



マルチエージェントに基づくマイクログリッド間の コミュニケーションに関する研究

A Research on Communication among Micro Grids
based on Multi-agent

東京農工大学 工学府 電気電子工学専攻
矢野 良 ・ 長坂 研



発表内容

- 研究背景
- 研究目的
- マイクログリッド間におけるコミュニケーション
- マルチエージェントシステム
- 提案方式～マルチエージェントに基づくマイクログリッド間のコミュニケーション～
- 計算機シミュレーション
- まとめと今後の課題

研究背景1

従来の配電系統では、災害などの緊急時に
大停電を引き起こしてしまう可能性あり

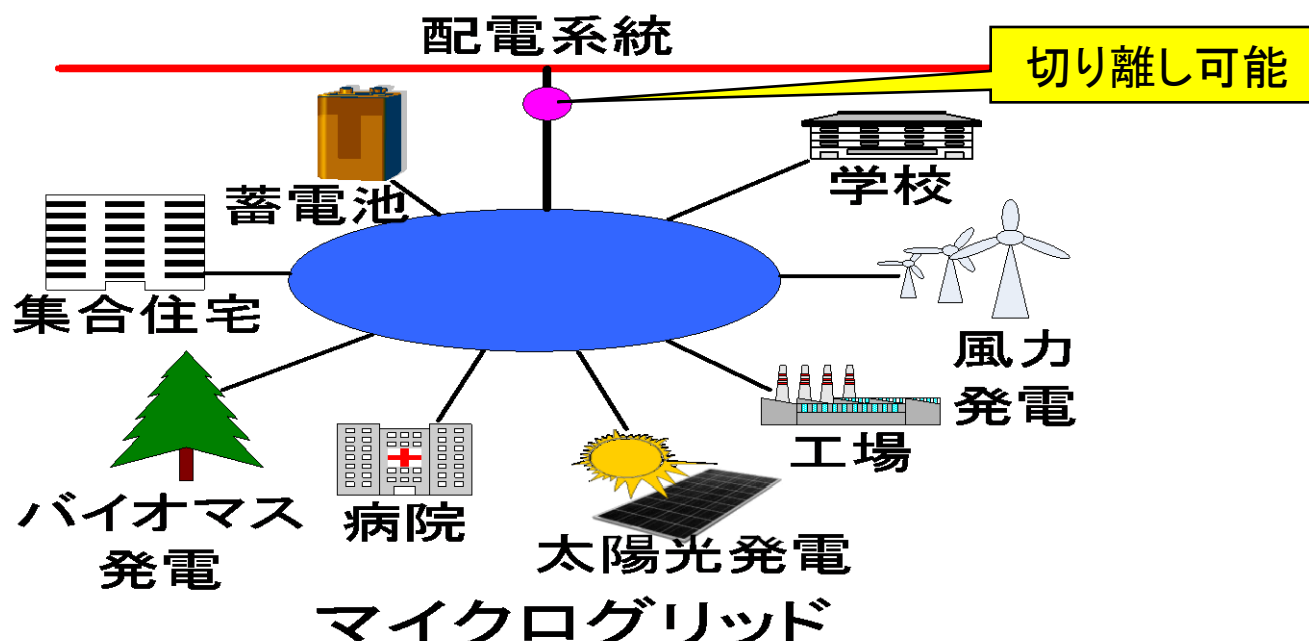
例：2000年 カリフォルニア大停電
2003年 ニューヨーク大停電

配電系統の下（低電圧レベル）に小規模の
電力網を作り、緊急時には、通常いくらか電力を供給している
上の配電系統から切り離され、独立して発電を行う
マイクログリッドが注目を集めている

我が国における主な実証試験：青森県 八戸市「水の流れを電気で返すプロジェクト」
愛知県 愛・地球博（現在は中部臨空都市へ移設）
「新エネルギープラントの実証実験」
京都府 京丹後市「京都エコエネルギープロジェクト」

