で相互の調和を図りながら、**新たな循環を創造**し、このバランスを継承することが求められる。



1. 資源とエネルギーの循環について

建築行為に関わる資源・エネルギーの消費構造と環境負荷の発生概念図

●建築行為は、建築物の建設から運用、廃棄にいたるまで**資源**や**エネルギー**を消費し、その過程において廃棄物の発生やCO2の発生を伴うものである。これらは全て環境負荷となることから、**時間軸**としての運用の各段階、**空間軸**としての建築単体から都市施設に至るまで総合的視点からの環境負荷の排出抑制が必要である。



環境負荷とは、燃焼などにより発生するCO2などの温室効果ガス、フロン・有機化学物質、都市ごみや産業廃棄物、排水などの廃棄物をいう。

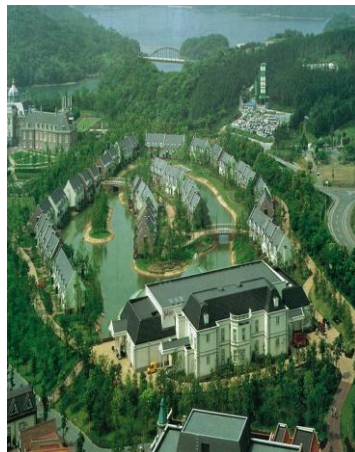
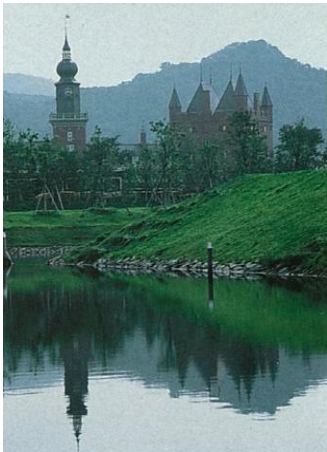
- ※1 石炭、石油、天然ガス等
- ※2 紙、鉄くず、カレット等
- ※3 鉄鉱石、ボーキサイト、穀物、肉、木材等

2. ハウステンボスの環境インフラ 閉じられた大村湾に面した立地

外洋（佐世保湾）と繋がるのは2箇所
の水路（早岐瀬戸・針尾瀬戸）のみ

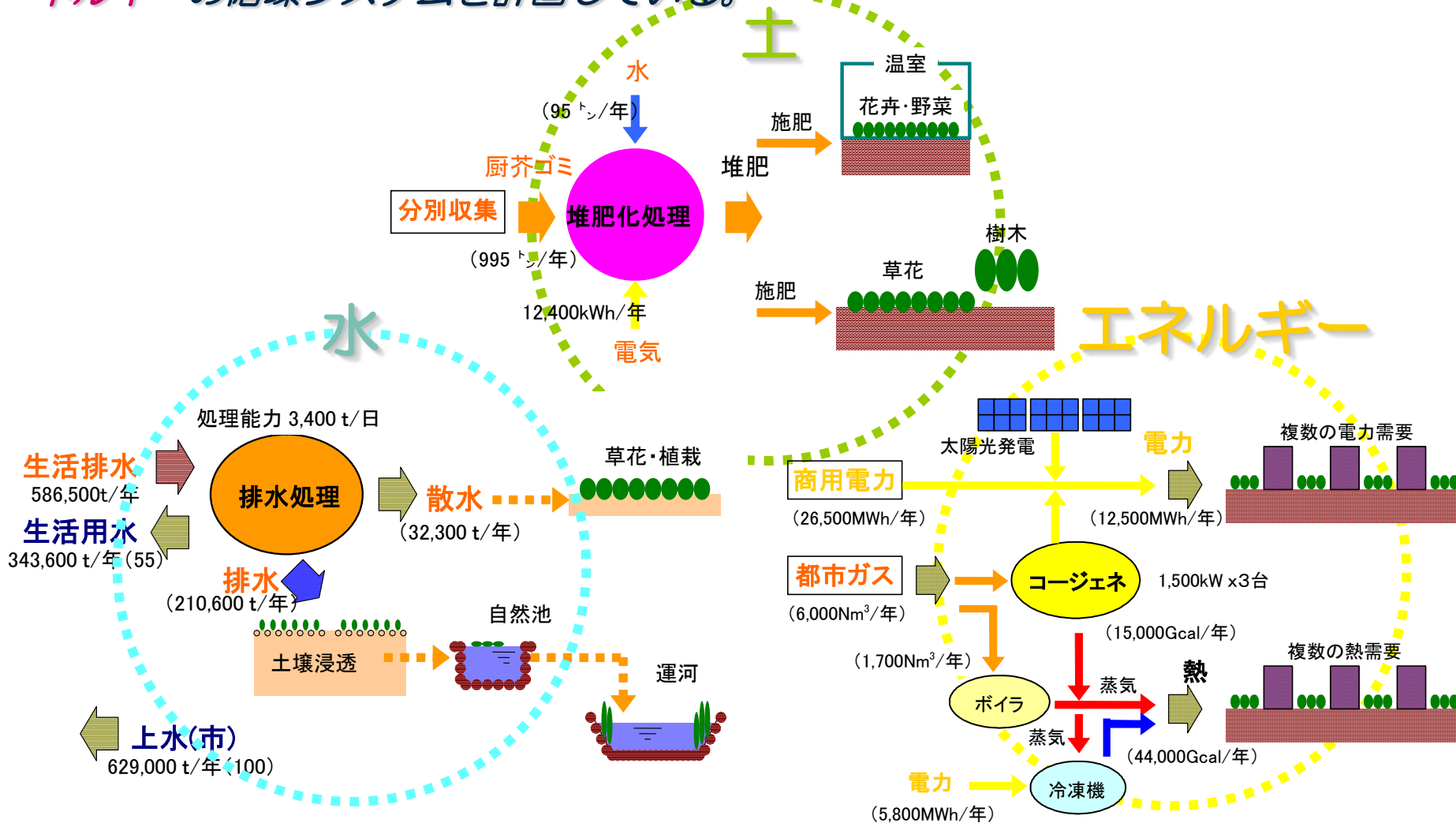


2. ハウステンボスの環境インフラ オランダの干拓の歴史に学んだ堤防と運河



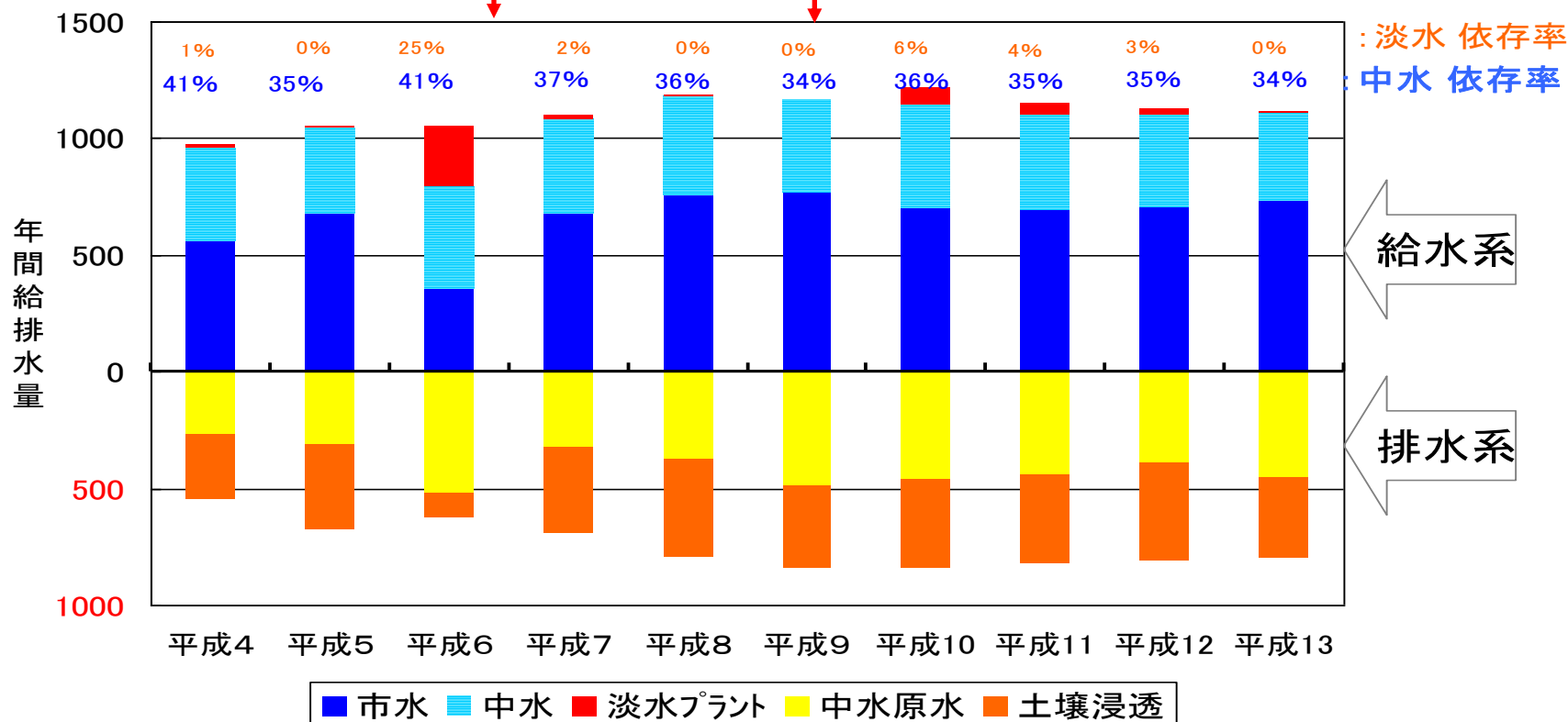
2. ハウステンボスの環境インフラ 「水」と「土」と「エネルギー」の循環

●地域・自然の環境特性を踏まえ、環境負荷”ゼロ”（ゼロ・エミッション）の視点から、地環境インフラ核を中心に自然・農地等の生態系を取り込んだ水・土・エネルギーの循環システムを計画している。



