

サステナブルな省エネ活動に貢献する 連携制御

JEITA産業システム事業委員会
制御・エネルギー管理専門委員会WG1
渡辺 拓也

2023年10月18日

JEITA 一般社団法人
電子情報技術産業協会

制御・エネルギー管理専門委員会 WG1

産業システム事業委員会

制御・エネルギー管理専門委員会

13社34名（省エネセンター等）

委員会所属の委員をテーマごと3つのWGに編成して活動。
有機的かつ機動力を以て各WGが活動している。

WG1：連携制御

5社3団体12名（省エネセンター等）

省エネ制御（連携制御）技術の調査・検討・広報/提言を担当

- ・連携制御のカバレッジ拡大提案
- ・連携制御を導入促進するための共通ビジネス基礎の整備
- ・FEMSに関する標準化への協力。

エネルギーマネジメント標準化専門委員会

3社1大学1団体8名

EnMSマネジメント進捗度の評価方法の国際標準化
及びエネルギー効率化を目的とした国際規格への提言

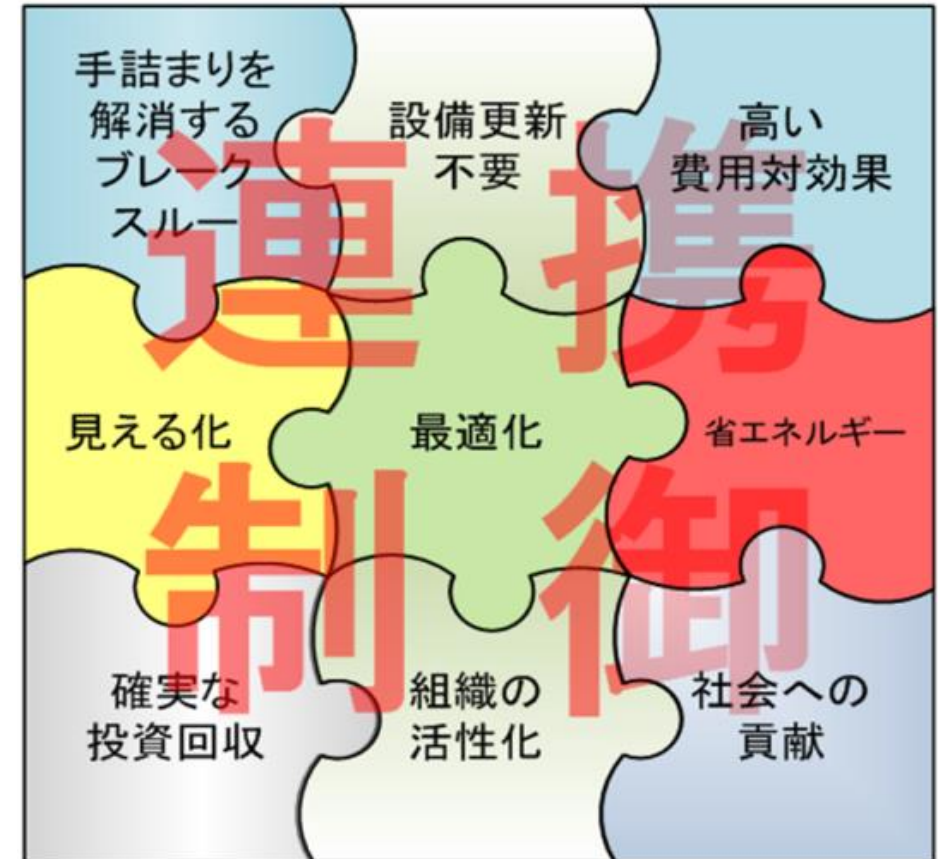
計測トレーサビリティ専門委員会

<http://home.jeita.or.jp/cgi-bin/page/detail.cgi?n=460&ca=1>

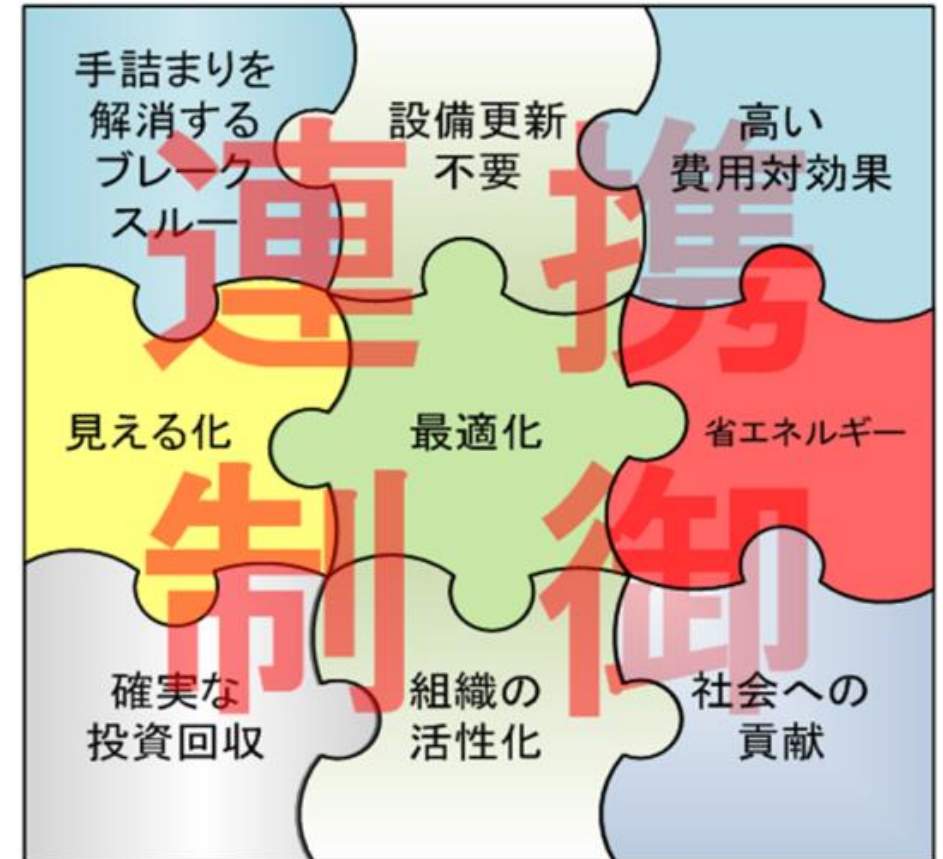
制御システムベンダー等の省エネエキスパート6社で構成

氏名	役割	所属
鈴木康央	主査	アズビル株式会社
笹木 誠	副主査	株式会社荏原電産
Lee Peoy Ying	委員	アズビル株式会社
松井哲郎	委員	富士電機株式会社
渡辺拓也	委員	富士電機株式会社
松本裕樹	委員	三菱電機株式会社
鎌田健一	委員	横河電機株式会社
末吉一雄	委員	横河電機株式会社
池山智之	委員	横河電機株式会社
藤林晃夫	アドバイザー	一財) 省エネルギーセンター
天野 嘉春	アドバイザー	早稲田大学
三浦守	事務局	一社) 電子情報技術産業協会 (JEITA)

1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



1. なぜ連携制御？

■ JEITAでは、「連携制御」を提言してきた

- 一般的に工場やビルの設備は最大負荷に合わせて設計されるため、多くの時間中間負荷で運用される。その時の需要変動に合わせた調整が必要
- 需要変動に合わせた、複数の機器や設備を連携させた運用を実施する際、システム全体のエネルギー効率を最大化し、エネルギー使用を削減する制御



- 国連：**Sustainable Development Goals(SDGs : 持続可能な開発目標)** を採択し、気候変動などの諸問題に対し、積極的な行動を求めている
- 政府：2030年度に温室効果ガス46%削減（2013年度比）、2050年度までにカーボンニュートラルを目指す。
- 事業者：環境経営実現のため、省CO2活動を継続的に実施してカーボンニュートラルを実現する事が経営課題に。

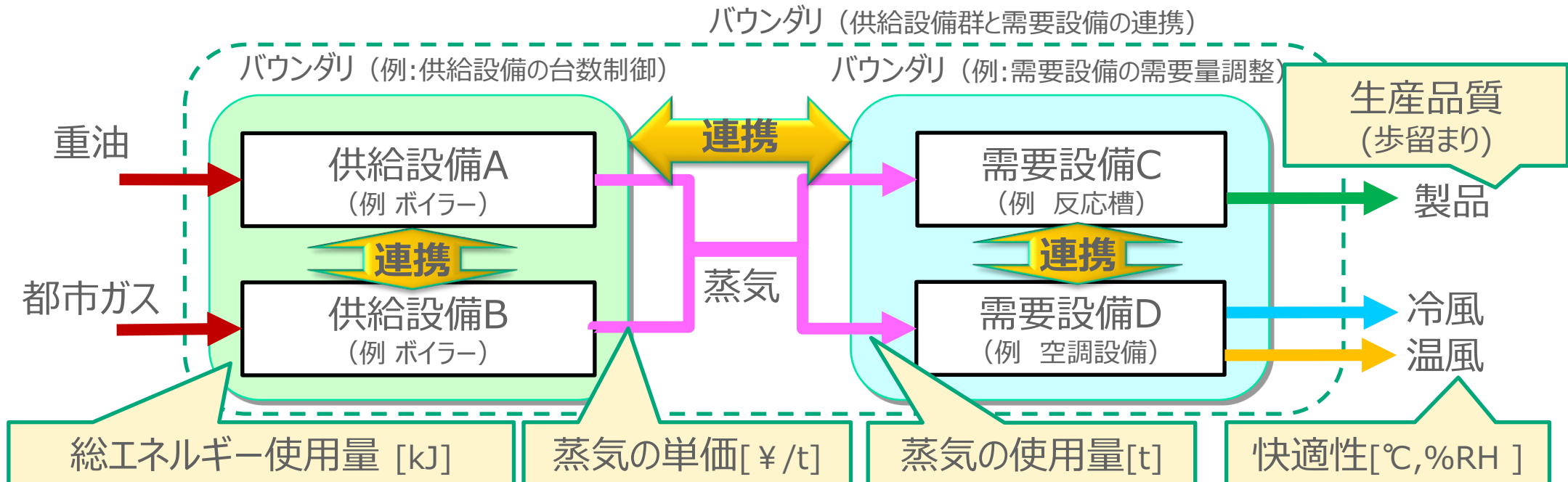


サステナブルな省CO2実現の手法の一つとして、連携制御に着目

1. なぜ連携制御？

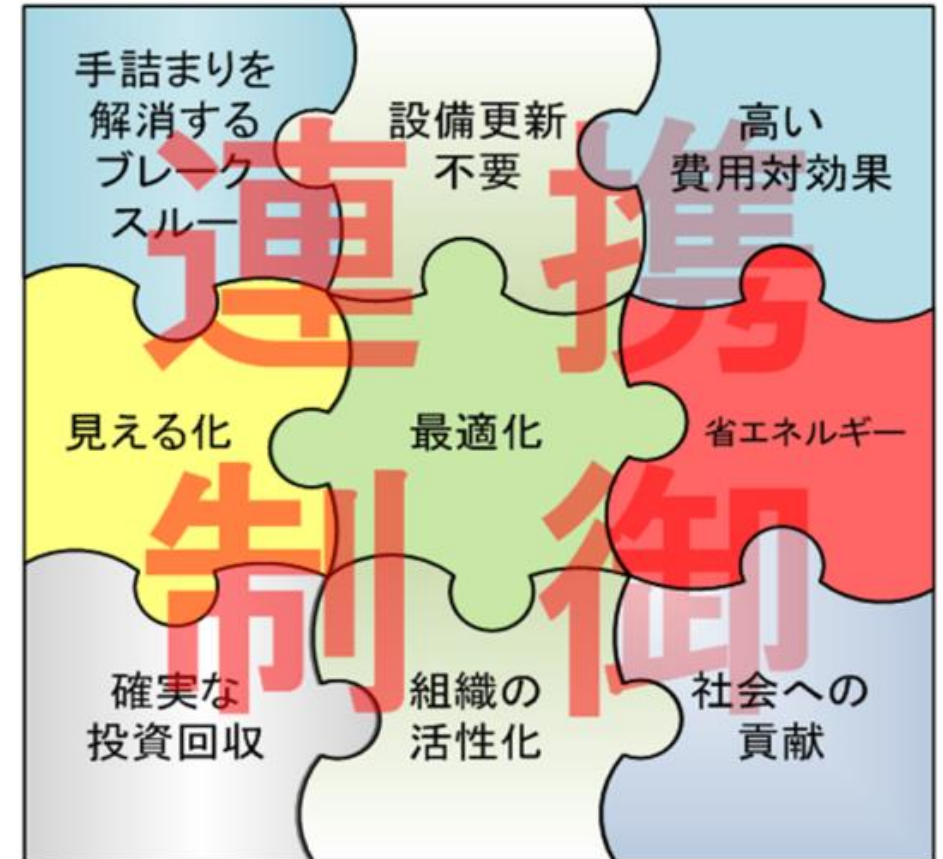
連携制御とは

- 省CO₂、省エネとともに、顧客の経営課題（生産性向上、品質向上、快適性向上等）を解決する制御



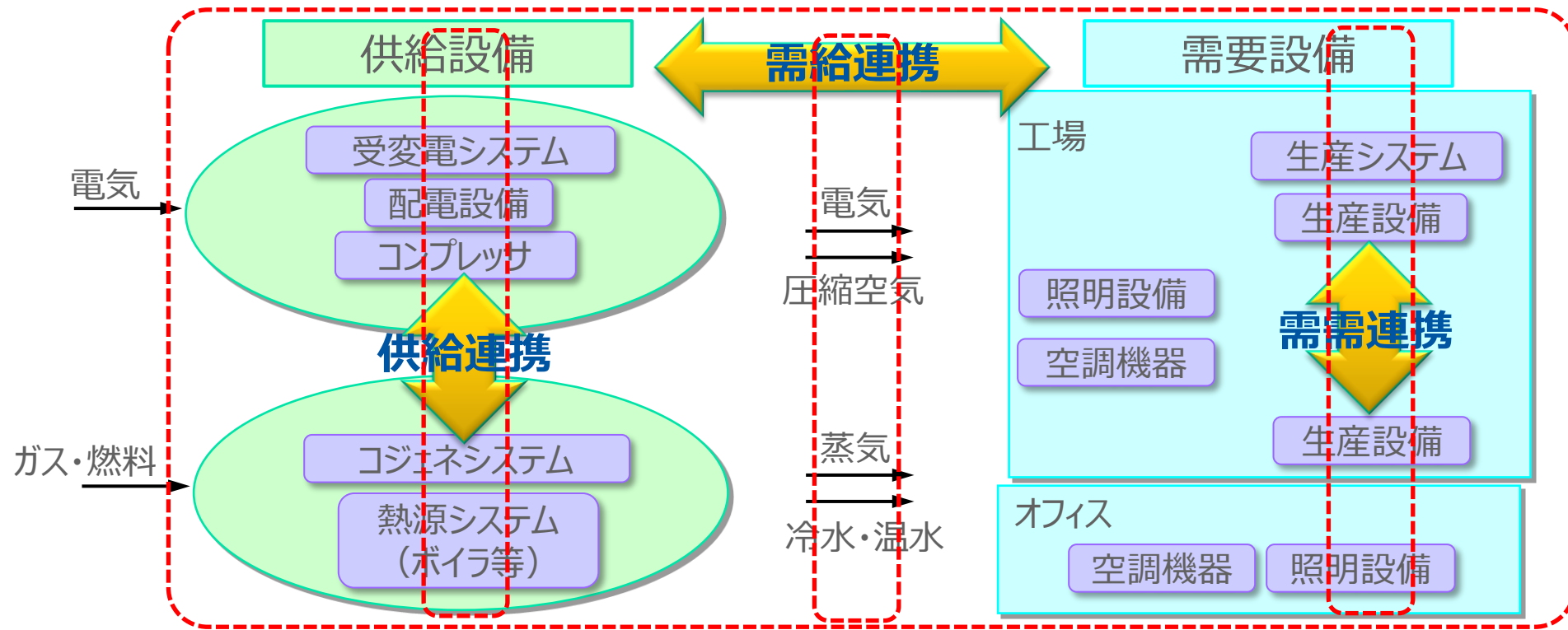
設備更新（高性能機器へのリプレース）に比べ、
「工期が短く」、「投資が少なく」、「費用対効果が高い」
 改善効果を制御で実現する。