マイクログリッド (Micro Grid: MG) とは

- 需要地内に配置した500kW以下の分散型電源や負荷、電力貯蔵装置をネットワークして局地的に電力供給を行う小規模の電力網
- 配電系統の事故時に系統から切り離されて独立運転可能
- 分散型電源には自然エネルギーを利用したものがあげられ、環境に優しい
- 電力の地産地消により、大量の送電ロスを削減



研究背景2~MG間におけるコミュニケーションの必要性~

MGの問題点

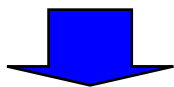
分散型電源にあげられる太陽光発電や風力発電などは出力が不安定



系統からの独立運転時、MG内の負荷が増加すると、分散型電源や電力貯蔵装置のみでは賄いきれなくなる恐れがある

これまでは、重要な負荷への優先的な電力供給等が考えられてきたが...

より多くの負荷へ電力供給したい



近隣のMGと**コミュニケーション**を取り合い、送電することにより、より多くの負荷への電力供給を可能にする

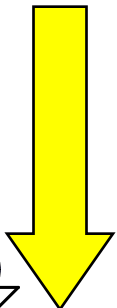


研究目的

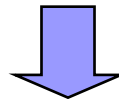
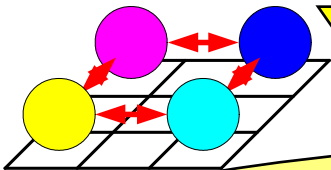
MG同士にコミュニケーションを行わせたい



各MGの発電状況は、自然により左右され、常に動的な環境にある

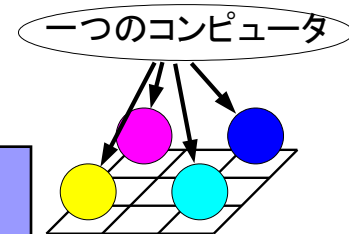


○



×

一つのコンピュータが、常に動的な環境を把握し、各MGに送電などの全ての指示を送っているのは非効率的



各MGが自身の発電状況を知り、近隣のMGと必要な情報だけを交換し、自分たちで送電などの判断ができたほうが効率的

自律的に行動する実行主体が、それぞれに仕事を並行処理するという
マルチエージェントの適用

マルチエージェントに基づくMG間のコミュニケーションの有効性を確認する

MG間におけるコミュニケーション

各MGをできる限り自律化させた上で行う

可能な限りMG内の負荷は、MG内の分散型電源や電力貯蔵装置からの電力で賄う



それでも電力が足りなかったときに初めて

近隣のMGに送電を仰ぐ



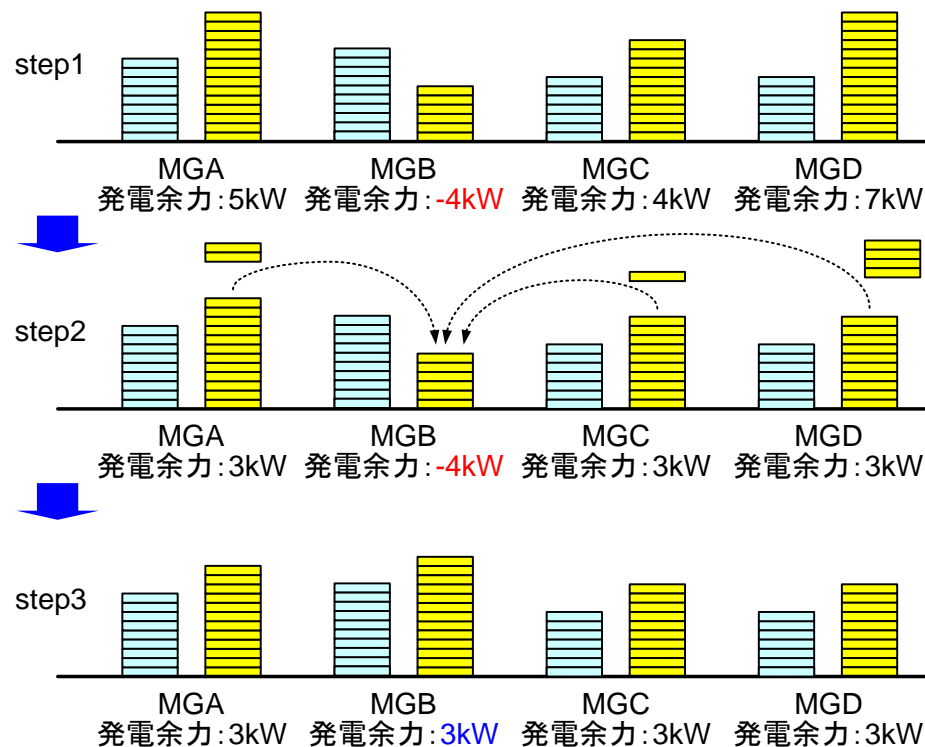
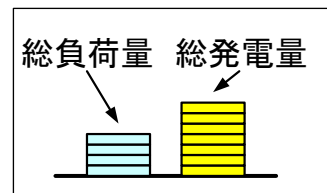
相手に余裕があったら