佐世保大湧水
H6年 8/1~H7年 3/5 (213日)
制限給水 (5時間/2日に給水)
9ヵ月間の自給率 約80%

H9年 中水槽の容量UP
夜間電力を利用し中水製造を可能



《基本目標》 周囲環境へ与える影響を最小にする 自然界の浄化機能を積極的に活用する

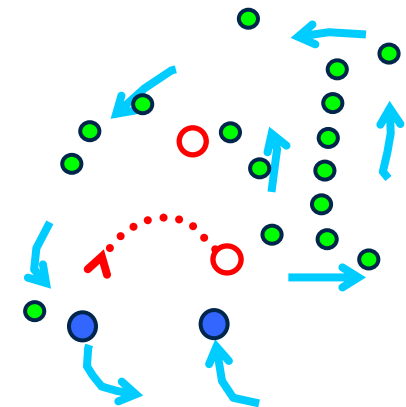
水質悪化を防ぐために

- ・ 初期雨水の浸透処理
- ・ 生活排水の高度処理・中水利用
- ・ 路面掃除の徹底
- ・ 運河清掃船の導入

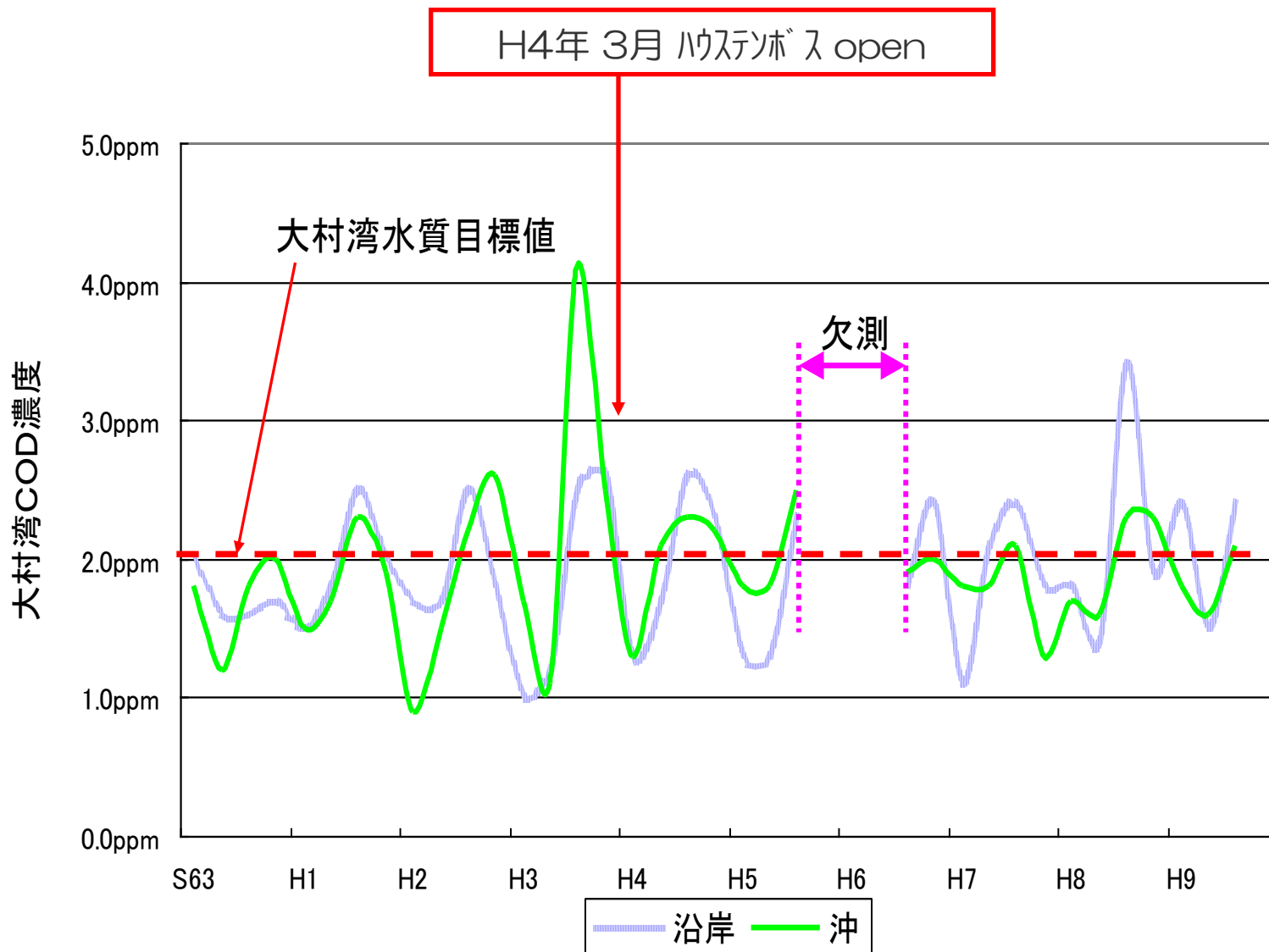
水質悪化を進めないために

- ・ 潮位+ポンプ利用による海水交換
- ・ 水中ファンの設置
- ・ 底泥の除去 → 運河底形状工夫・浚渫船
- ・ 生物浄化の利用 → 自然石積の採用

- ゲートポンプ
- 可動堰
- 水中ファン



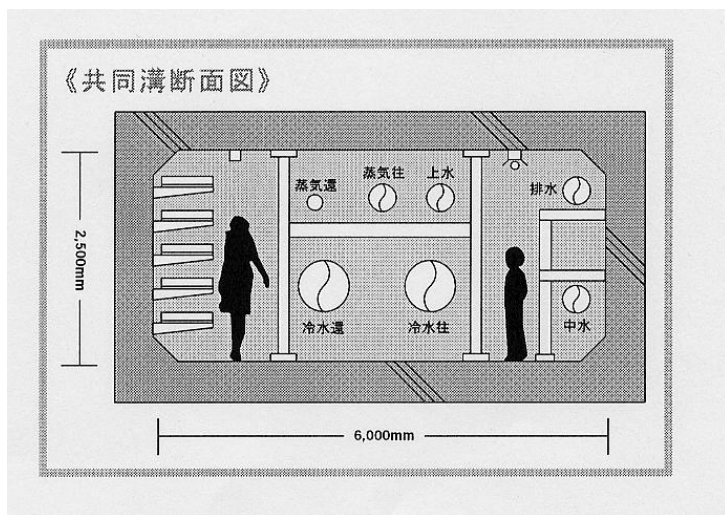
2. ハウステンボスの環境インフラ 大村湾 水質の検証



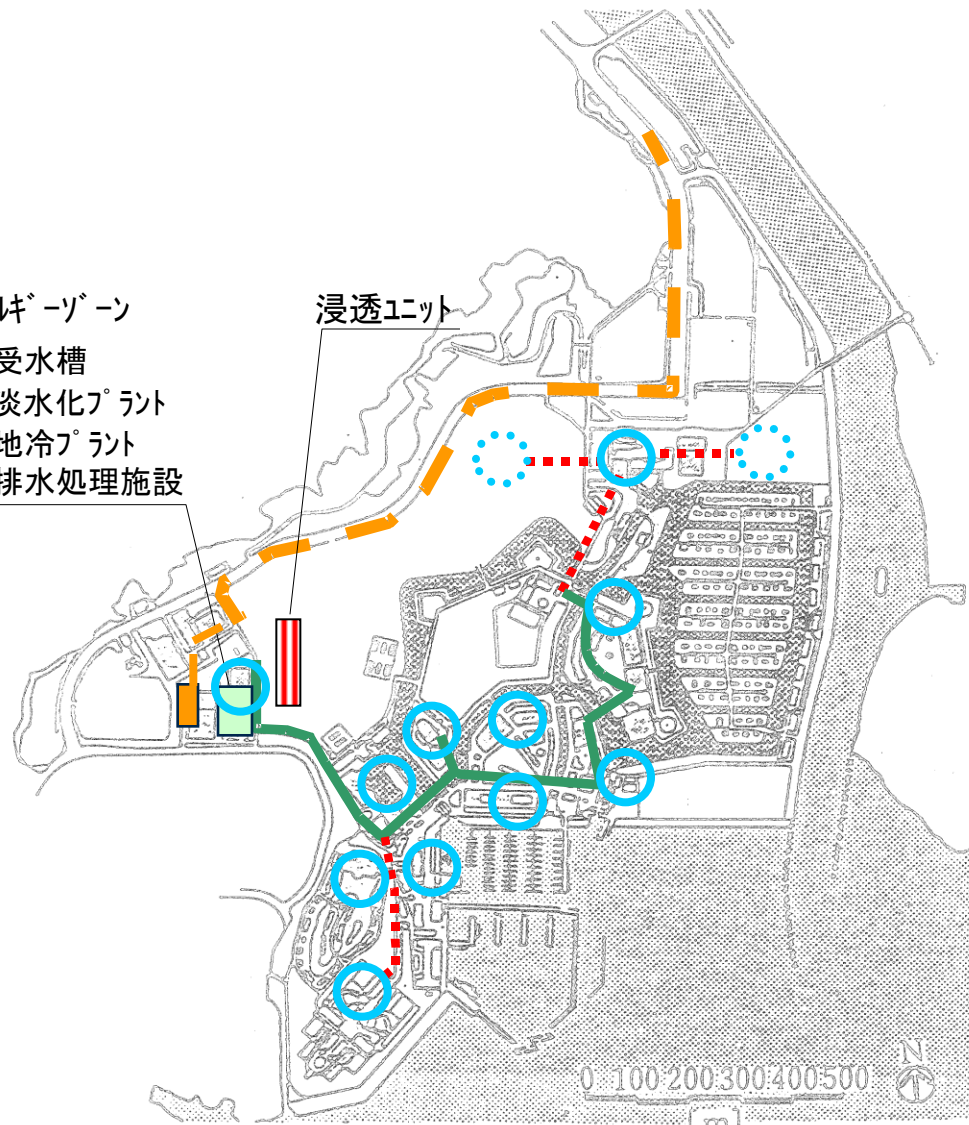
2. ハウステンボスの環境インフラ 供給エリアとエネルギールート

- コージェネレーション：非発兼用（デュアル・フュエル）・系統連係
- 深夜電力を利用した水蓄熱
- 冷却塔補給水に中水を利用

- 園内供給エリア
（サブ変電所・受入施設）
- ⊙ 園外供給エリア（ホテル）
- 共同溝
- ⋯ 直埋供給配管
- 圧力下水道（園外対象）



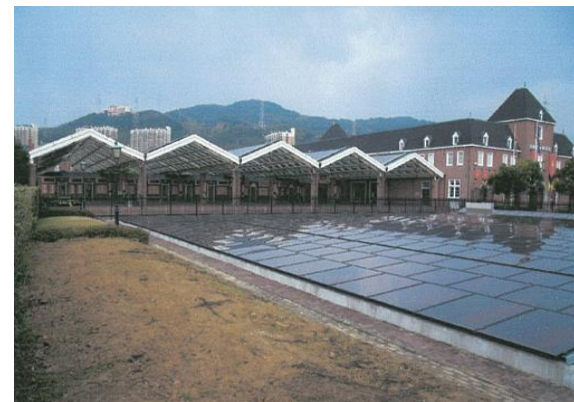
エネルギーゾーン
受水槽
淡水化プラント
地冷プラント
排水処理施設



2. ハウステンボスの環境インフラ エネルギー供給の概念

- 「長崎次世代エネルギーパーク」の中核施設としてハウステンボス
- 「太陽光発電新技術等フィールドテスト（実証研究）事業」NEDO採択
- **900kW**。年間電力使用量の2~3%を賄う。薄膜型多接合太陽電池。
（アモルファスシリコン膜に微結晶シリコン膜を重ねた二重構造）
土木・建築工事費【25%】機械装置等製作【25%】太陽電池本体【50%】