1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



2. 連携制御の概要

- 供給側の設備群を連携する**供給連携**、需要側の設備群を連携する**需需連携**、需要側と供給側を連携する**需給連携**



供給設備での最適運用

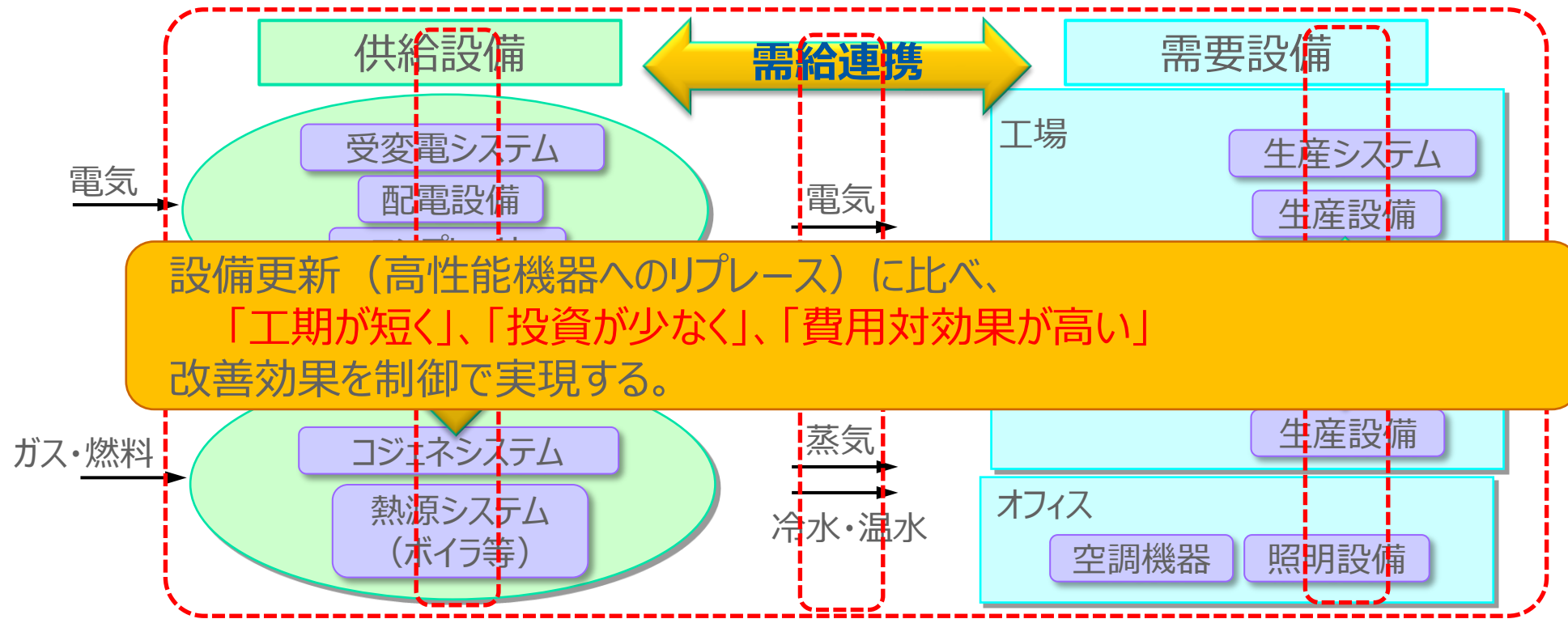
設備や機器の特性(大型/小型、旧式/最新等の組合せ)を考慮した負荷の最適配分

需要設備での最適運用

生産システム同士、生産設備同士が連携し設備の運転状態を調整

2. 連携制御の概要

- 供給側の設備群を連携する**供給連携**、需要側の設備群を連携する**需需連携**、需要側と供給側を連携する**需給連携**



2. 連携制御の概要

	カテゴリ	主な事例
1	供給連携	<ul style="list-style-type: none">・ボイラープラント運用最適化・タービンプラント運用最適化・ボイラータービンプラント運用最適化・コージェネプラント運用最適化・熱源（冷凍機）プラント運用最適化・圧縮機/搬送機器（ポンプ）の運用最適化
2	需給連携	<ul style="list-style-type: none">・地冷プラント 空調負荷需要予測に基づく運用最適化・動力プラント+製造プラントの運用最適化計画・デマンドレスポンスに対応した工場需給プラント運用最適化・スマートシティ（熱、電力）運用最適化

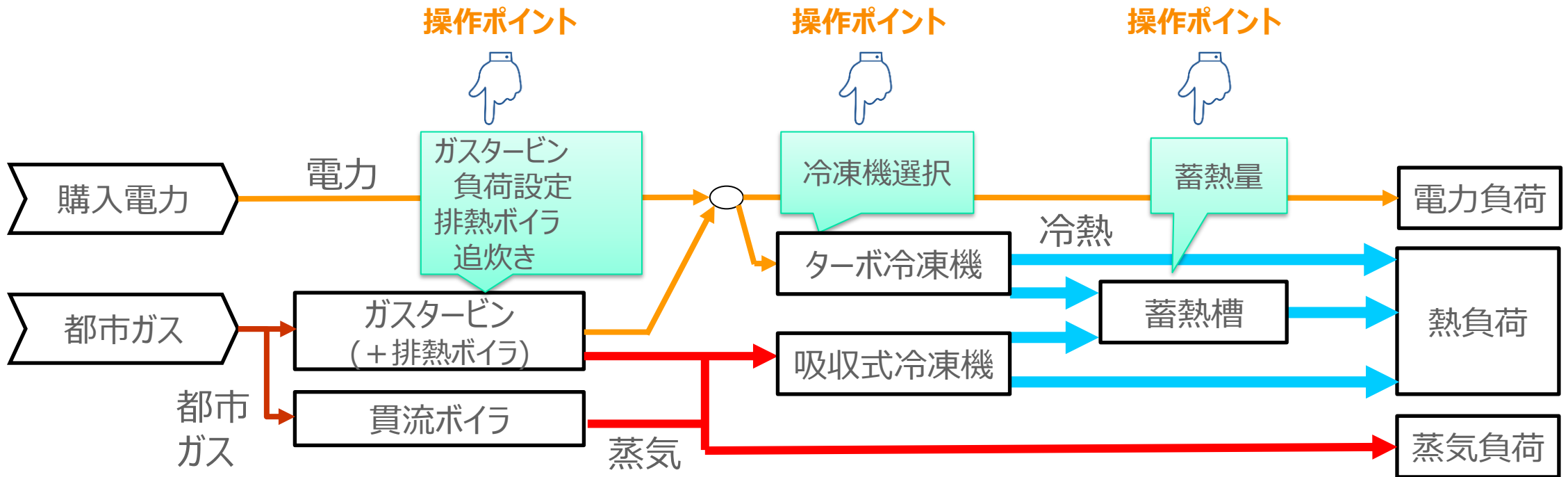
2. 連携制御の概要 <連携制御導入前の運用例>

複数の機器や設備の運用は、運転員により様々。

例：コジェネ+冷凍機+ボイラ 設備



電力負荷： 購入電力+ガスタービン発電量
 熱負荷： ターボ式冷凍機+吸収式冷凍機+蓄熱槽放熱
 蒸気負荷： 排熱ボイラ+貫流ボイラ



2. 連携制御の概要 <連携制御導入後の運用例>



最適な運転を、オペレータに代わり、連携制御システムが実行。

連携制御システム



CO₂排出量、外部購入コスト 最小化

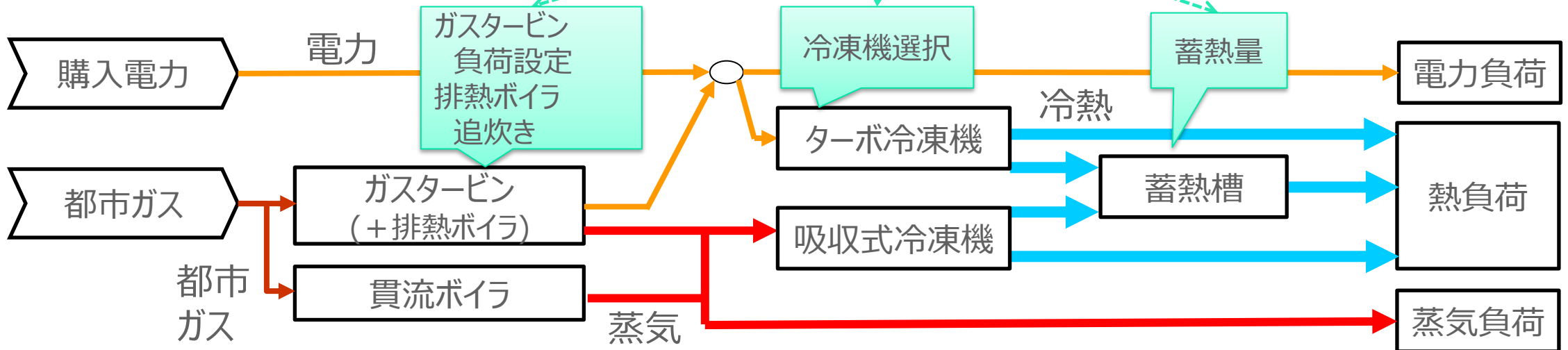
最小化（購入電力量 * 電力CO₂排出係数 + 都市ガス使用量 * 都市ガスCO₂排出係数）