送電してもらう

簡略化のため

発電余力 = 総発電量 - 総負荷量 とする

送電例

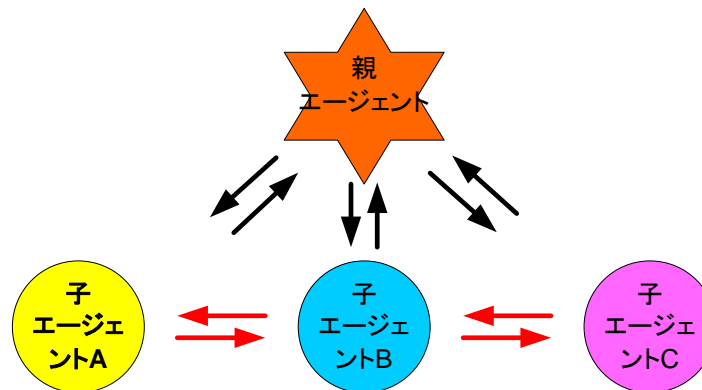


マルチエージェントシステム

MGにマルチエージェントを適用

マルチエージェントシステムとは

外部から制御されず、自身の規律に従って動作する
実行主体(エージェント)が複数集って、1つの機能を実現するシステム

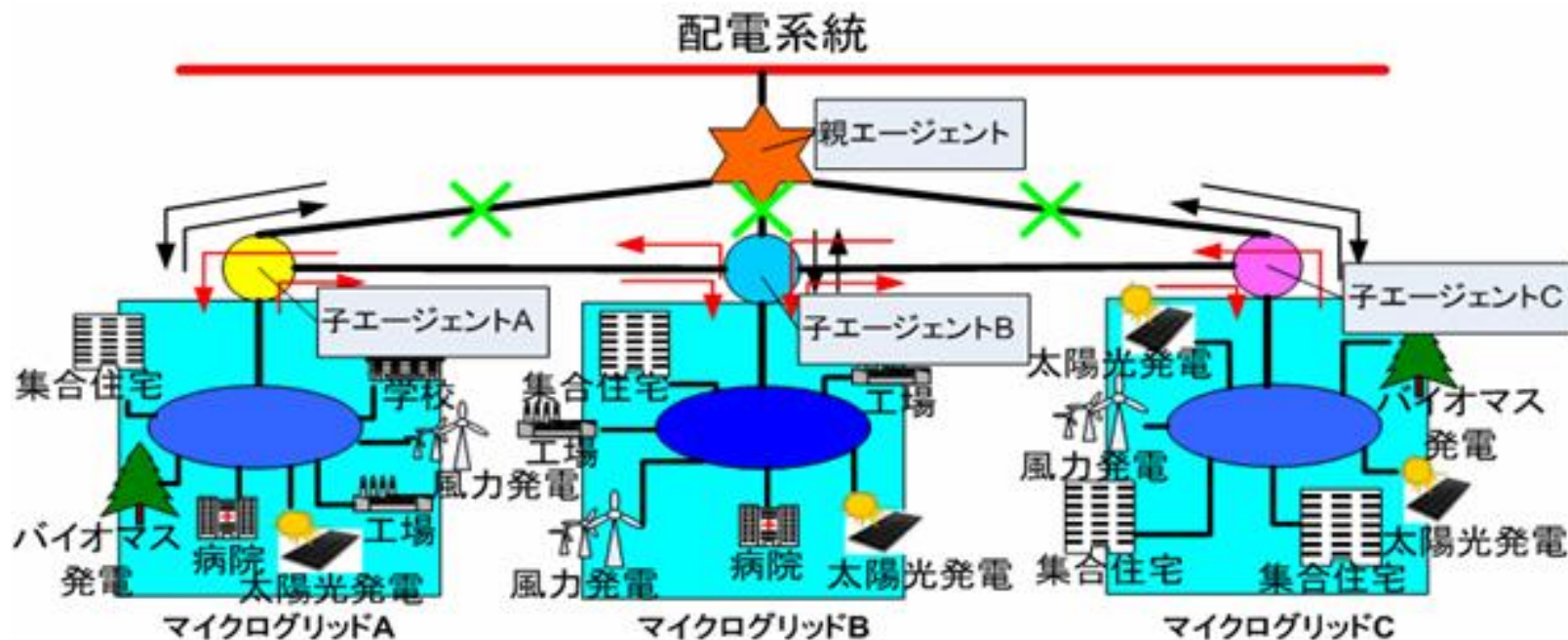


親エージェントは子エージェントを統括し、
必要なときだけ指示を与える

提案方式

～マルチエージェントに基づくMG間のコミュニケーション～

- MG単位に子エージェントを割り当て、それを統括するものとして親エージェントを置く
- 系統連系時には親エージェントが子エージェントを統括し、系統からの独立が必要な際には、その指示を行う
- 独立運転時には子エージェントが自分たち自身で発電状況などを判断し、コミュニケーションをとることにより送電を行う



計算機シミュレーション1

(株)構造計画研究所のマルチエージェントシミュレータartisocでモデルを構築することによりシミュレーションを行う

想定するMGの構成要素

MGA		MGB	
発電機	発電容量18kW	発電機	発電容量22.5kW
蓄電池	蓄電容量9kW	蓄電池	蓄電容量9kW
負荷1	平均10kW (2)	負荷1	平均2kW (1)
負荷2	平均2kW (1)	負荷2	平均4.5kW (3)
		負荷3	平均4kW (2)
		負荷4	平均6kW (4)
MGC		MGD	
発電機	発電容量27kW	発電機	発電容量27kW
蓄電池	蓄電容量13.5kW	蓄電池	蓄電容量13.5kW
負荷1	平均15kW (2)	負荷1	平均2kW (1)
負荷2	平均3kW (1)	負荷2	平均4.5kW (3)
		負荷3	平均4kW (2)
		負荷4	平均6kW (4)

(負荷の優先度)