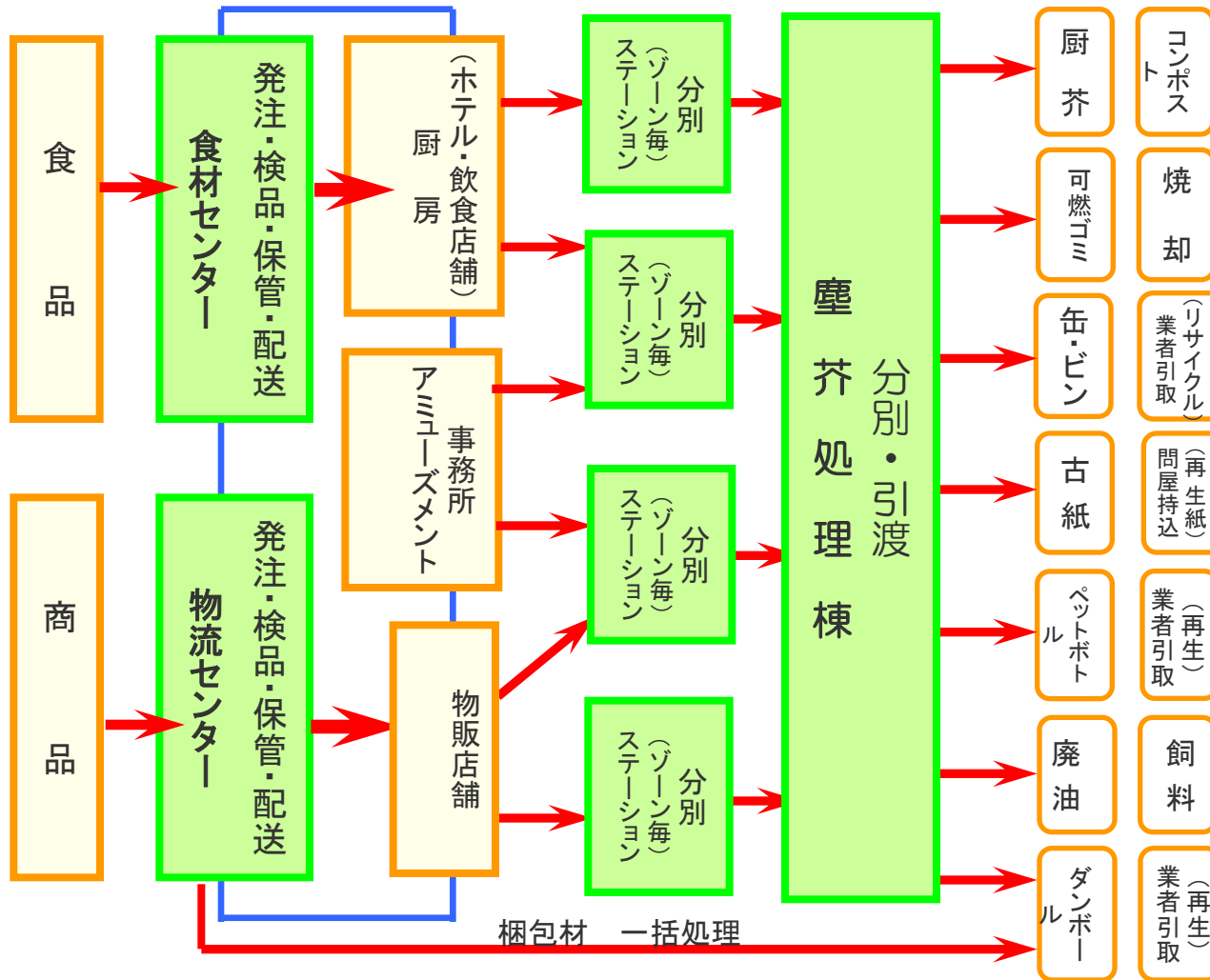
ハウステンボス太陽光発電設備配置図



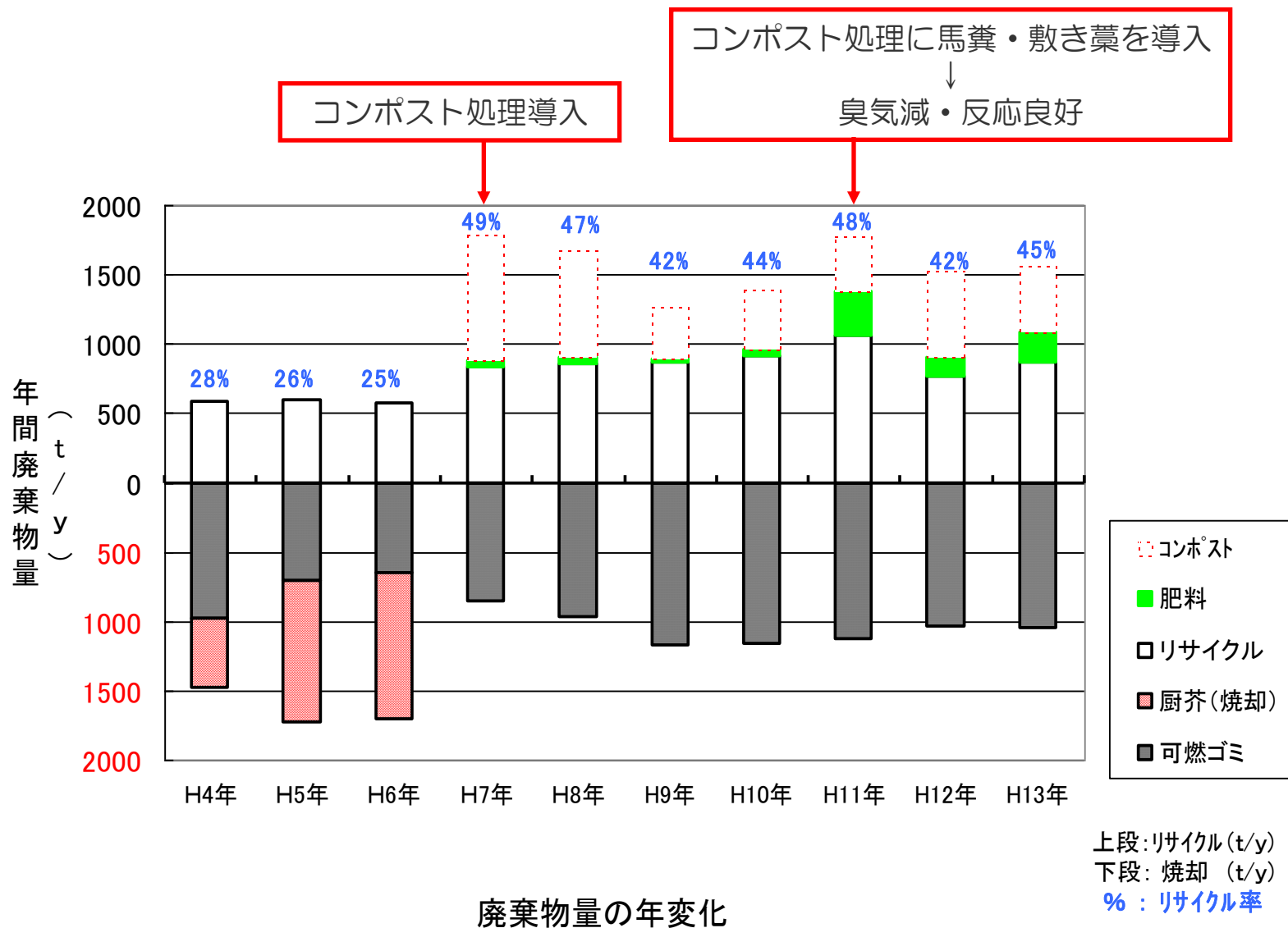
廃棄物処理のフロー

●基本方針

1. **リサイクル** : 分別収集・分別処理の徹底
2. **減量** : 不要なものを入れない。出さない。
3. **教育** : 従業員への教育「ゴミ=資源」「処理コストの認識」



2. ハウステンボスの環境インフラ 廃棄物量の年変化



「1992～2001 ハウステンボス環境会計報告書」より抜粋)

1. 水環境

中水利用による上水削減量	<u>3,511</u> 千m ³
淡水化プラントによる上水削減量	<u>487</u> 千m ³
排水高度処理によるCOD削減量	<u>3,915</u> t
	(大村湾放流基準20ppmに対して)
運河水入替の潮位利用による電力削減量	<u>1,180</u> MWh
	<u>CO₂削減量 865CO₂-t</u>

2. エネルギー

コジェネレーションによる発電による電力削減量	<u>132,492</u> MWh
	<u>CO₂削減量 744CO₂-t</u>

《ハウステンボスでは、NEDOから「長崎次世代エネルギーパーク」の採択を受け、薄膜タンデム型太陽電池を採用した日本最大級の大規模太陽光発電設備を導入した。設置規模は、900kWで、ハウステンボスの年間使用電力量の2～3%を賄う。》

3. 廃棄物

厨芥コンポストによる燃料削減量	<u>441</u> kl
	<u>CO₂削減量 1,190CO₂-t</u>

4. 生態系 (運河内・海岸石積み部、園内)

OPEN時 昆虫類	: <u>71</u> 種	⇒ <u>151</u> 種 (コムラサキ等の稀少種を確認)
鳥類	: <u>31</u> 種	⇒ <u>61</u> 種 (ハヤブサの稀少種を確認)