電力負荷： 購入電力 + ガスタービン発電量

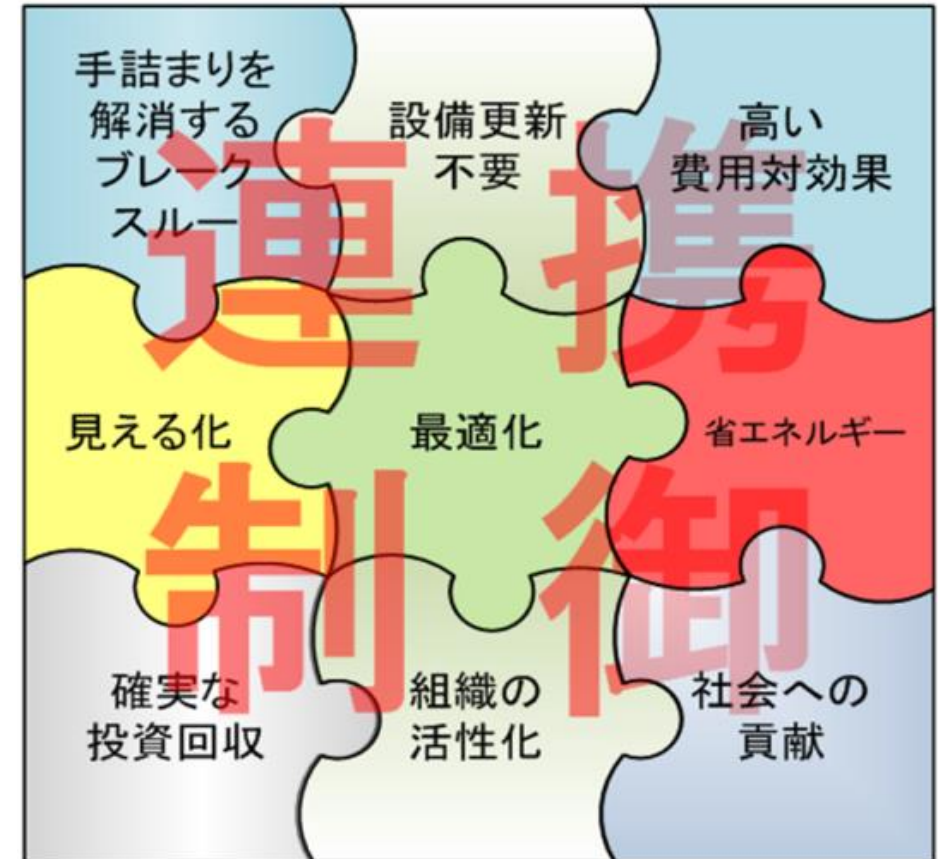
熱負荷： ターボ式冷凍機 + 吸収式冷凍機 + 蓄熱槽放熱

蒸気負荷： 排熱ボイラ + 貫流ボイラ

連携制御システムがオペレータ操作を代行
従来運転と比べて約5%のエネルギー削減



1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



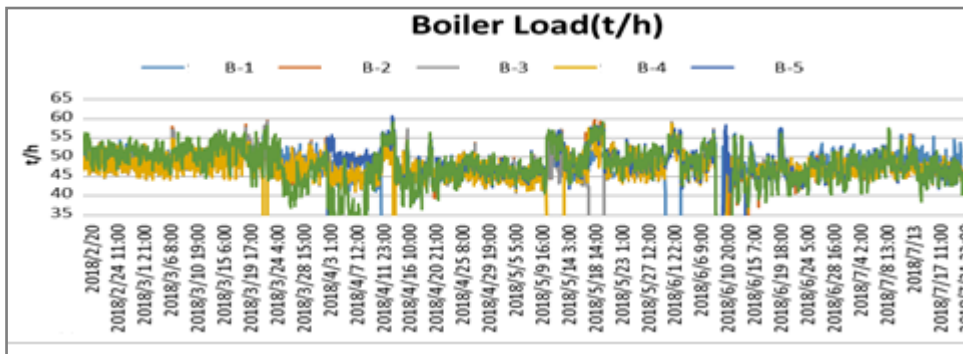
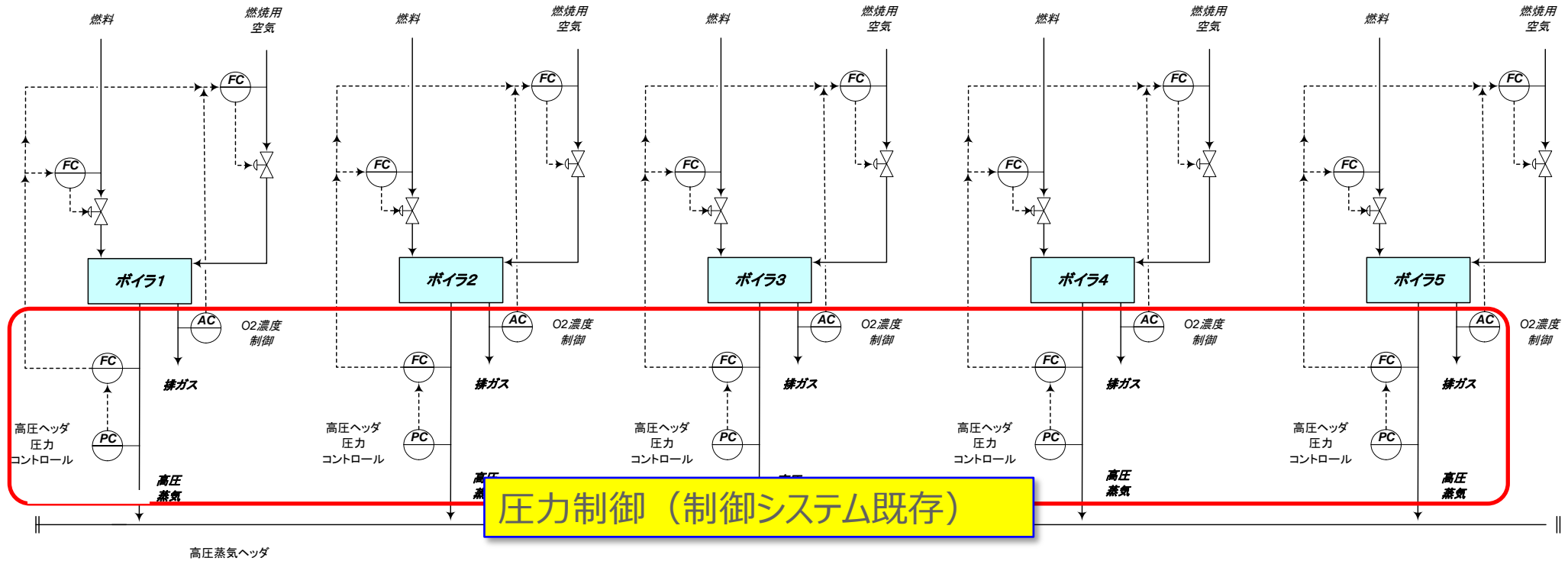
3. 連携制御の事例

事例 1 動力プラントにおける連携制御による 供給最適化（供給連携）

製造工場内の動力プラント。製造サイドに必要なユーティリティ（蒸気、電気、冷水など）を確実に供給する必要あり。

複数ボイラでプラント用高圧蒸気を発生させる動力プラントでのボイラー、タービンシステム効率を制御により最大化する。

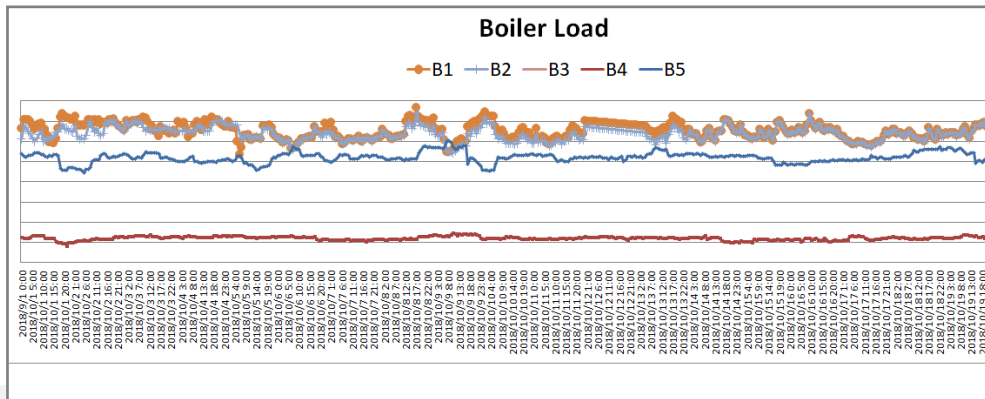
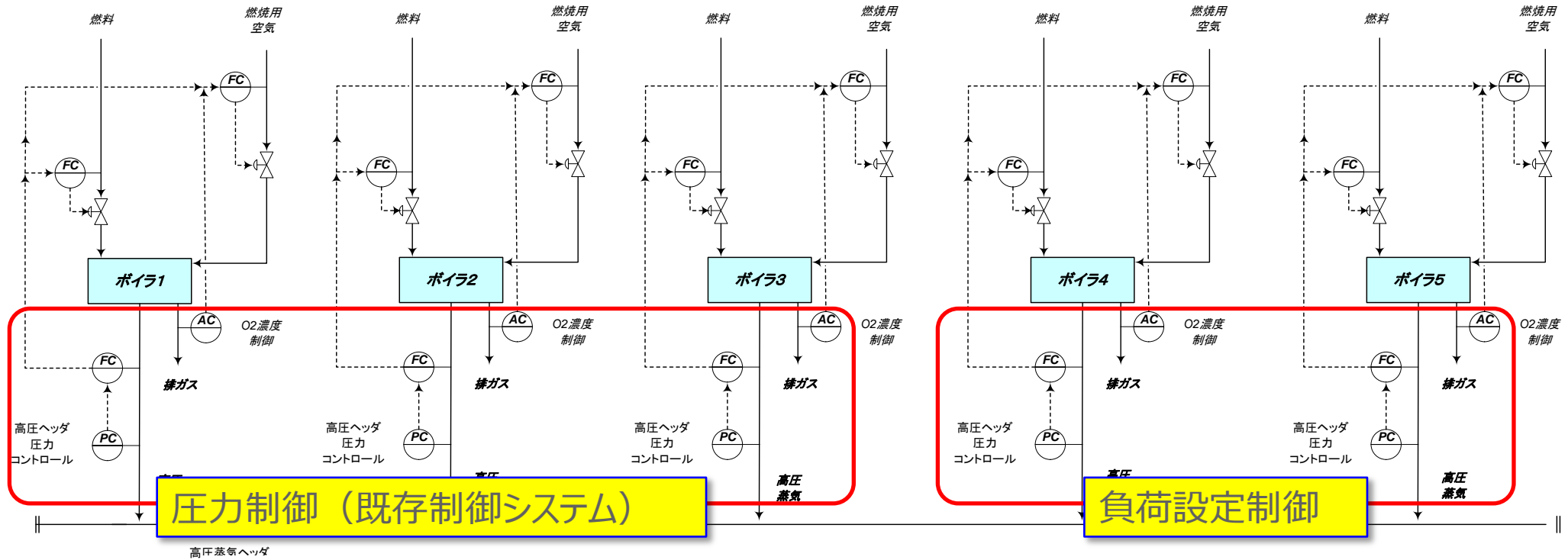




5台の水管ボイラの負荷が高圧蒸気需要変化とともに同じように変化

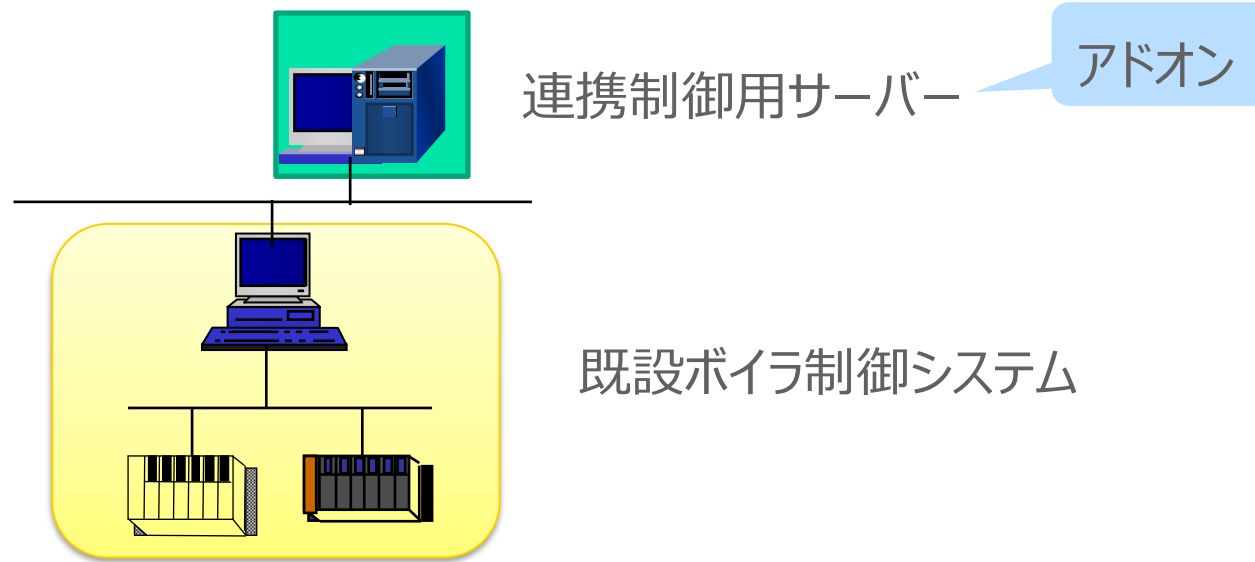
→効率が良いボイラも悪いボイラも同様に運転

事例1：連携制御アドオン



← B1-3 圧力制御
 ← B5 固定ロード (効率：良)
 ← B4 固定ロード (効率：悪)

- ・効率に応じて圧力制御用ボイラーと負荷設定ボイラー選択
 - ・全体効率を最大化する負荷設定
 - ・圧力制御用ボイラーも効率に応じて負荷の差をつける
- 連携制御により自動化



連携制御用サーバーによりオペレータに変わり既設ボイラ制御システム運転

オペレータに代行して操作するポイントとしては

- ボイラ選択 (どのボイラを使用するか)
- 圧力制御用ボイラ選択
- 固定負荷ボイラ負荷設定
- 燃焼用空気量

連携制御で**約5%の省エネ達成**
(連携制御による**運用改善のみの効果**)

3. 連携制御の事例

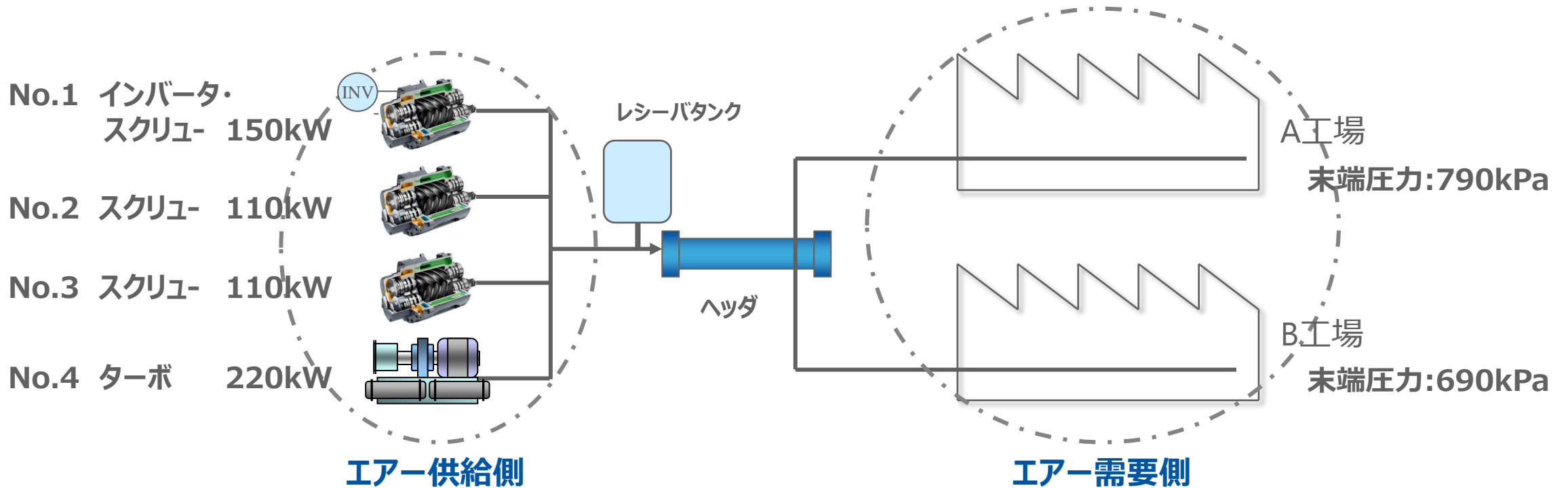
事例2 圧縮空気設備の連携制御による省エネ (供給連携、需給連携)