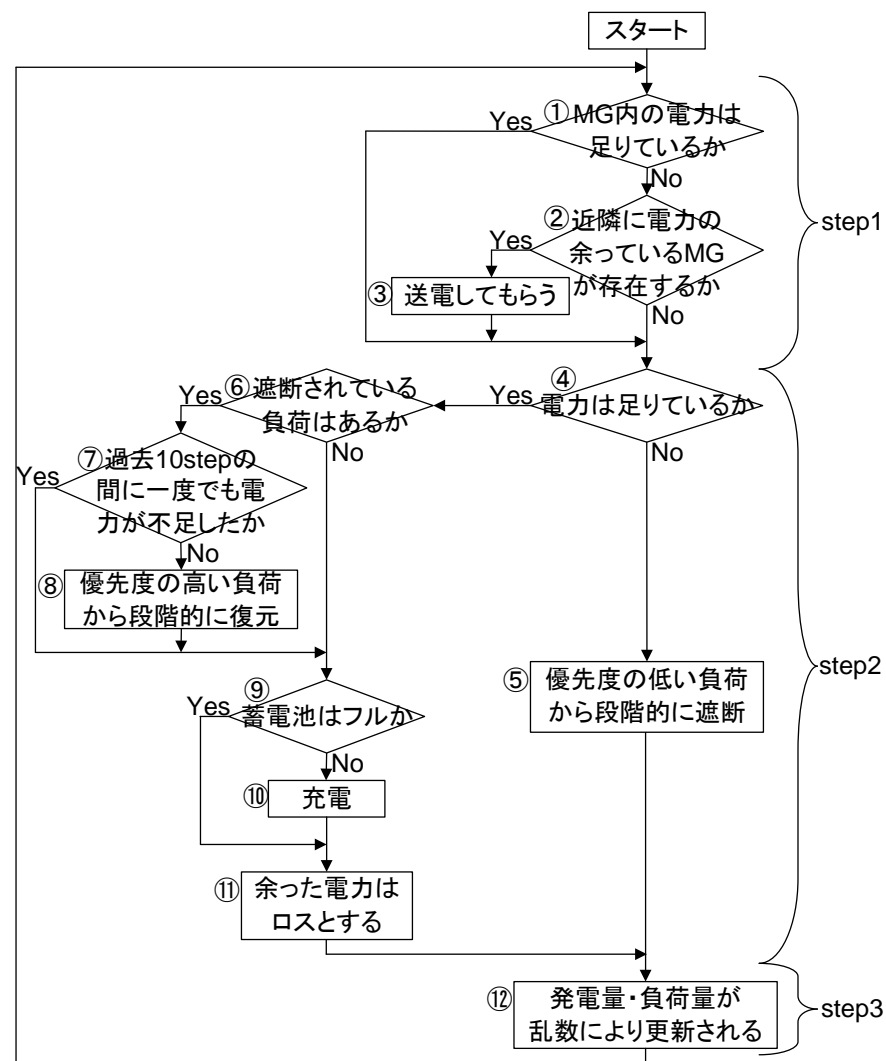
- 発電機は全て自然変動電源とする
- 負荷は平均値の-100%~+100%の間で変化
- 負荷の優先度