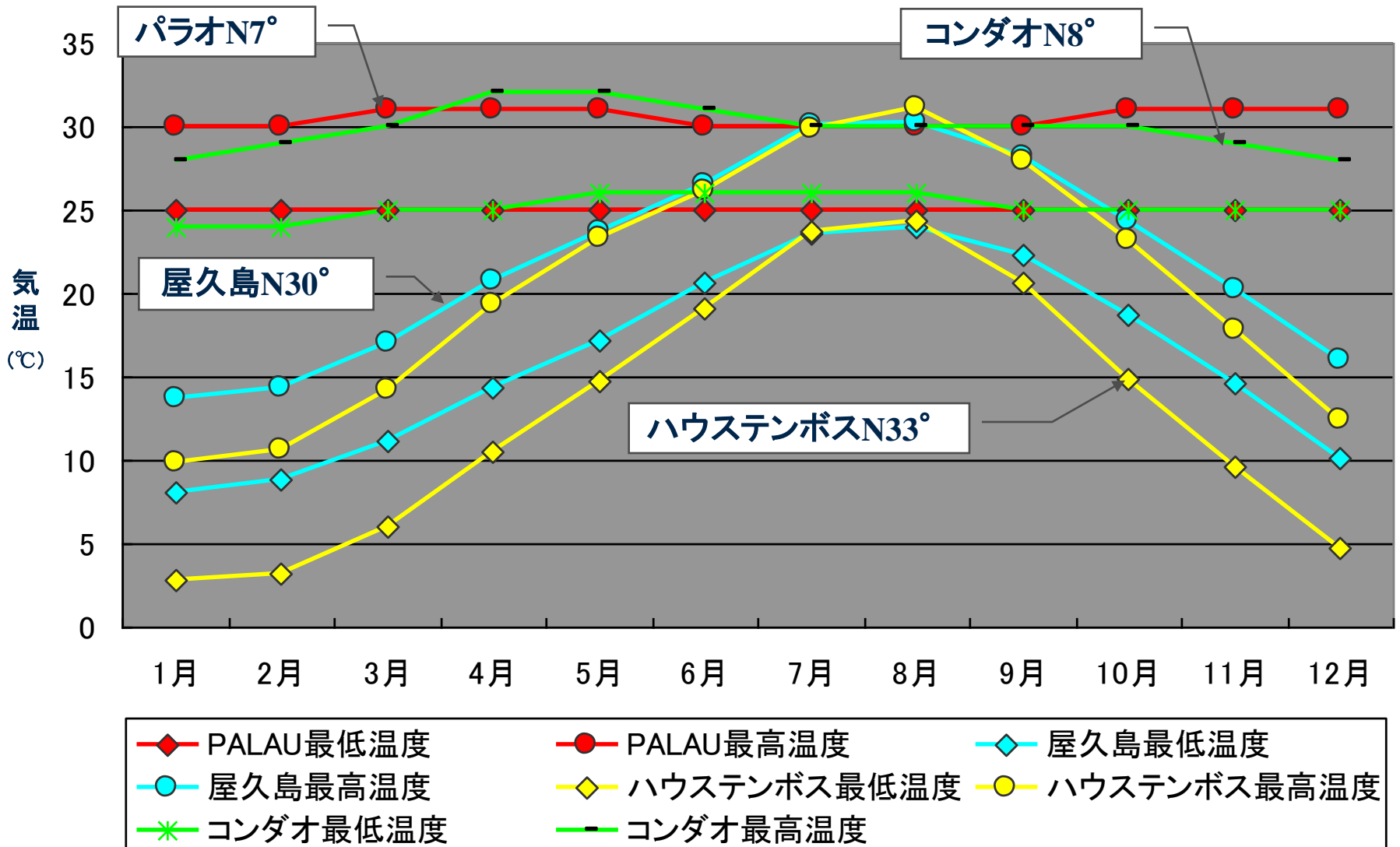
パラオ共和国 エコプレミアムアイランド構想

An aerial photograph of a tropical island chain, likely in Palau. The islands are densely covered in lush green vegetation and are surrounded by clear, turquoise water. The water's color transitions from light blue near the shore to a deeper blue further out. The sky is bright blue with scattered white clouds. The overall scene is idyllic and represents a high-quality natural environment.

3. エコプレミアムアイランドへの展開 比較対象の概要

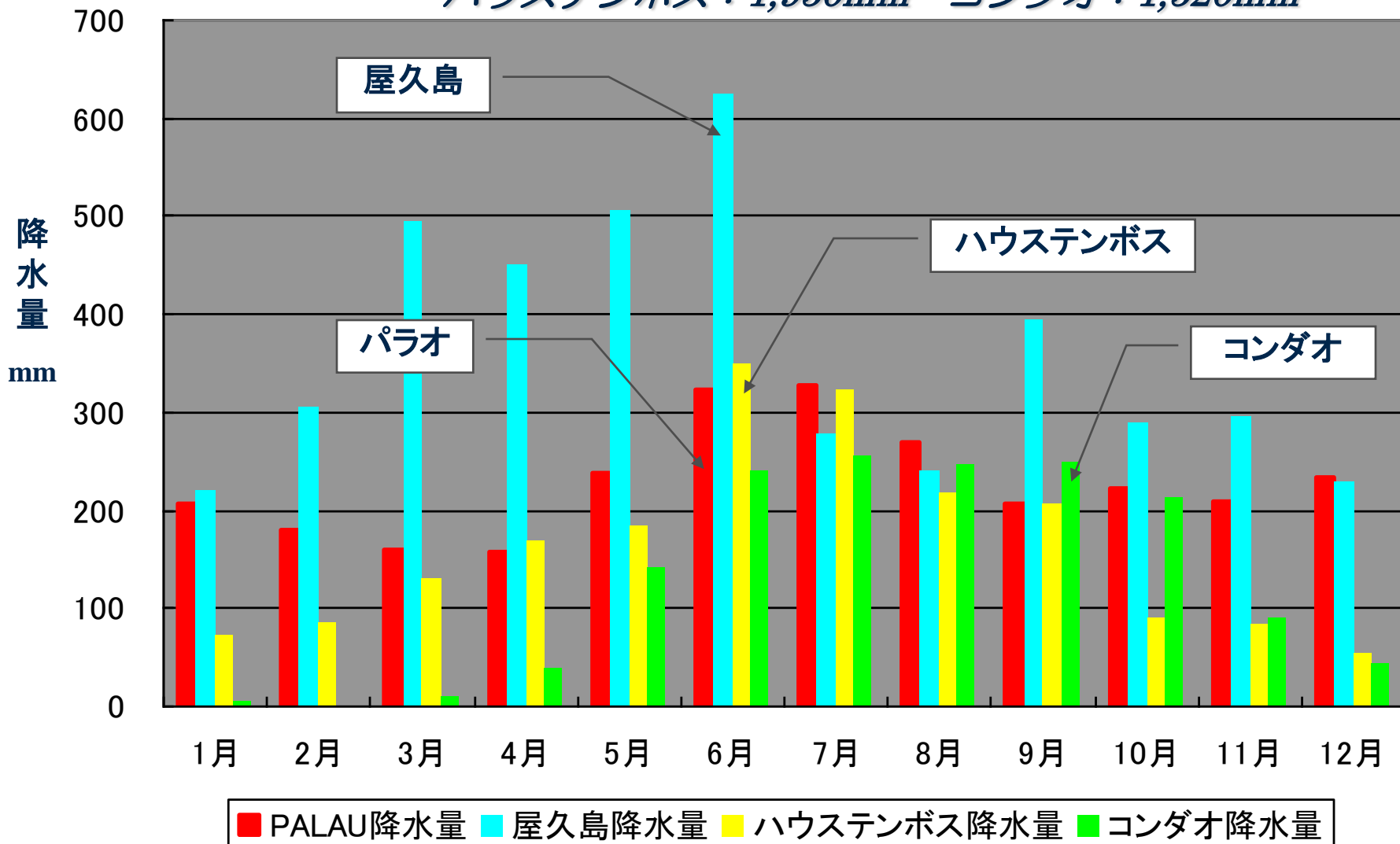
	パラオ	ハウステンボス (長崎)	屋久島 (鹿児島)	コンダオ島 (ヴェトナム)
1. 概要	大自然の楽園。観光の拡大にインフラ整備が立遅れ	循環型の環境インフラを導入したリゾート開発	屋久杉などの自然遺産を求めて観光客が急増	自然の豊かな離島の観光開発。環境インフラの提案
2. 位置	北緯 7°	北緯 33°	北緯 30°	北緯 8°
3. 面積	488km ²	152km ²	500km ²	100km ²
4. 人口 〈計画人口〉 〈観光客〉	20,000人 人 8万人/年	1,000人 人 200万人/年	14,000人 人 20万人/年	5,000人 50,000人 50万人/年
				