製造工場内の圧縮空気プラント。

製造サイトで必要なエアを確実に供給する必要あり。

複数コンプレッサでプラント用エアを発生させるプラントでの
圧縮空気システムの効率を連携制御により最大化する。



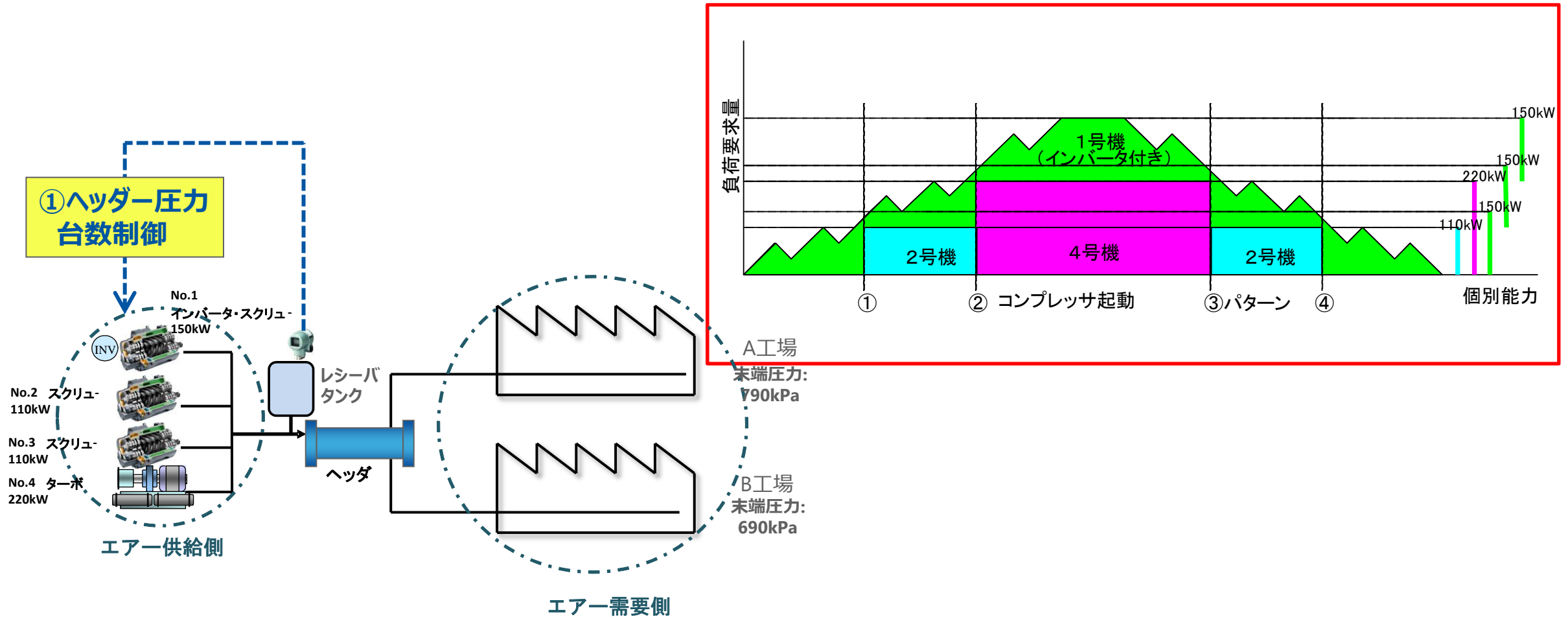


既存制御

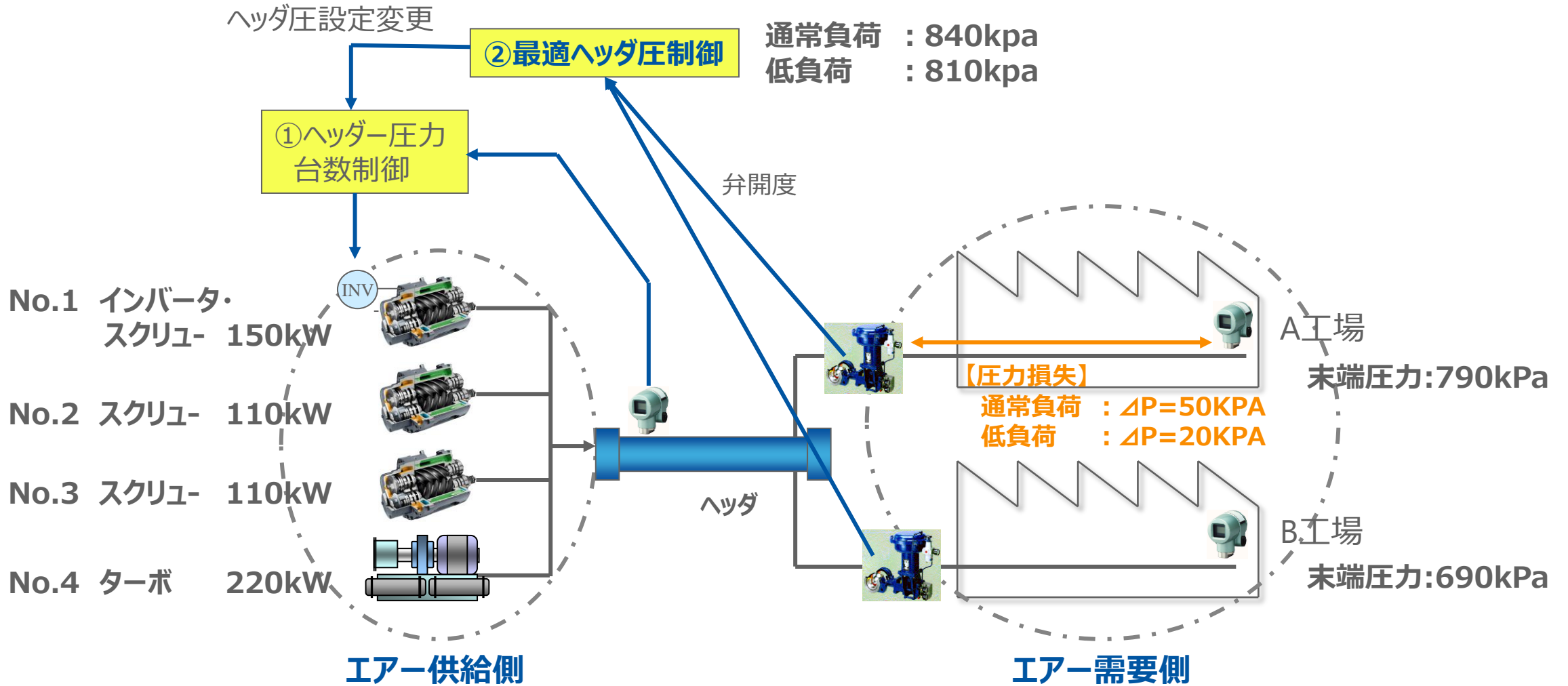
各コンプレッサは、個々の吐出圧を設定することにより運転されている。
異なる吐出圧設定により優先順位を付けて運用。→ **結果的に部分負荷運転**

事例2：①ヘッダー圧力制御と台数制御(供給連携制御)

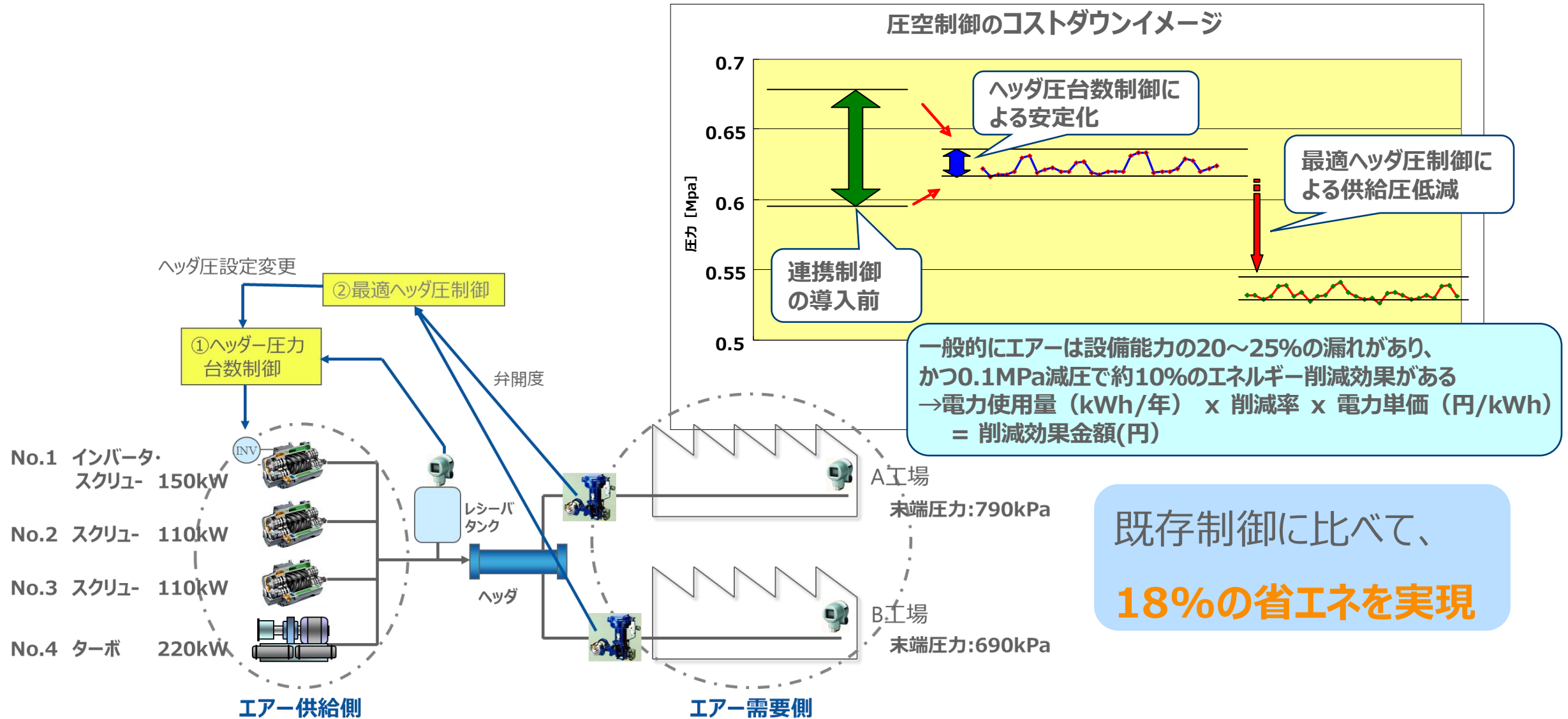
レシーバ・タンクの圧力見合いで、連携制御を行って、効率の良いコンプレッサを出来る限り使用し、インバータ機により負荷調整させる。



事例2：圧縮空気設備の構成



事例2：圧空設備の省エネ（①+②）



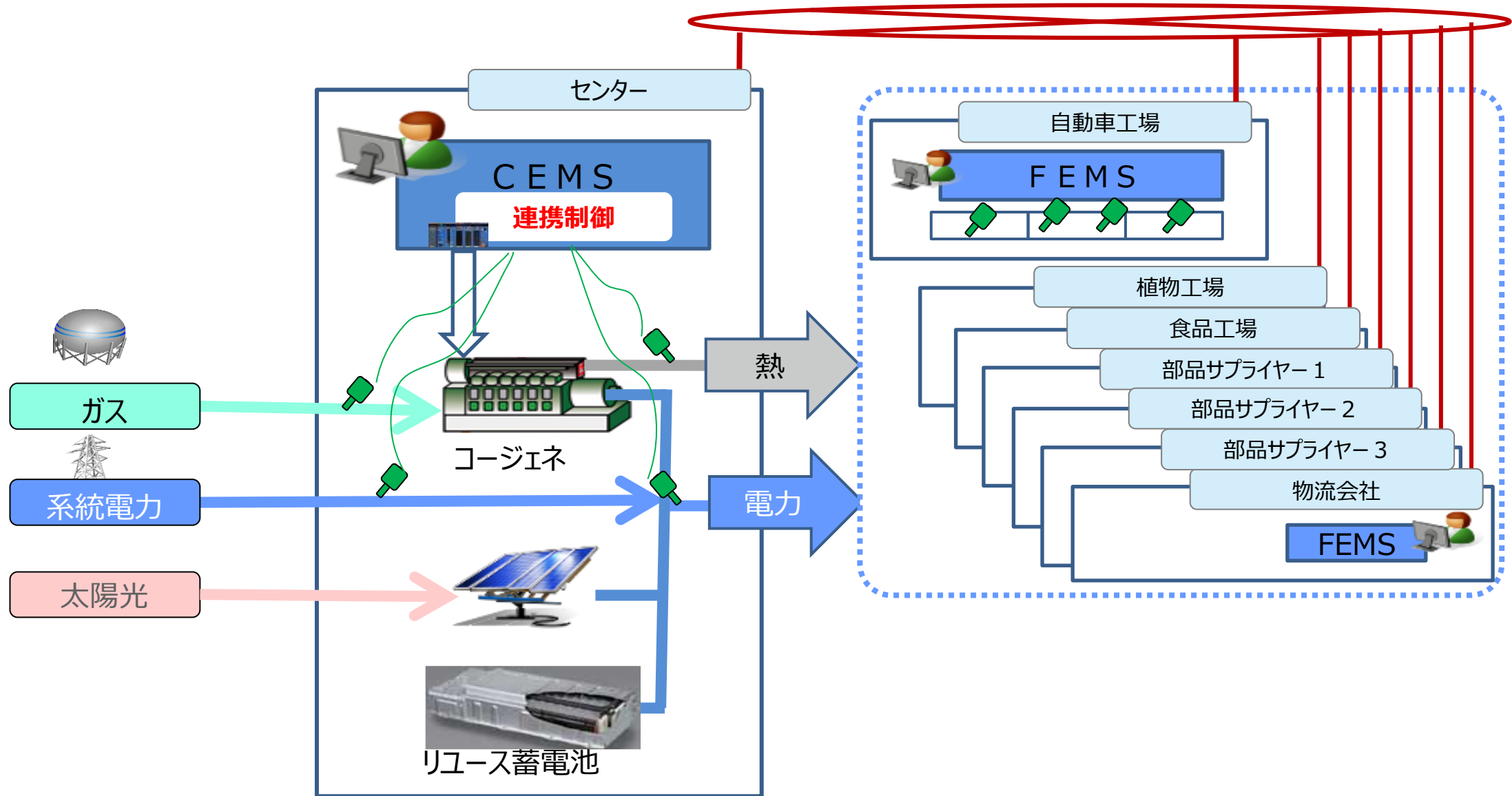
3. 連携制御の事例

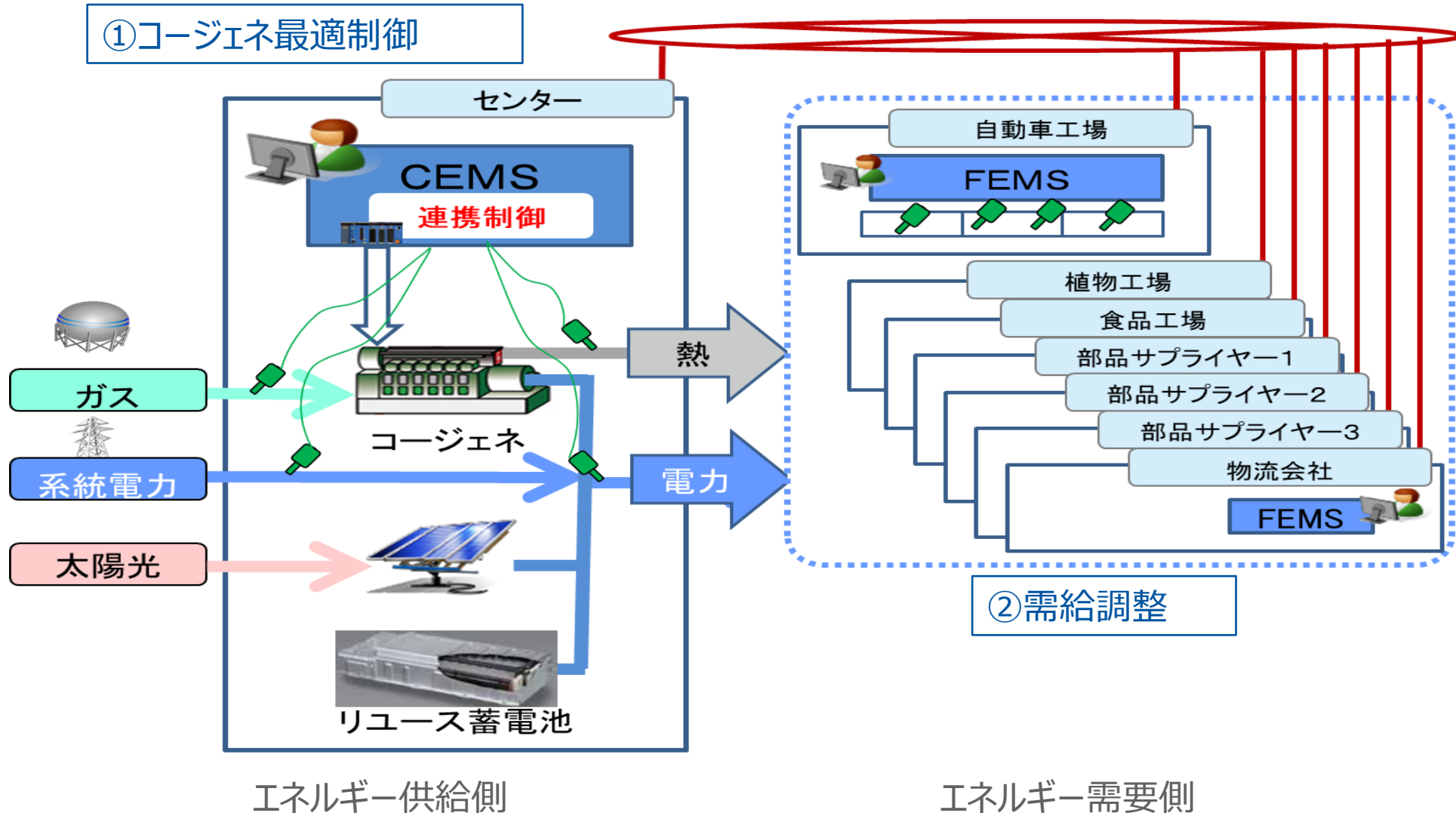
事例3 CEMS(地域EMS)における連携制御による供給最適化(需給双方向連携)