Traditional Load

Sensitive Load

低

高



各MGの動作アルゴリズム

計算機シミュレーション2

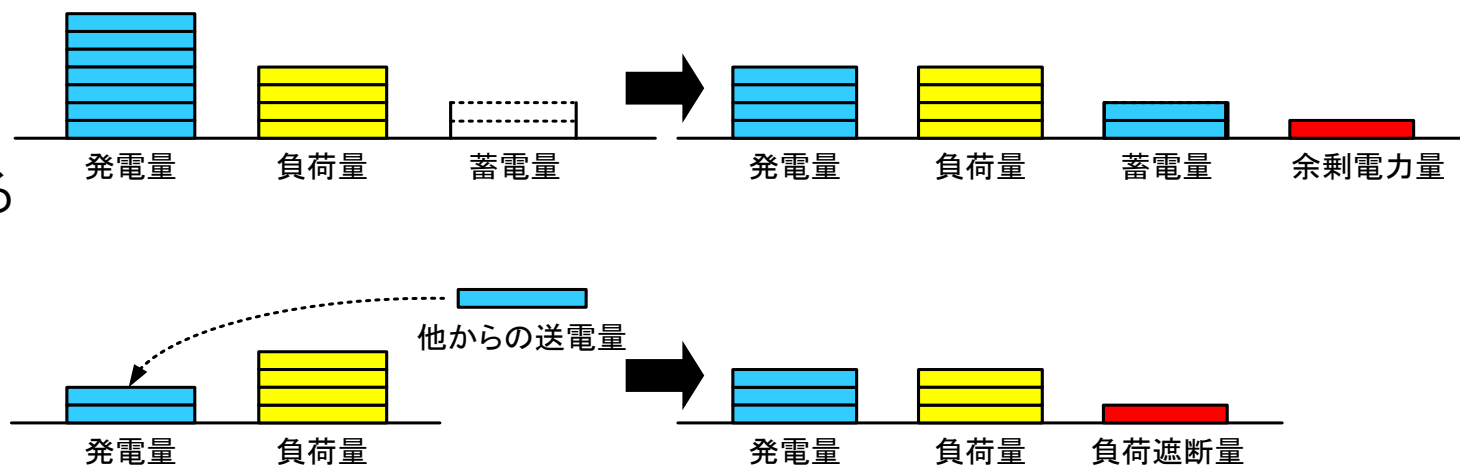
シナリオ別シミュレーション

- シナリオ1:MG間のコミュニケーションがもたらす影響
 - マイクログリッド間に送電線事故がある場合とない場合(コミュニケーションに制限がある場合とない場合)の影響比較
- シナリオ2:MG間の最適なコミュニケーション方法
 - MG間の最適なコミュニケーション方法の模索

評価項目

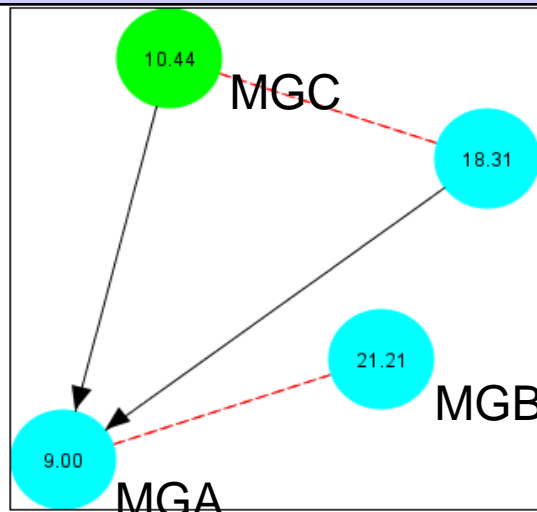
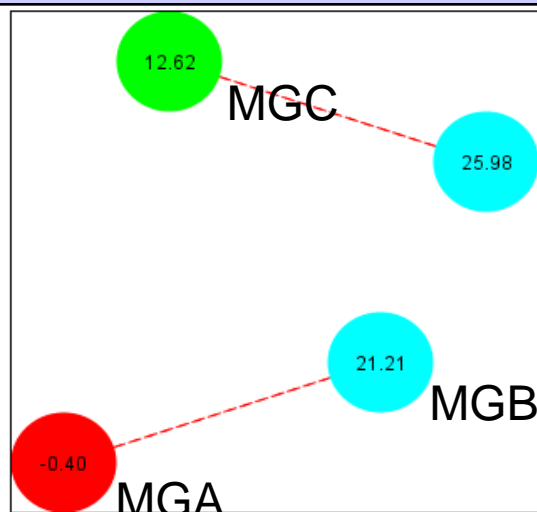
100周期間における