3. エコプレミアムアイランドへの展開 各事例の年間気温



3. エコプレミアムアイランドへの展開 各事例の年間降水量

●年間降水量 パラオ：2,720mm 屋久島：4,320mm
ハウステンボス：1,950mm コンダオ：1,520mm



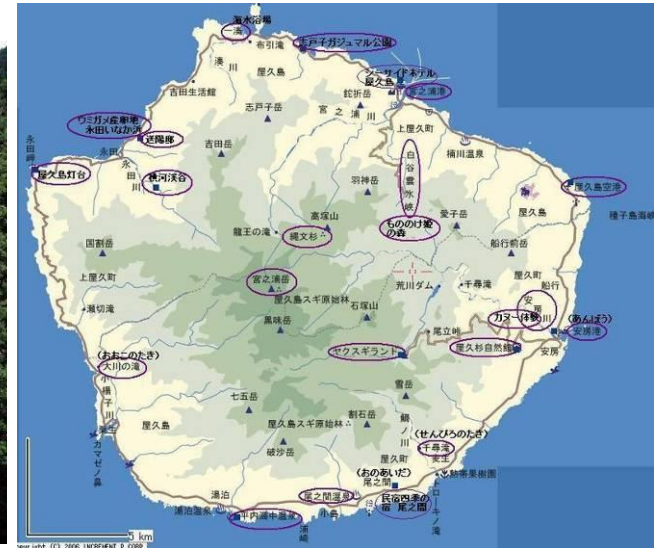
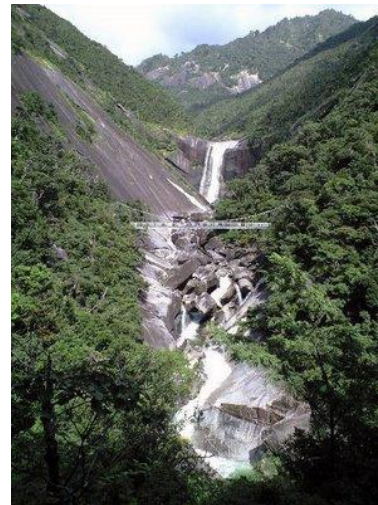
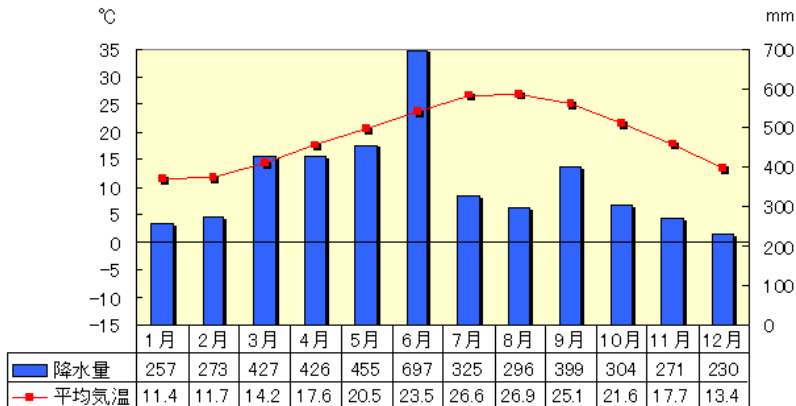
●屋久島 (N30° E130° 500km²)

人口14,000人 観光客20万人/年

島の中央部には日本百名山の一つで九州地方最高峰の宮之浦岳 (1,936m) がそびえるほか、他にも数多くの1,000m級の山々を有し、「洋上のアルプス」の呼び名がある。海からの湿った風がこれらの山にぶつかり、「ひと月に35日雨が降る」と表現されるほど大量の降雨をもたらす (年間降水量は平地で約4,000mm、山地で約8,000mmにも達する)。



屋久島 (鹿児島県)



●電力供給：水力発電＋ディーゼル発電

「屋久島電工株式会社」が発電業務を行い、「屋久町電気施設協同組合」「安房電気利用組合」「種子屋久農協」が各地域に受電・配電するという形式。

昭和35年7月化学工場は、送電と同時に操業を開始

昭和38年3月に総発電出力2万3200kWの安房川第一発電所が完成。

⇒総発電設備は56,500kW (56MW)

●排水処理：

一部の農村集落に排水事業が実施されているが、下水道が無く浄化槽の設置が義務化されている。下水道整備は費用負担が大きく、エリア単位で合併処理浄化槽を設置する方向となっている。

登山者の増加とともに、トイレ問題が深刻化している。

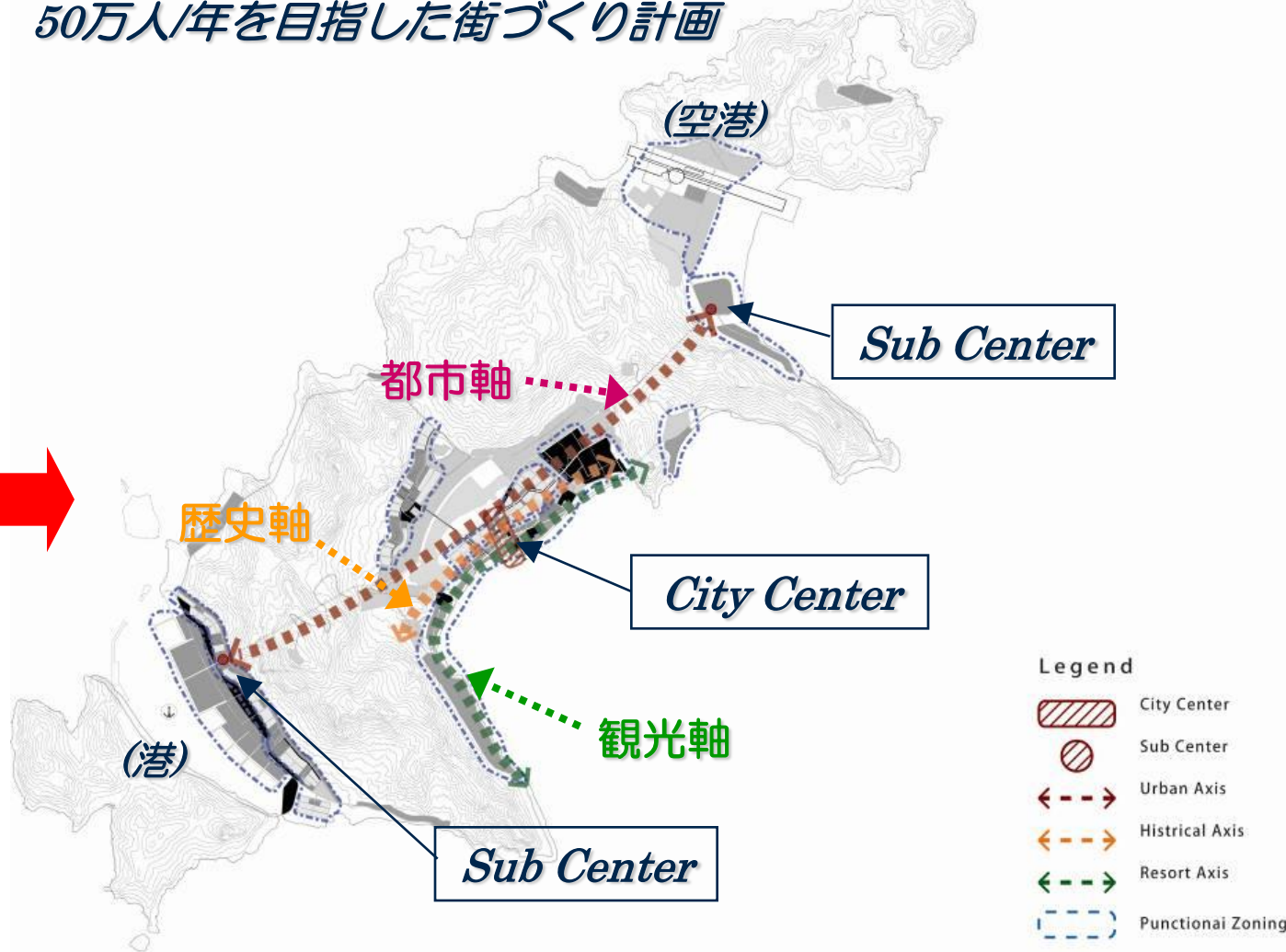
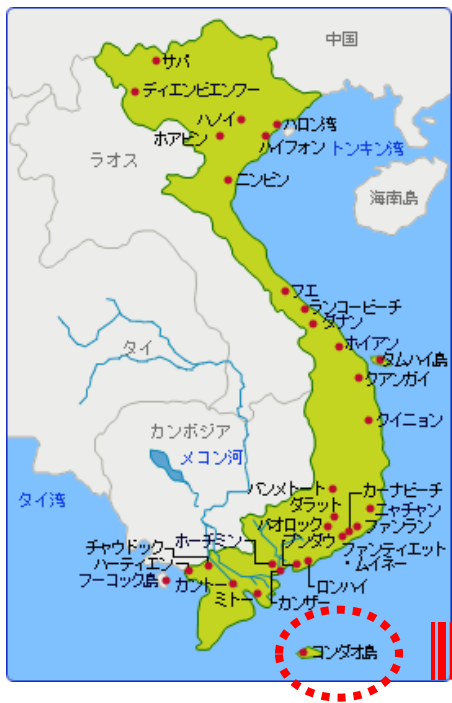
●廃棄物処理