従来、工場・ビルなどのEMS（エネルギー管理システム）では個々の機器制御、個別の需要家単位でエネルギー最適が実現されている。

工場を含めたコミュニティ全体で、需要予測・最適供給制御を行うことで大きな省エネルギーが実現できる。

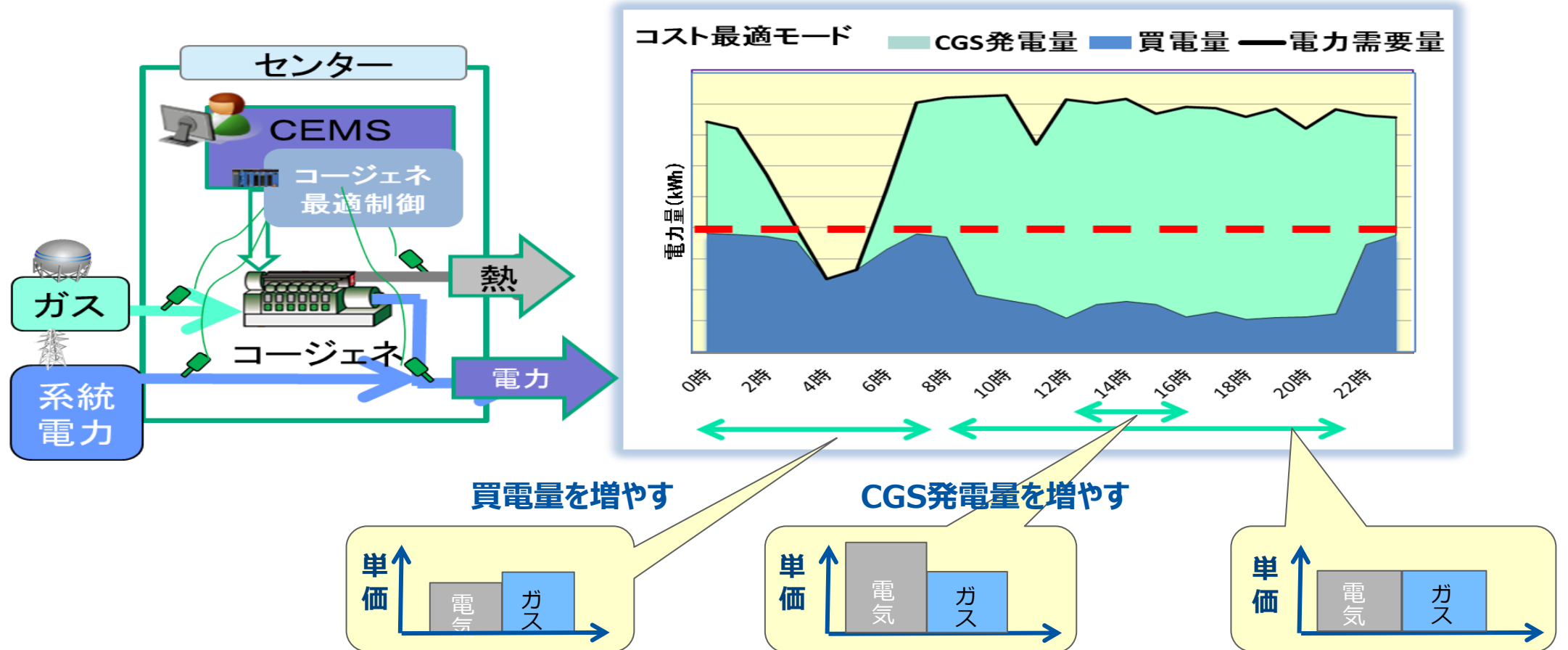






①コージェネ最適制御

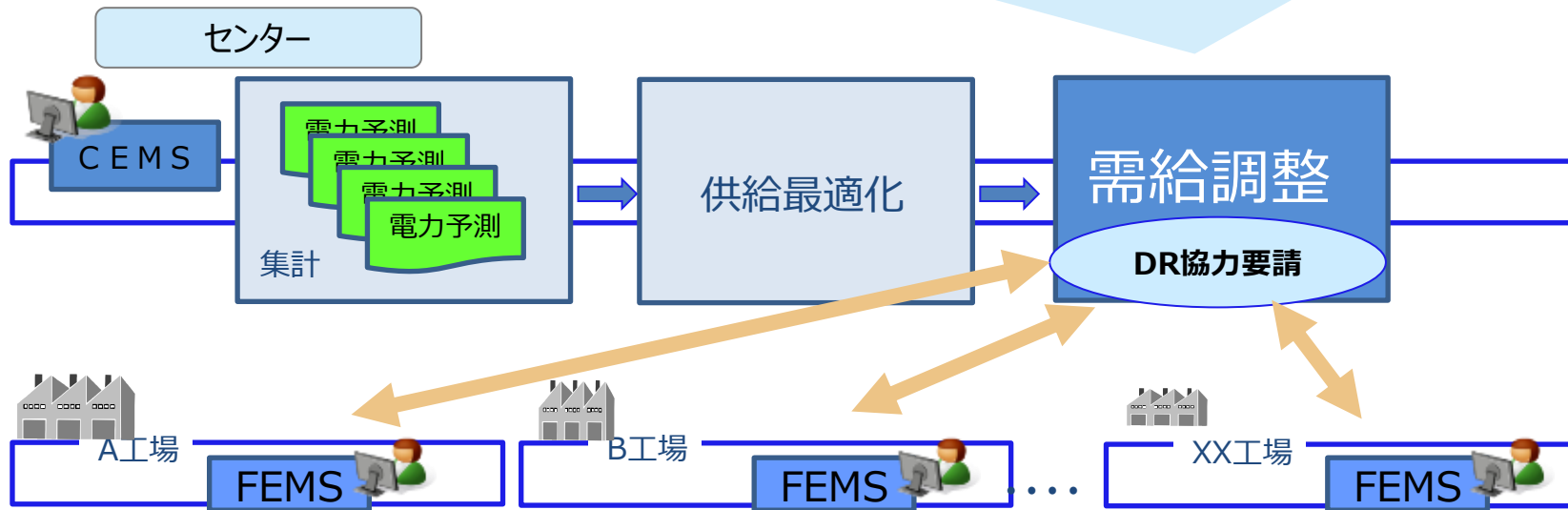
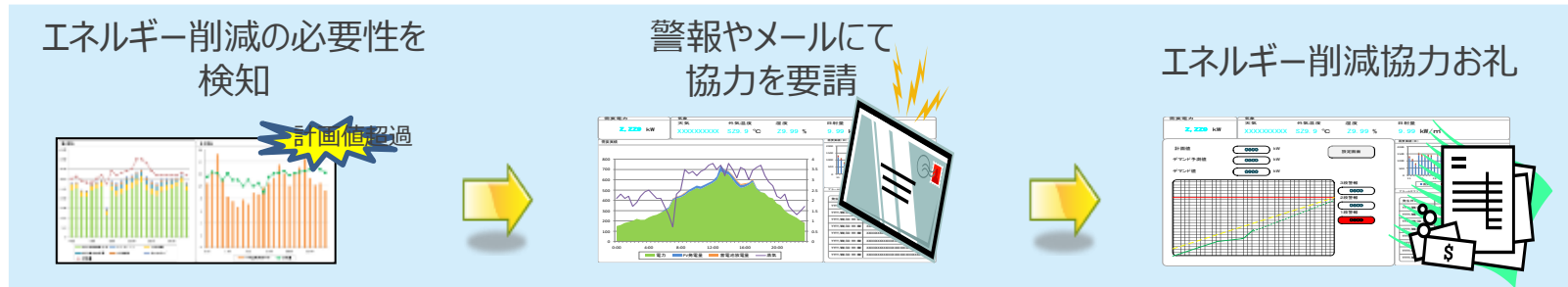
- ・工業団地全体の電力と熱の需要量からコージェネを制御することで発電効率を最大化。
- ・毎月変動する電気料金・ガス料金を考慮しながら最適運転。
- ・CO2排出係数から環境性最適運転を実現することも可能。



② 需給調整

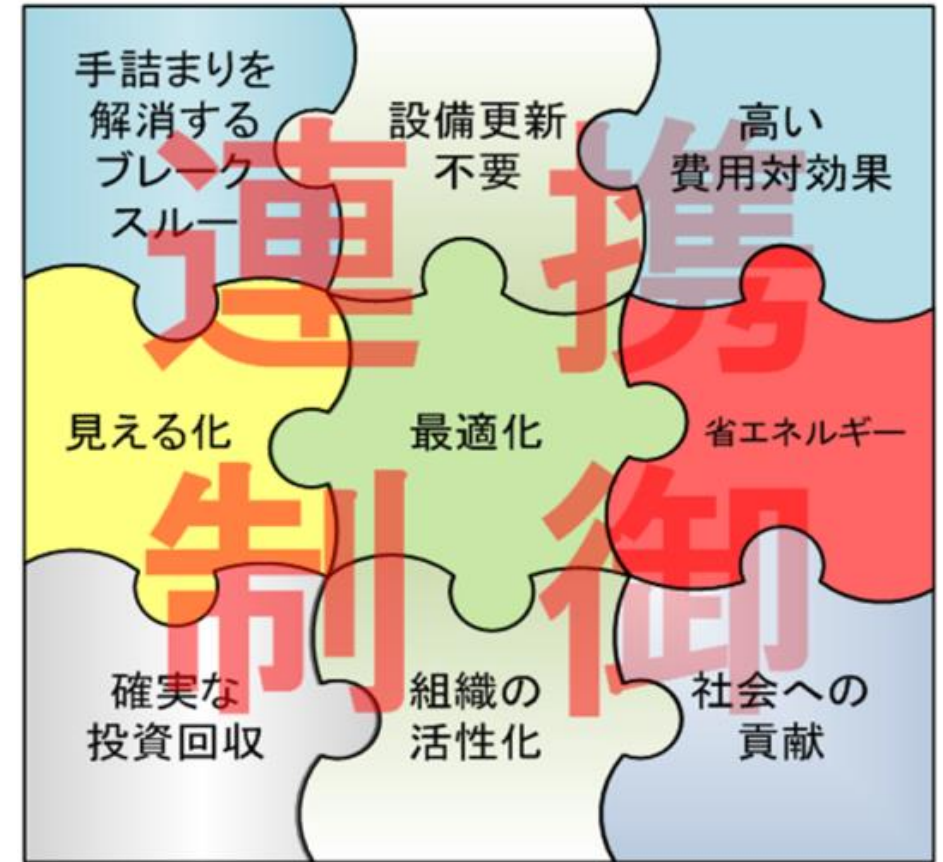
予測から得た需要計画を元に、供給最適化演算を行い、供給計画を作成し、コミュニティ全体でエネルギー融通の効果を検知。この仕組みにより、各工場に対して使用エネルギーの削減依頼を警報やメールで通知する需給調整（DR協力要請）を行うことができる。