- 合計余剰電力量
- 合計負荷遮断量



シミュレーション画面例

各MGが近隣の送電線事故箇所を把握し、相手の余裕度に合わせて送電量を調節している

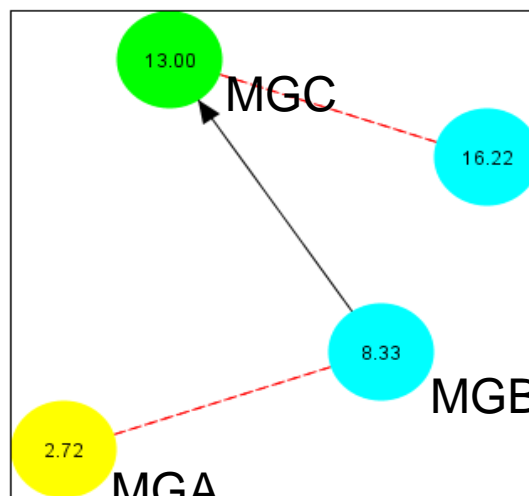
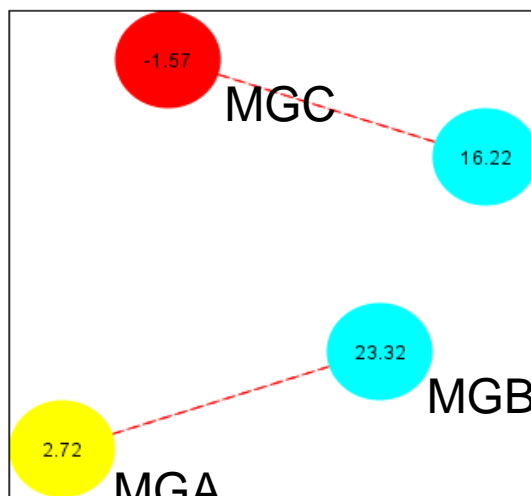


○ : 余裕度大

● : 余裕度中

● : 余裕度小
(次の周期に電力不足になる可能性あり)