05年8月に新焼却場が運転を始めたが、観光客の増加により野積みされたごみの処分が進んでいない。

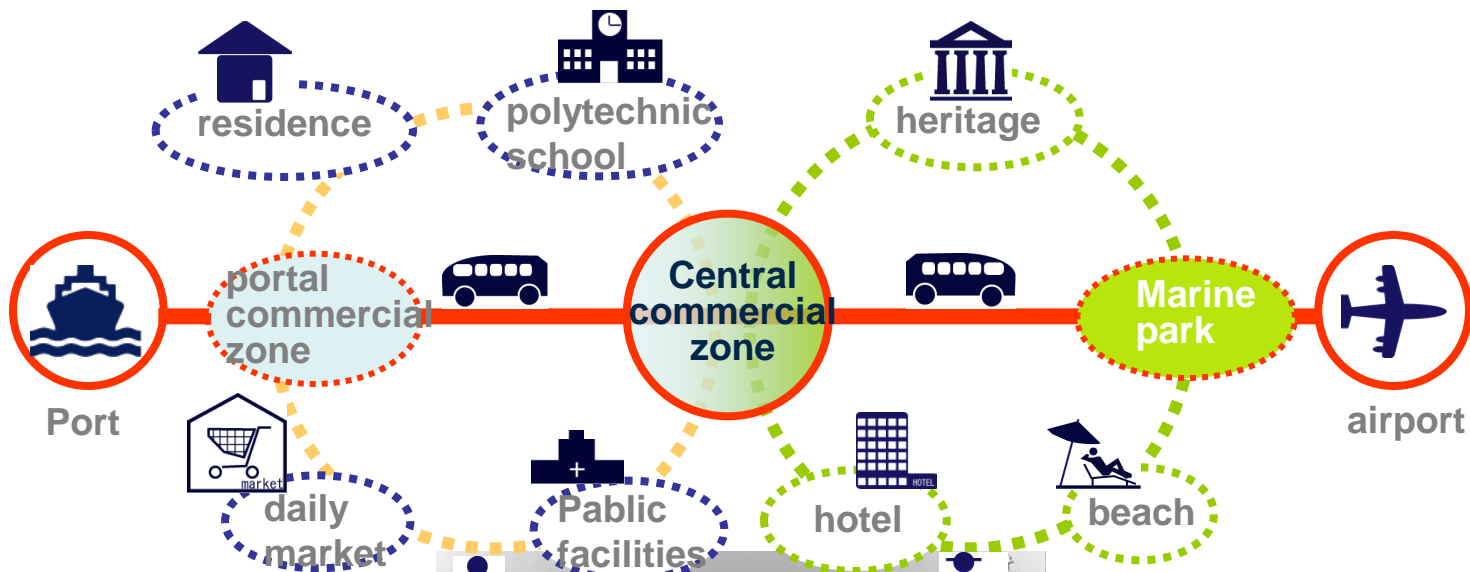


3. エコプレミアムアイランドへの展開 ベトナム・コンダオ島への提案

●ベトナム・コンダオ島
人口5,000人 2020年には人口50,000人、観光客
50万人/年を目指した街づくり計画

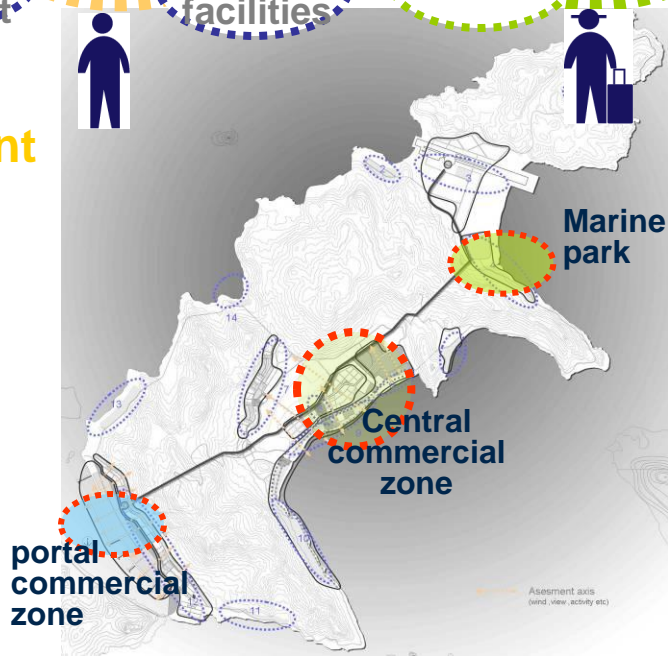


3. エコプレミアムアイランドへの展開 各ゾーンを繋ぐ交通計画



主として住民対象
mainly for inhabitant

主として観光客対象
mainly for tourist



●環境負荷「ゼロ」のサステナブルアイランドを実現する環境インフラの形成。

●環境インフラの核となる**コミュニティプラント**。

1. 上水供給

5箇所の浄水場から供給：**32,800m³/日**

2. 下水処理

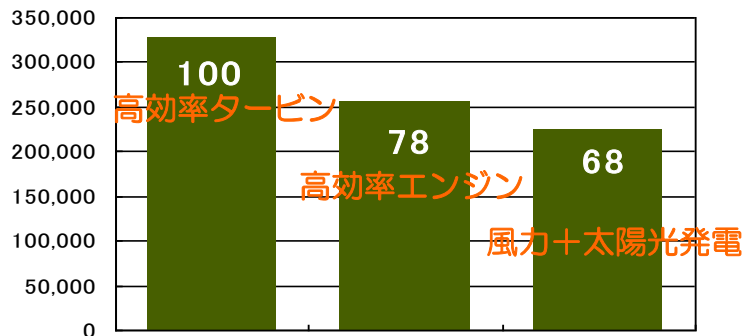
下水処理場：**29,600m³/日**

3. 電力供給

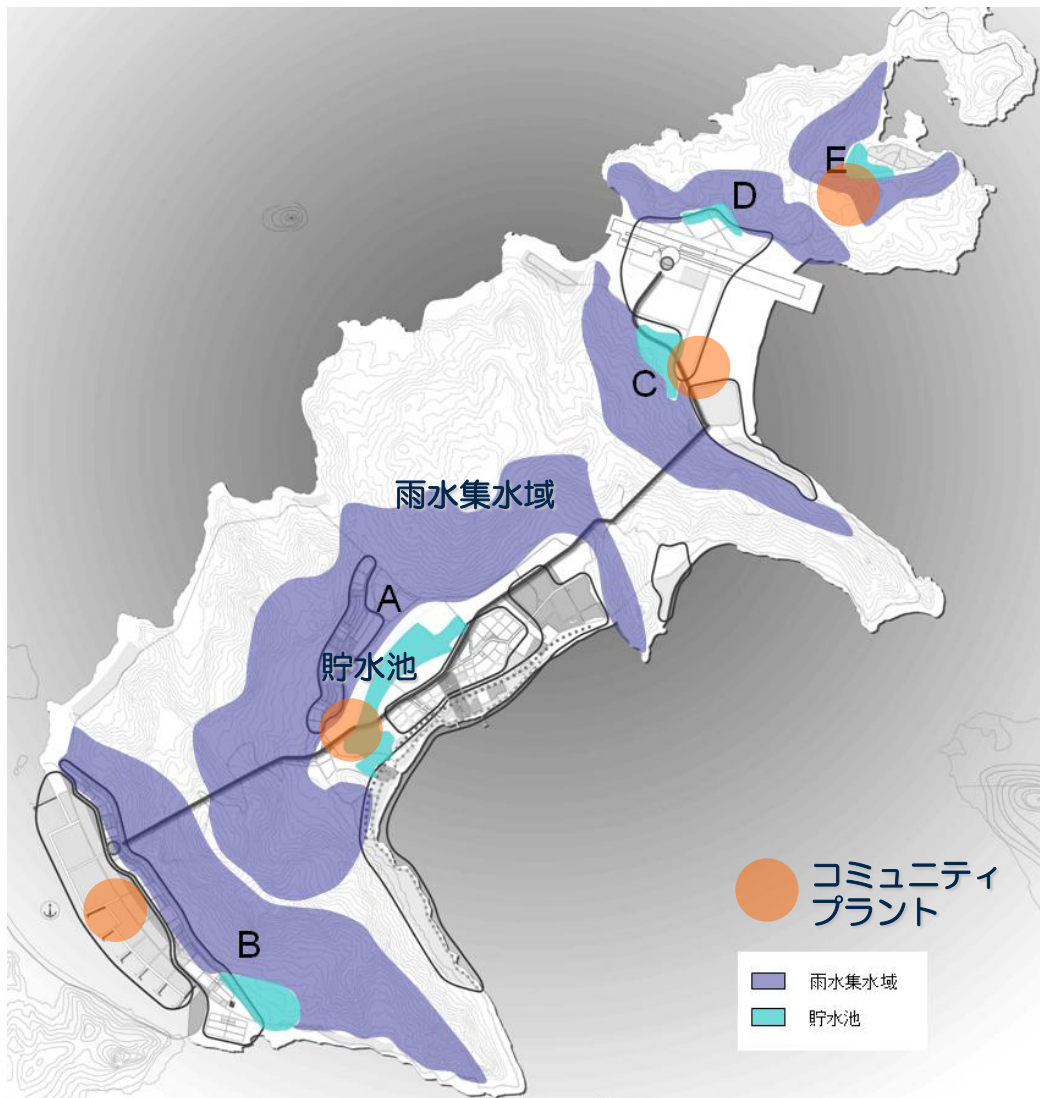
風力発電・太陽光発電・高効率発電機によるマイクログリッドの形成：**133MW**

4. ごみ処理

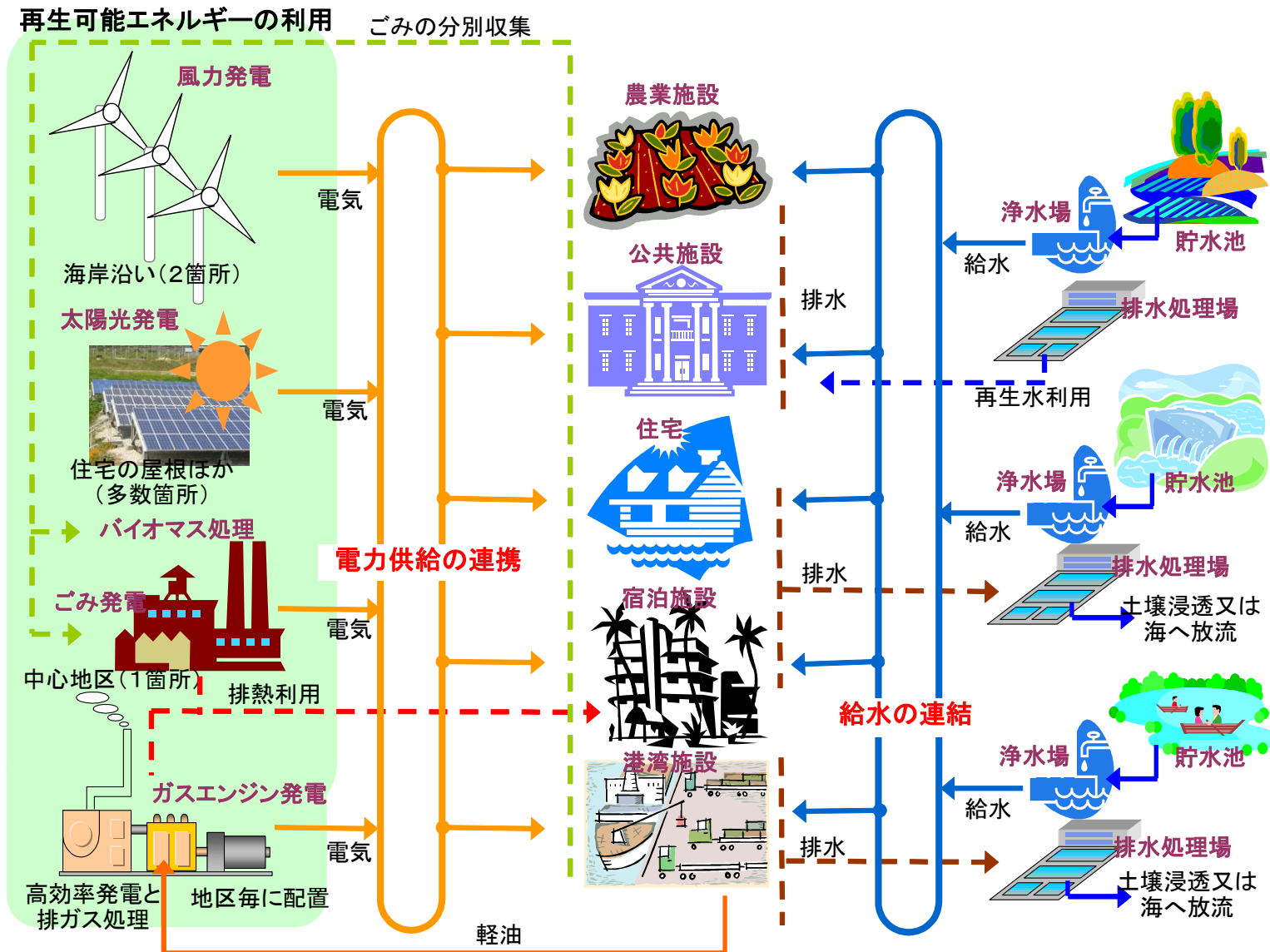
コミュニティプラントにごみ処理施設(サーマルリサイクル)：**88t/日**



■電力供給に伴うCO2排出量の削減方策



3. エコプレミアムアイランドへの展開 コンダオ島における環境インフラの形成



● 背景

- ・パラオ共和国は、豊富な環境資源を有する美しい島国である。
- ・海外からの移住者、観光客も多く、これらを通じて**地球環境保護・育成の取り組みをアピール**できる高いポテンシャルを持っている。
- ・地球規模での環境と共生する持続可能な社会づくりが求められている今、**循環型、自立成長型社会のモデル**となることが期待される。