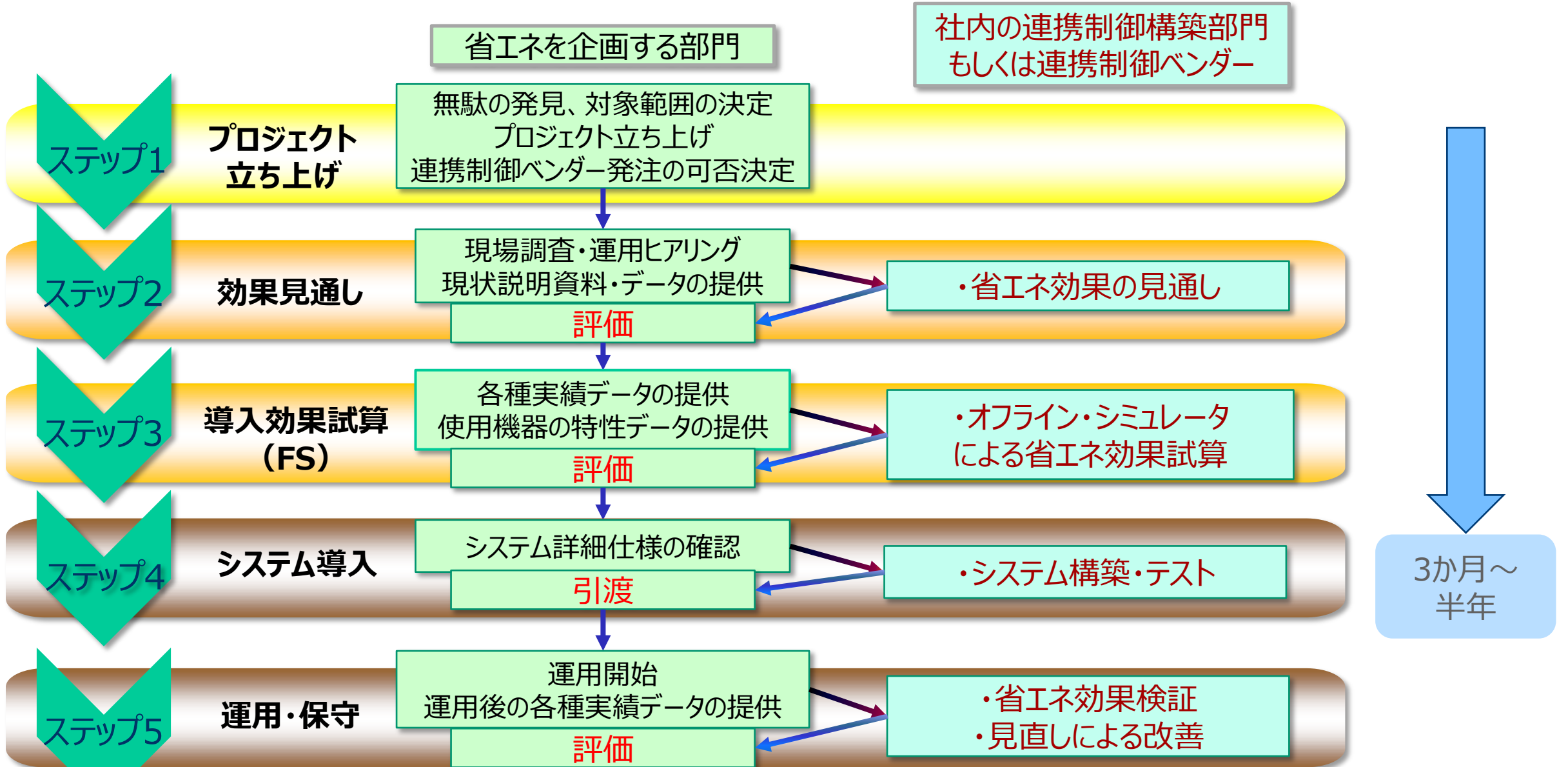
ダイナミックプライシングにも対応可能。



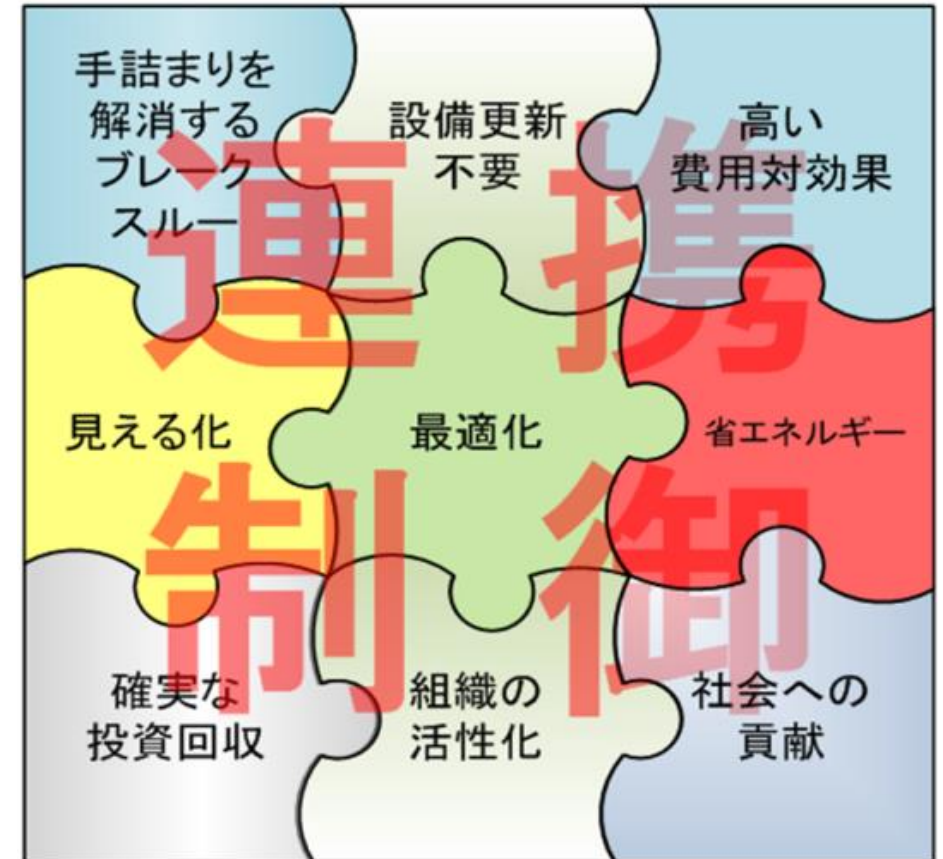
CEMS(需給双方向連携)導入により、導入以前と比較して**約20%のエネルギーコスト削減**を実現

1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



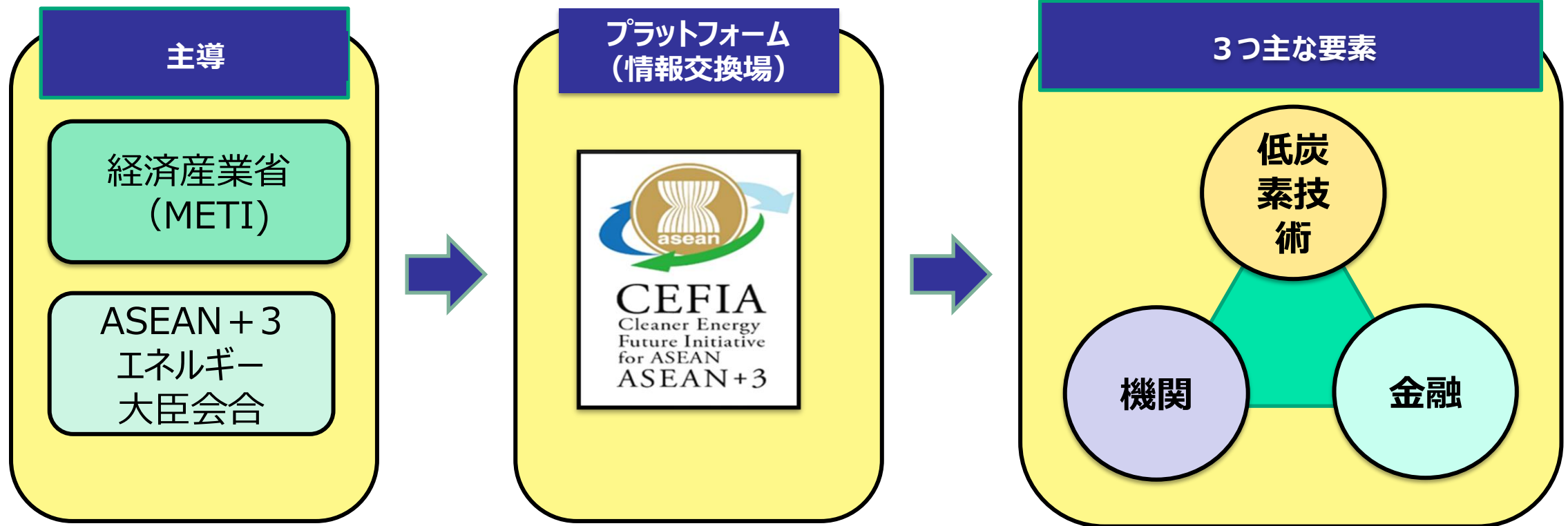


1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. **CEFIA国際展開の取り組み**
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）

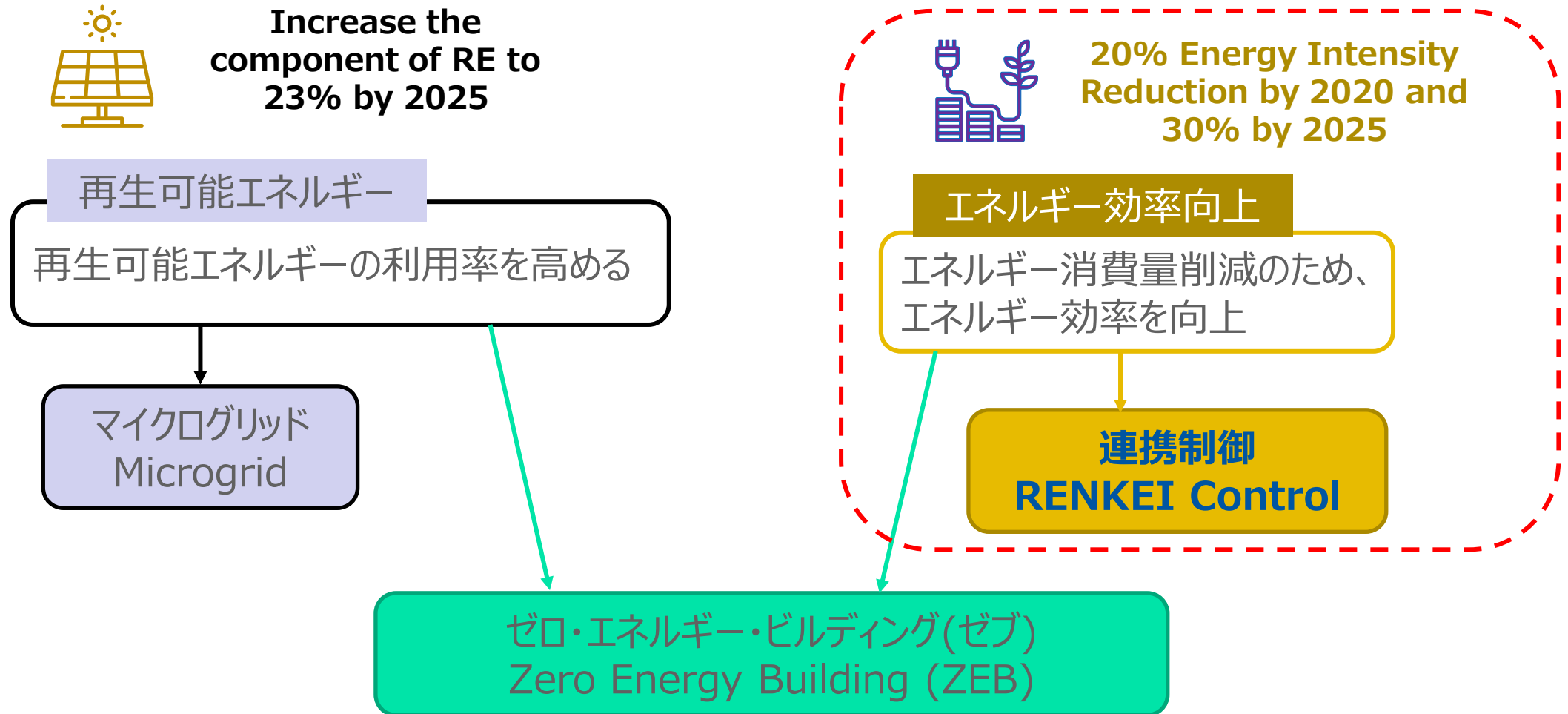


Cleaner Energy Future Initiative for ASEAN (CEFIA)

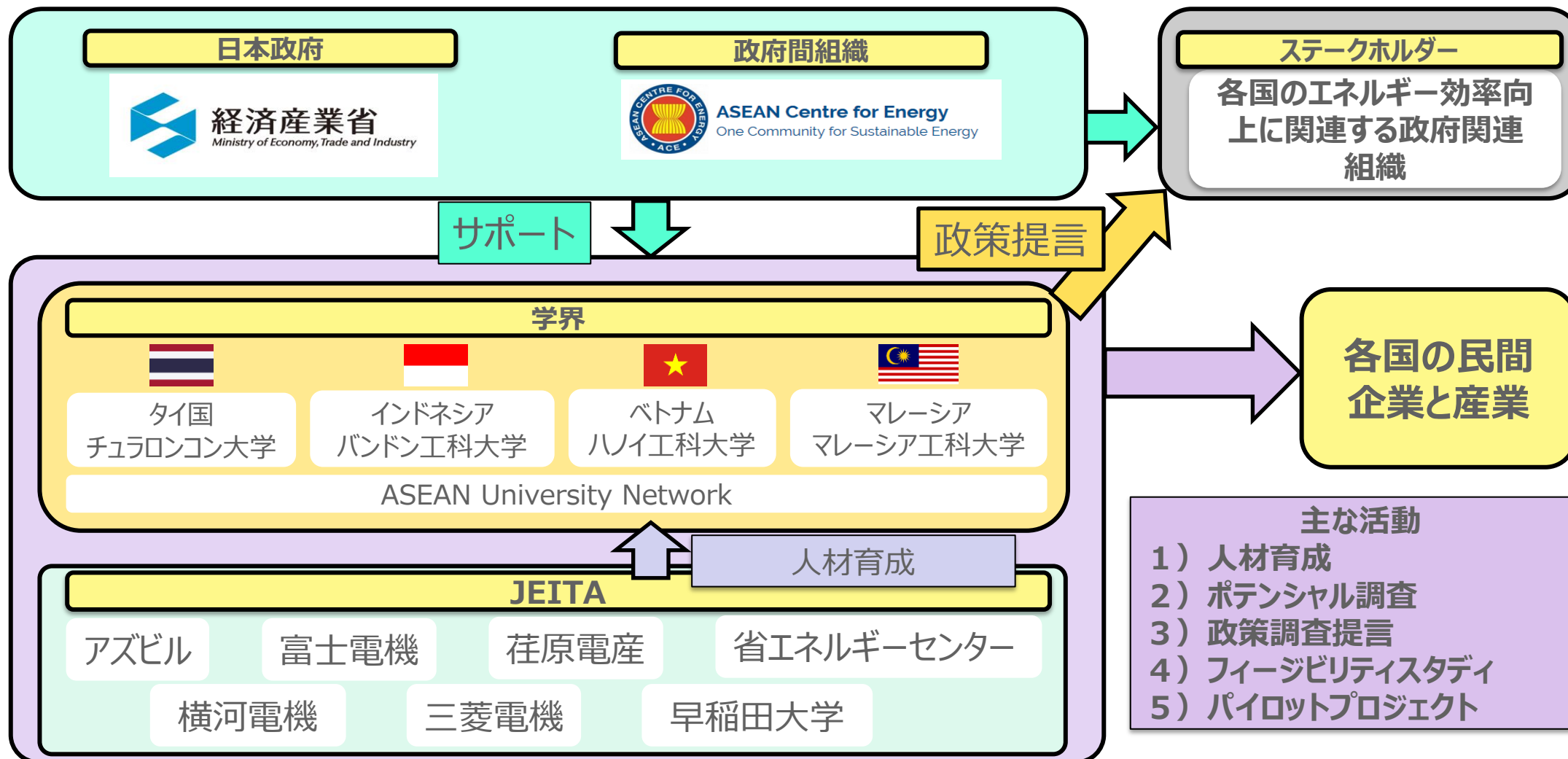
ASEAN域内の再生可能エネルギー導入とエネルギー効率向上により
低炭素社会を実現するためイニシアティブ