● : 電力不足

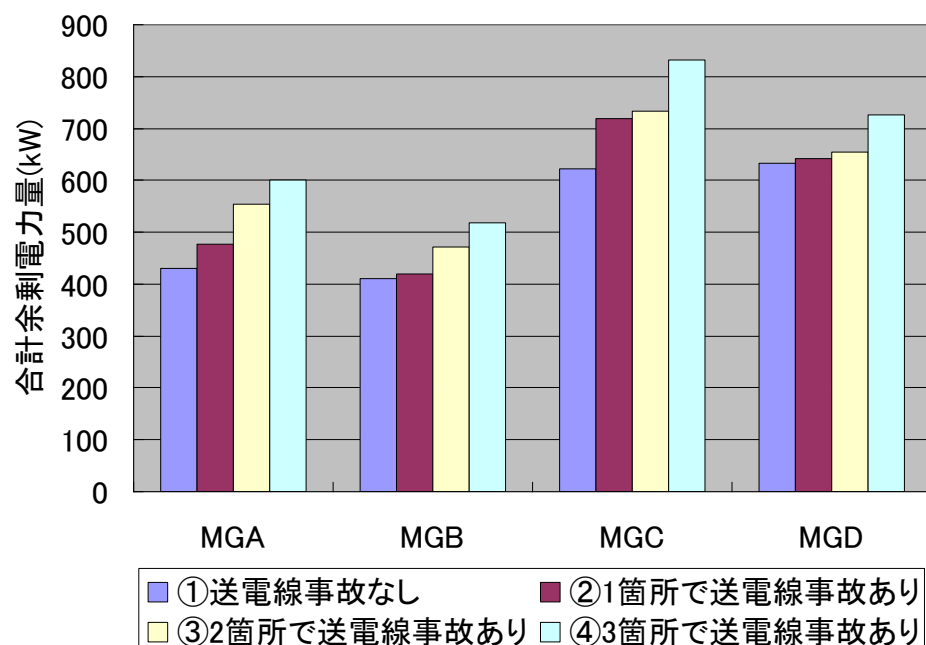


注: 赤色の点線は送電線事故箇所を表す

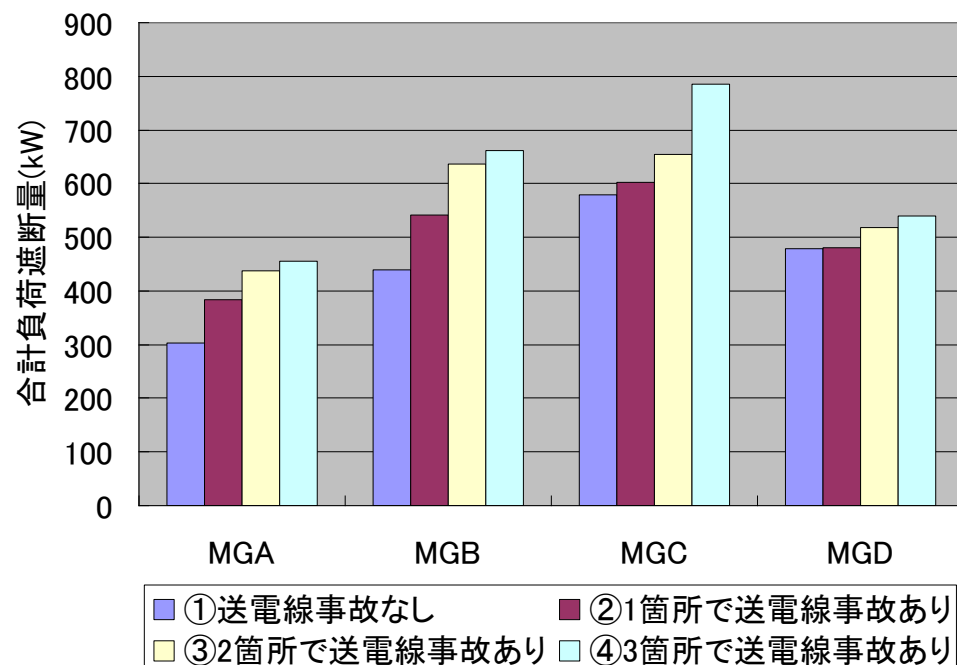
シミュレーション結果