● 課題

- ・今後の環境保護と経済的自立の基盤としての、**新たな取り組みが必要**と考えられる。
- ・特に島民と観光客双方の啓発や社会教育などを通じて、**環境保護・省エネルギー・省資源などの「環境と共生できる産業」**を検討すべきである。

● 展開

- ・パラオ共和国が持つ海陸の植物・動物資源を自然の生態系のもとで保全するとともに、空気、水、土壌を汚さず、資源再利用の推進、化石エネルギー使用の極小化等を目指す持続的発展モデルとなる**「エコプレミアムアイランド」**への国づくりを提案する。



バベルダオブ島：

- パラオ総面積の7割を占め「本島」と呼ばれる。
- 2006年10月、マルキョクへ首都機能が移転。
- 中央部は熱帯性のジャングル、西側は湿地帯。旧跡や観光名所も点在。

コロール島：

- パラオ総人口の7割が居住。
- 学校やホテル、デパート、土産屋、レストランなど唯一の繁華街が存在。
- ミュージアムやサンゴ礁センターなどの文化施設も存在。

マラカル島：

- 周囲にリーフがないことから、共和国の海の玄関口。
- 海洋水産試験場もあり、貴重な輸出品であるシャコ貝の養殖が行われている。

ロック・アイランド：

- 約30kmにわたる海に200余りの島々が点在。
- 海洋野生生物の宝庫で、700種類の魚類と2,000種のサンゴが生息している。

ペリリュー島：

- 第二次世界大戦時激しい戦闘が行われた地域。戦跡や慰霊碑が点在。

アンガウル島：

- ドイツ、日本の占領の主目的であったリン鉱石（海鳥の糞による）が採掘されていた島。



●ゾーンの特徴づけの整理

：既存施設や土地利用に応じて、地域にふさわしい将来像を提案



A：中心ゾーン

・国の中心施設と都市施設が集中するゾーン。高機能なインフラ整備が求められる。

B：成長ゾーン

・自然環境を保全しつつ、住宅開発、商業開発、観光開発が求められるゾーン。

C：観光ゾーン

○観光と自然保護の協調ゾーン。開発を禁止する保存ゾーンと観光開発の区分に留意が必要。

D：保護ゾーン

○自然、歴史、文化の保護に特に留意すべきゾーン。

※各ゾーンにふさわしい環境技術の導入により、循環型システムを構築。

3. エコプレミアムアイランドへの展開

機能配置のイメージ



首都機能



観光スポット



ダイビング
スポット



住宅機能



環境保護施設



生産拠点



事務所機能



資源回収機能



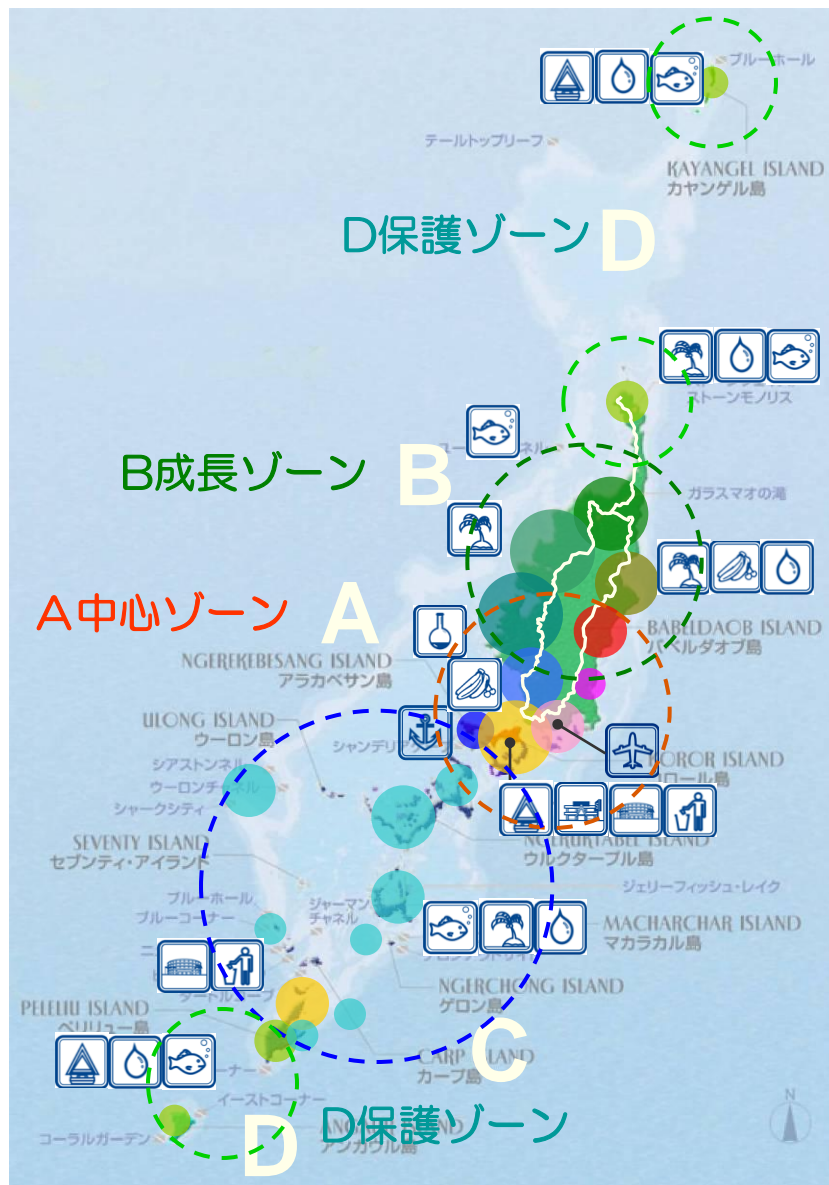
研究機能



商業店舗



宿泊機能



3. エコプレミアムアイランドへの展開 各ゾーンのインフラ整備イメージ

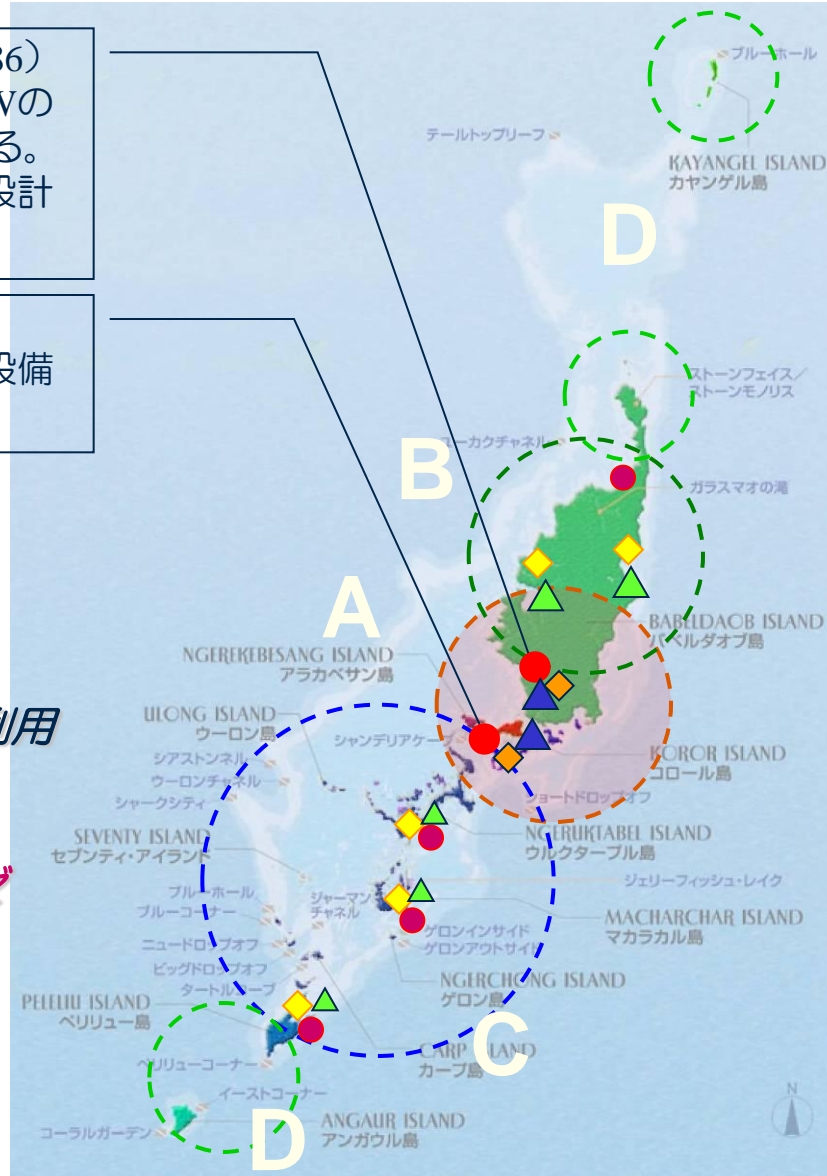
●アイメリーク発電所（1986）
老朽化し、2013年には20MWの
リプレイスが計画されている。
中期的には更に10MWの増設計
画がある。