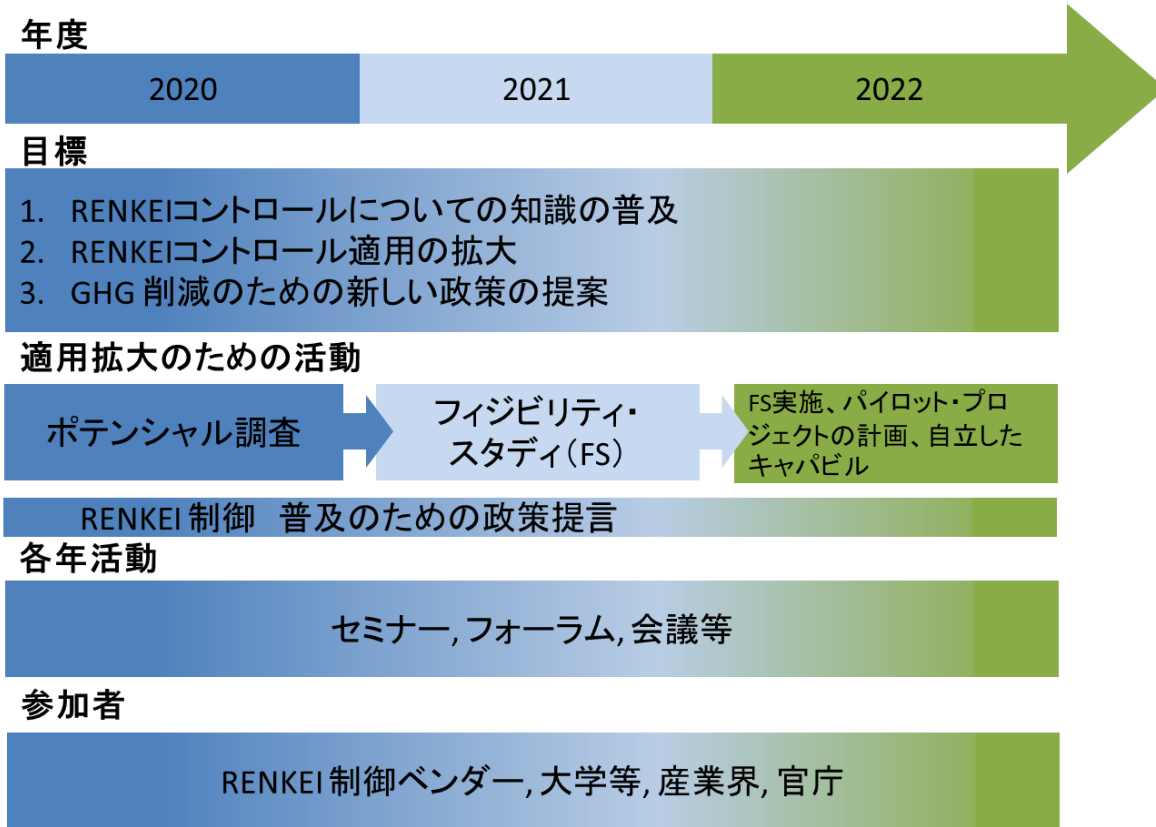
ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation (APAEC) の目標達成への貢献



目的：RENKEI制御により、ASEANのGHG削減に貢献する



活動計画（2020年～）



- ・ポテンシャル調査：連携制御により、500百万tのCO2削減ポテンシャルを確認。
- ・人材育成：大学・関連企業向けのセミナーや教育を実施。
- ・FS等により、11万7千トンのCO2排出量を削減。

2023年度の大学・産業界との主な取組み

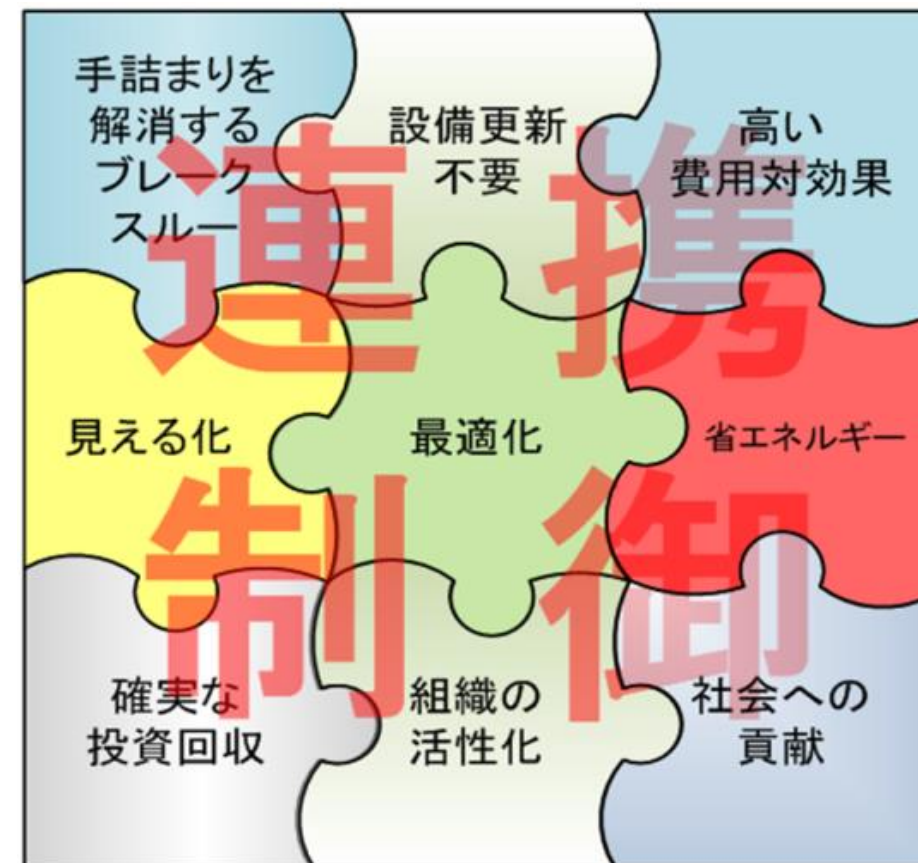
ASEANの大学とESCOの能力開発

ASEAN大学向けのウェビナーなど、能力開発を継続。

普及活動

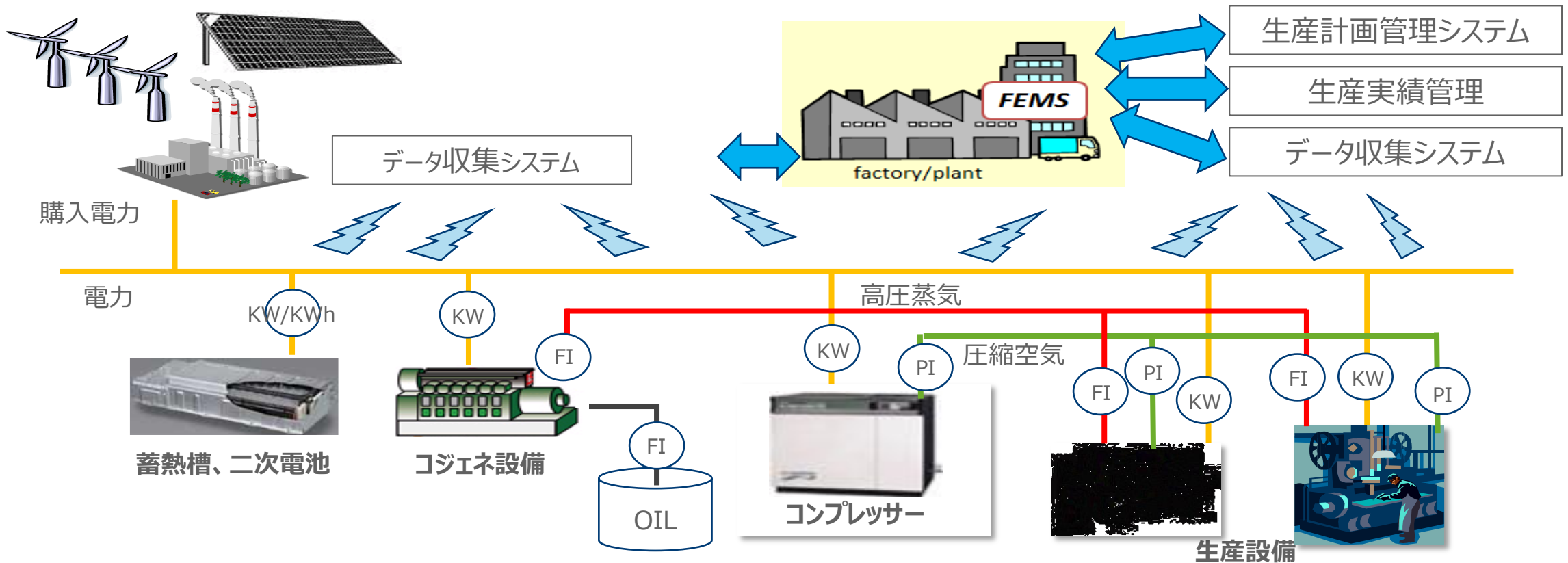
- 実証プロジェクトを推進。
- 新規対象施設・国に対するFSを実施。
- 対面セミナーを実施。
- デジタルコンテンツの拡充
- 自己評価ツールの作成。

1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）

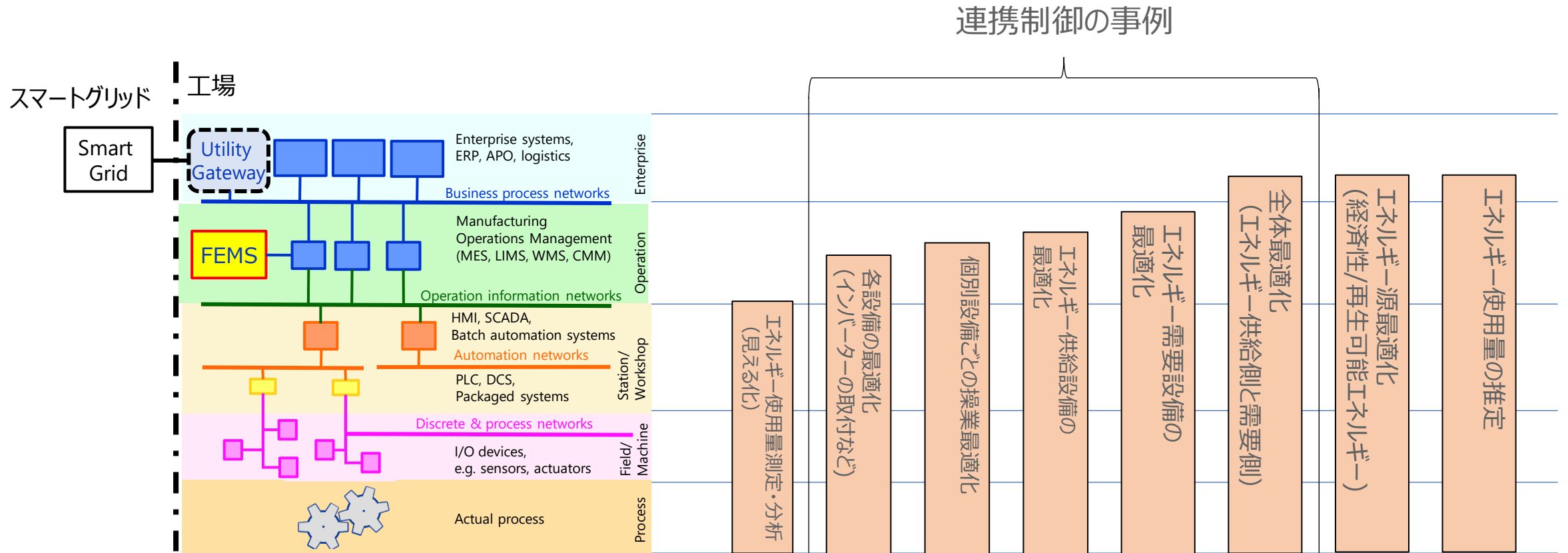


- エネルギー供給、エネルギー需要の各設備からの情報収集など、プロジェクトごとに構築しており、**システム構築に苦労**している

- 他システムとの接続
- FEMSの改造、拡張が高コスト
- エネルギーの使い方の変化に合わせた変更



FEMSの事例には、見える化、設備最適化、全体最適化、スマートグリッド対応など、様々な事例が混在



出典 IEC 63376:2023 Industrial facility energy management system (FEMS) - Functions and information flows, Figure A.3を和訳

■ タイトル :

Industrial Facility Energy Management System(FEMS) – Functions and Information Flows

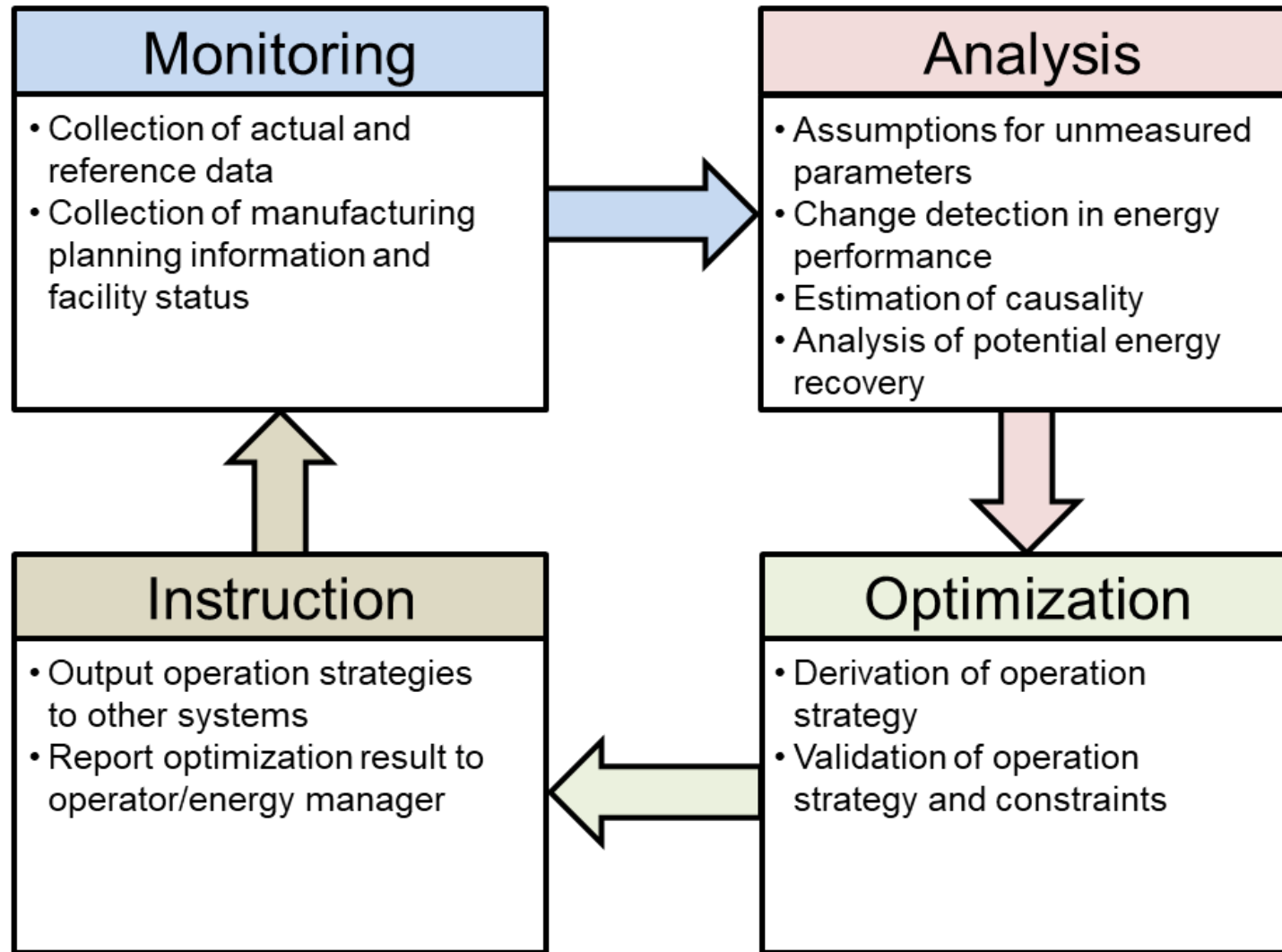
• 規格のScope :