●マラカル発電所（1997）
無償援助で約10MWの発電設備
が整備された。

- 電力供給の課題
- ①電源の確保
 - ②配電網の整備
 - ③信頼性向上
 - ④再生可能エネルギー利用



- ①太陽光発電とディーゼルハイブリッド
- ②バイオマス発電
- ③海洋温度差発電
- ④ごみ発電



A 中心ゾーン

- 集約型都市環境インフラ
- ①発電所からの送電 ●
 - ②循環型上下水道 ▲
 - ③廃棄物処理システム ◆

B 成長ゾーン

- 分散型都市インフラ
- ①発電所からの送電 ●
 - ②上水道、分散型排水処理 ▲
 - ③廃棄物収集システム ◆
(収集ステーション ◆)

C 観光ゾーン

- 分散型自然インフラ
- ①分散型発電 ●
 - ②個別給水、浄化槽 ▲
 - ③収集ステーション ◆

3. エコプレミアムアイランドへの展開 電力供給の現状

- ・パラオ共和国の電力供給は、アイメリーク発電所（1986年）及び無償資金協力により増設されたマラカル発電所（コロール州）から供給されている。
- ・日本は、送配電設備整備（1985-1998）及び発電設備整備（1996）に係る無償資金協力を実施してきた。2006年10月にJICAが将来の電力需要予測などの調査を実施した。
- ・アイメリーク発電所は、20MWの新規発電機の設置を予定。（2013年設置予定）

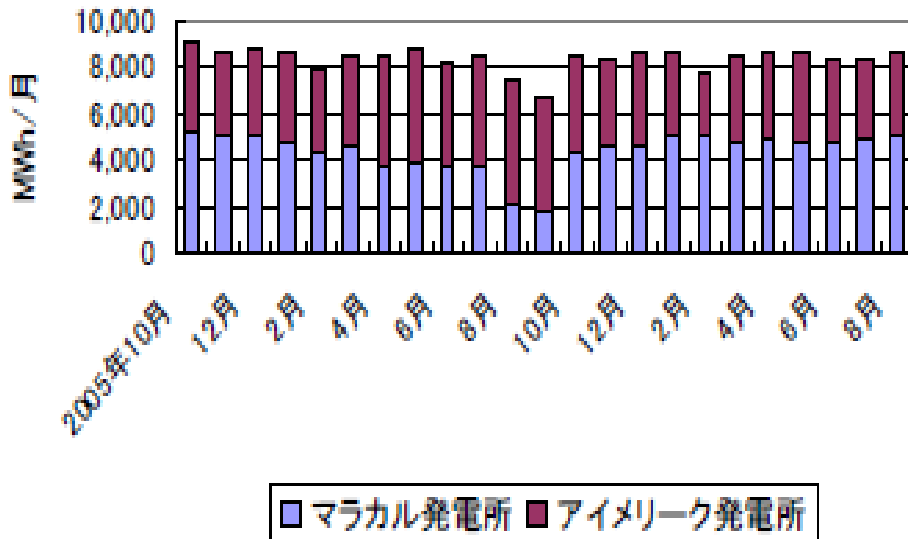
●年間電力需要量 $8,100\text{MWh} \times 12\text{ヶ月} \div 100,000\text{MWh/年}$

⇒総電力量の10%を太陽光発電で賄う場合：

設備容量： $10,000\text{ (MWh/年)} / 1,000\text{ (h/年)} = 10\text{MW}$

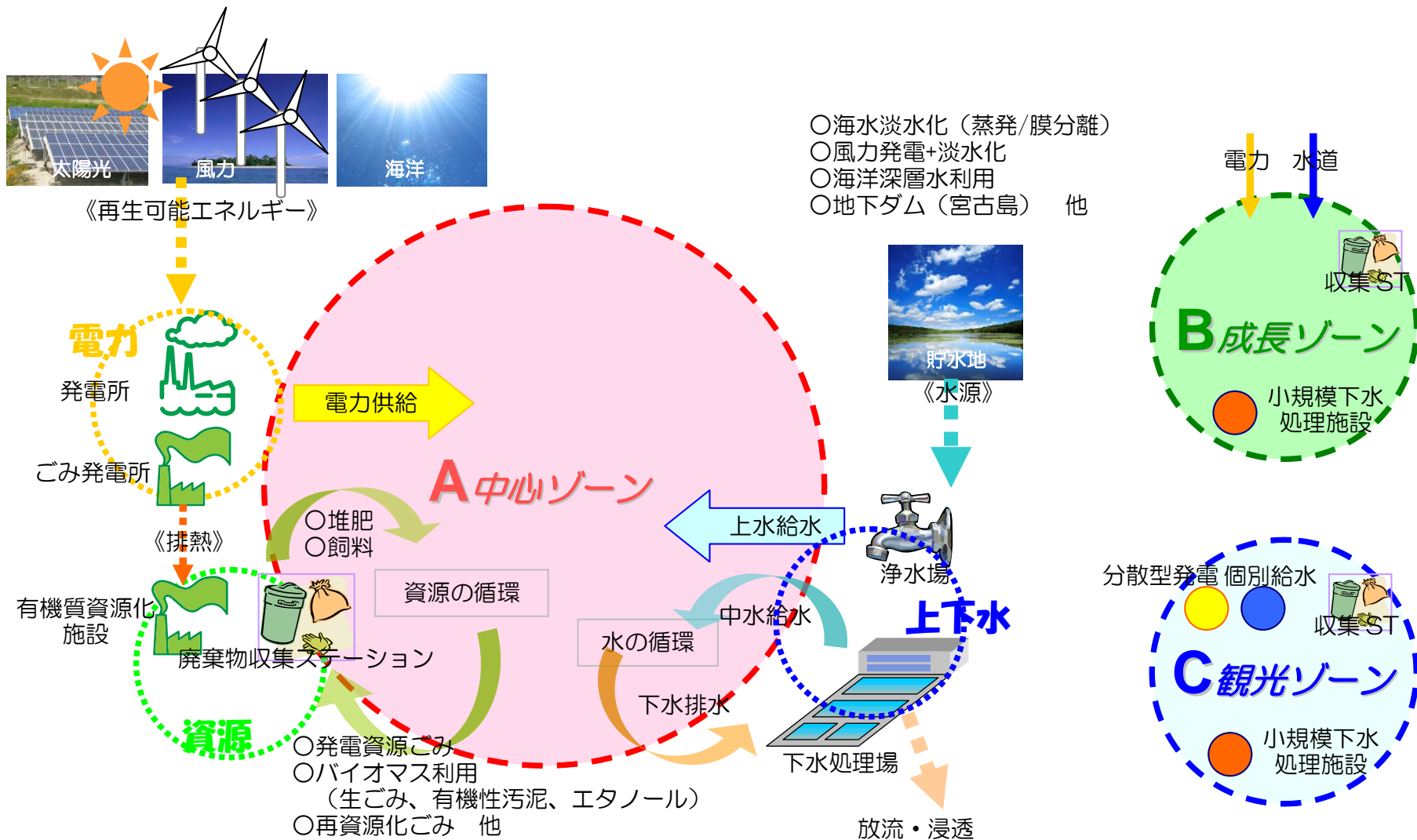
設置面積： $10\text{MW} \times 10,000\text{m}^2/\text{MW} = 100,000,000\text{m}^2\text{ (1,000m} \times \text{1,000m)}$

○太陽光発電+ディーゼルハイブリッド方式 ○バイオマス発電 ○海洋温度差発電



3. エコプレミアムアイランドへの展開 ゾーン別環境インフラの構成イメージ

- 負荷密度の高いAゾーンに関しては、比較的大規模の集約型都市環境インフラを整備する。
- B・Cゾーンは負荷密度が低いことから、分散型供給処理施設の整備が望まれる。



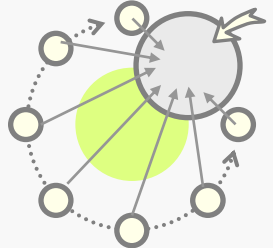
3. エコプレミアムアイランドへの展開 成長参加型発展のイメージ

●成長参加型とは、開発の恩恵や影響を受ける人々がその計画過程から主体的に関わり、その意思決定および資源・恩恵の配分に対して影響力を持つ過程である。

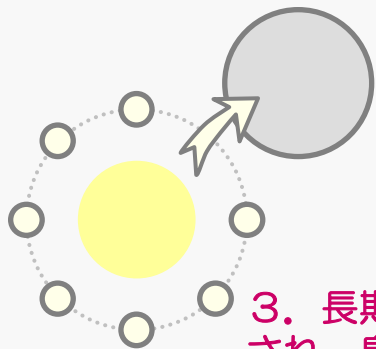
●環境資源消費型開発の一例



1. 人と環境の調和が重要



2. 巨大資本の進出など調和に配慮せず、環境からの享受に依存しすぎると・・・



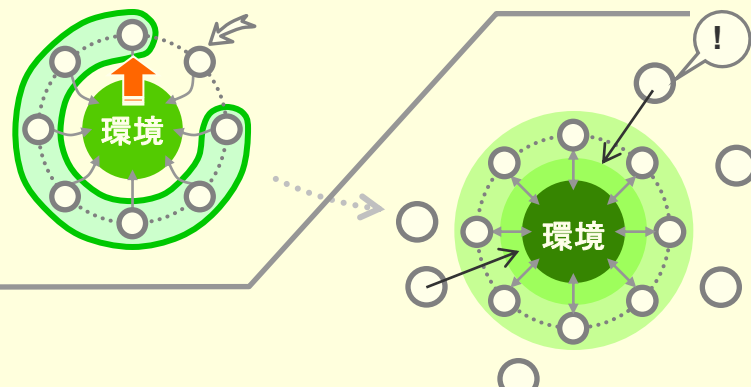
3. 長期的には環境が「消費」され、島の社会財産が損なわれる可能性がある。

●成長参加型発展のイメージ



1. 人と環境の調和が重要

2. 環境育成とそれに参加する意義の明確化、環境に貢献するシステムの構築と社会教育の浸透



3. 島民や旅行者が環境を育て上げることで対外的に注目度を高め、「エコプレミアム」を発現。先導モデルとしての役割を果たす。

3. エコプレミアムアイランドへの展開 成長参加型の実現に向けて

- 環境教育の理念：ベオグラード憲章（1975年ユネスコ・国連環境計画）
「自己を取り巻く環境を自己のできる範囲内で管理し、規制する行動を取ることができる人間を育成すること」



自然との直接体験を通して、自然の大切さ・人間との関係を知り、その結果として自然を保護しようという気持ちを芽生えさせること（日本ODA環境教育活動2005年から3年）



FIN