- Industrial FEMS (Facility Energy Management System)の機能を規定する。
- FEMSには、見える化システムから、エネルギー需給最適化を行うシステムまであり、上記の機能に基づきクラス分けを定義する。
- FEMSと他のシステム（MES、ERPなど）との情報交換の概要を述べる。

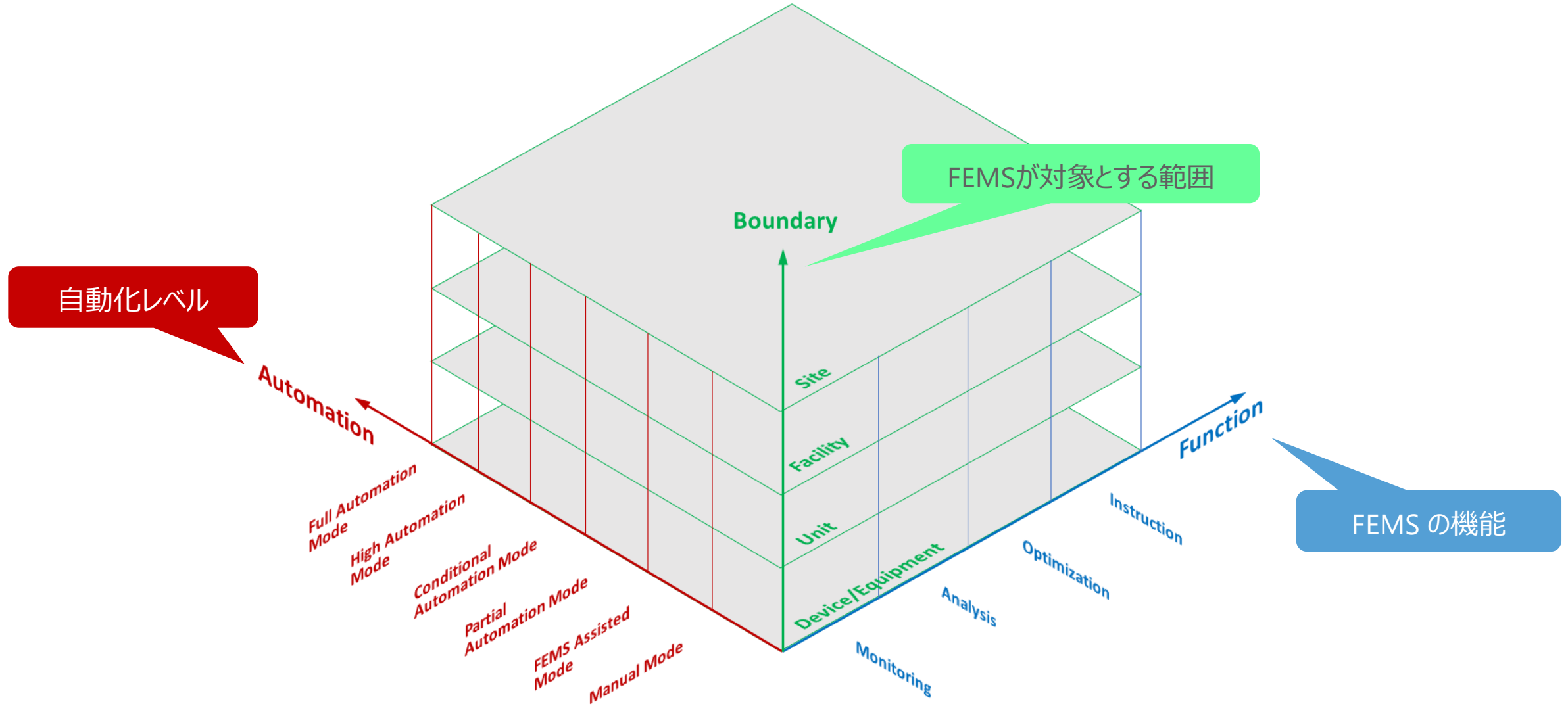
※日本では、Factory Energy Management Systemが、一般的であるが、。IEC/TC65では、Industrial Facility Energy Management Systemが一般的な名称である。

■ 規格開発体制 :

- Project Leader : 池山 智之 (横河電機)
- Editor : 若狭 裕 (コンサルタント) 、 Ian Verhappen (カナダ)
- 規格開発 : JEITA制御・エネルギー管理専門委員会WG1 FEMS-TF



出典 IEC 63376:2023 Industrial facility energy management system (FEMS) - Functions and information flows, Figure 12

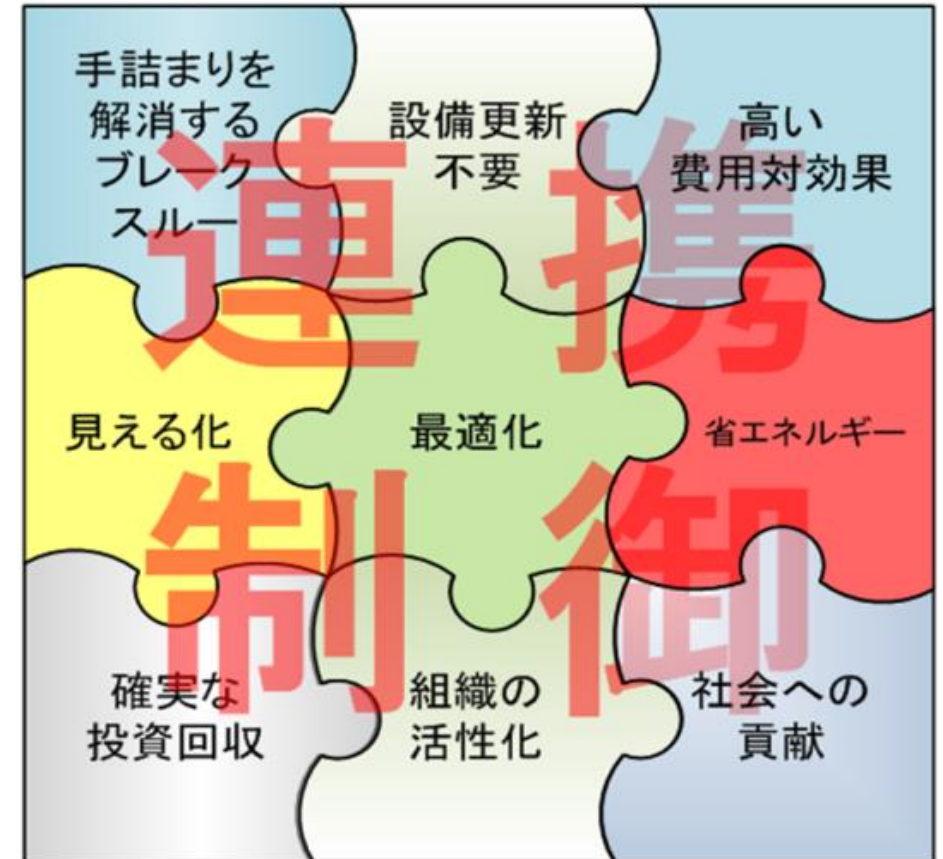


出典 IEC 63376:2023 Industrial facility energy management system (FEMS) - Functions and information flows, Figure 18

2023年8月に、国際規格 IEC63376:2023発行。
Industrial Facility Energy Management System(FEMS)
– Functions and Information Flows

“The author thanks the International Electrotechnical Commission (IEC) for permission to reproduce Information from its International Standards. All such extracts are copyright of IEC, Geneva, Switzerland. All rights reserved. Further information on the IEC is available from www.iec.ch. IEC has no responsibility for the placement and context in which the extracts and contents are reproduced by the author, nor is IEC in any way responsible for the other content or accuracy therein.”

1. なぜ連携制御？
2. 連携制御の概要
3. 連携制御の事例
4. 連携制御プロジェクト
5. CEFIA国際展開の取り組み
6. FEMS標準化提案の取り組み
7. まとめ（今後の展望）



7. まとめ (今後の展望)

国連で採択されたSDGs を実現する連携制御

- 既設設備を制御技術により**全体最適化**を図る
- 需要と供給のギャップをなくし、**エネルギーの無駄をなくす**
- 費用対効果が高く、供給機器連携から、需給双方向連携へ**段階的な導入が可能**
- エネルギー削減量の見積もり、評価、対策を行うことにより、**確実な省CO₂、省エネ目標の達成が可能**

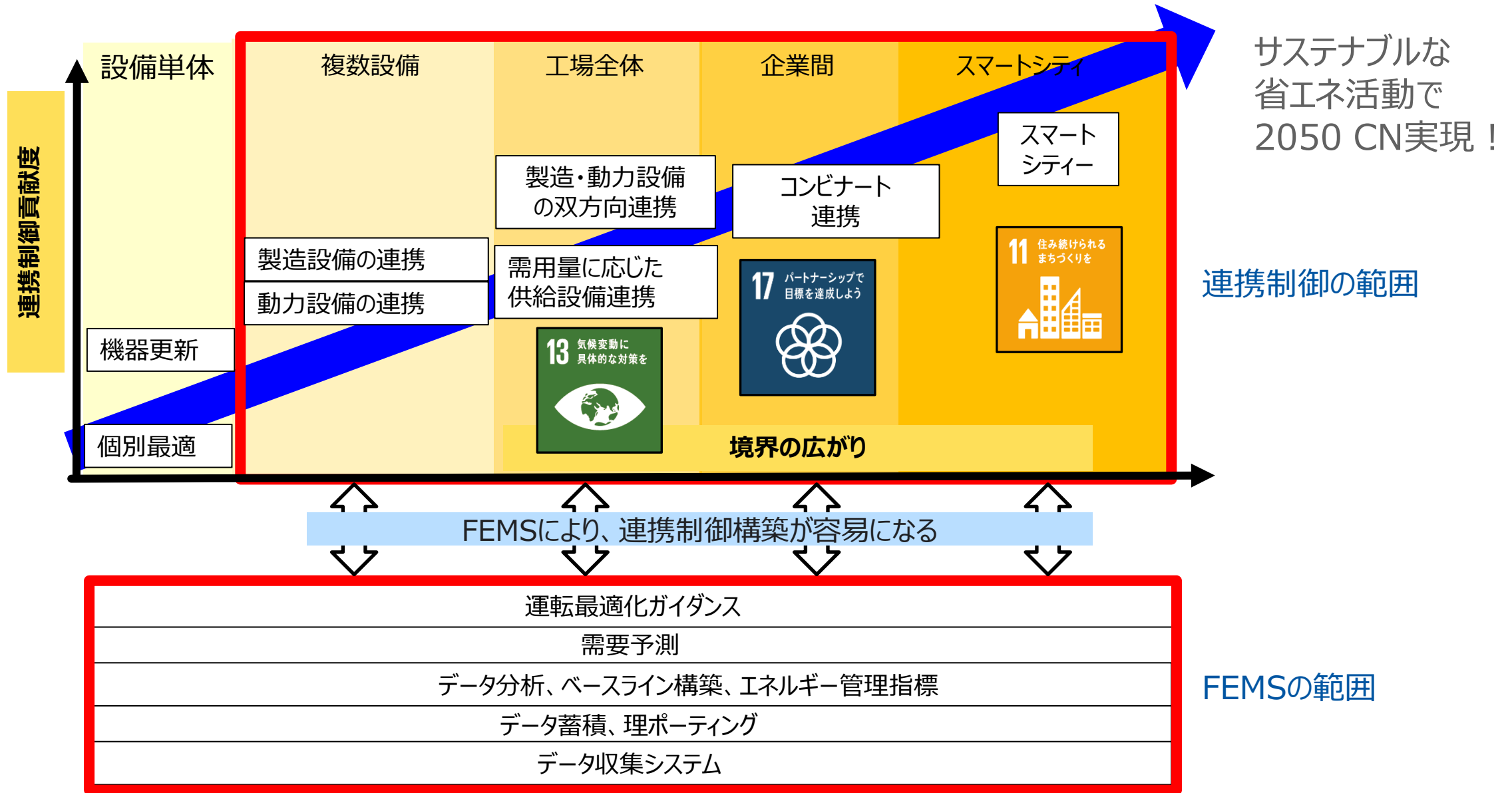
連携制御は
省CO₂を、継続的に実施するための効率的な手段

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

2030年に向けて
世界が合意した
「持続可能な開発目標」です



7. まとめ (今後の展望)



「連携制御ガイドブック」は、 JEITAホームページから購入いただけます。

<https://www.jeita.or.jp/cgi-bin/public/detail.cgi?id=661&cateid=1>

◆連携制御ガイドブック目次

1 はじめに

2 連携制御

- 2-1 連携制御とは
- 2-2 連携制御のカテゴリ
- 2-3 連携制御の事例
- 2-4 連携制御の効果
- 2-5 連携制御の導入と検証の戦略

3 連携制御導入ガイドライン

- 3-1 導入の手順
- 3-2 導入効果の試算
- 3-3 導入事例

4 検証ガイドライン

- 4-1 検証の目的
- 4-2 検証の方法
- 4-3 オンライン自動制御システムとガイダンスシステム

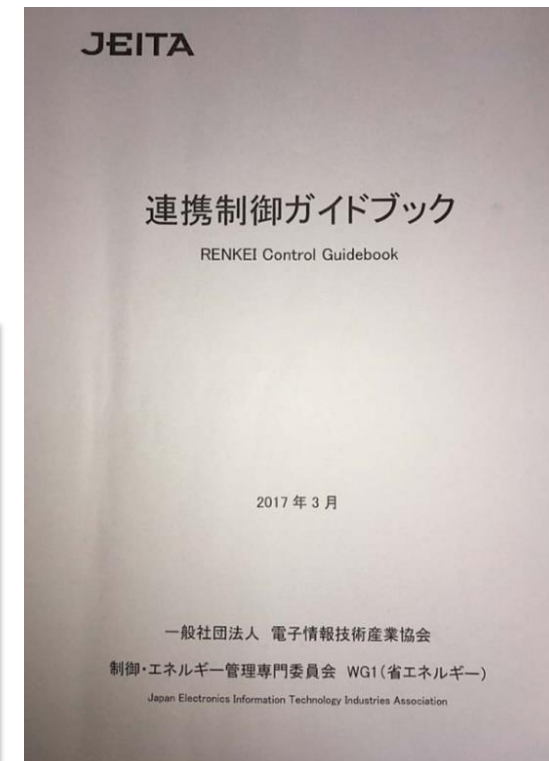
5 エネルギー最適化の考え方

- 5-1 エネルギー利用タイプとエネルギー管理対象
- 5-2 エネルギー利用の最適化
- 5-3 最適化のものさし

6 今後の展望

7 おわりに

参考文献, 用語集, 事例紹介



7. まとめ

サステナブルな省エネ活動に貢献する連携制御 アンケート

連携制御に関するアンケートを行っています。

4問の簡単なアンケートとなっています。よろしければ、ご協力をお願いいたします。





ご清聴ありがとうございました。

JEITA 一般社団法人
電子情報技術産業協会