シナリオ1「MG間のコミュニケーションがもたらす影響」

100周期間における合計余剰電力量



100周期間における合計負荷遮断量

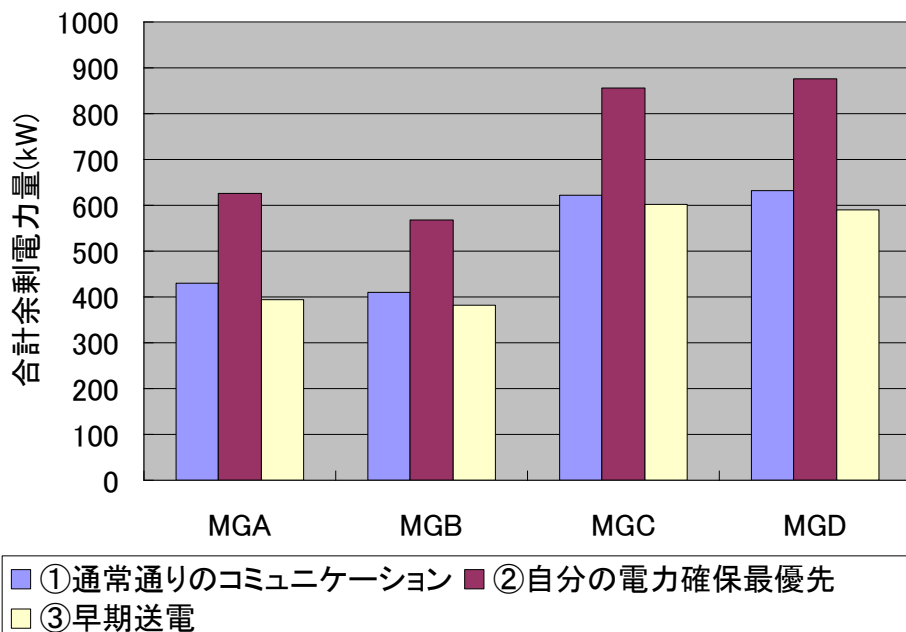


- 各送電線事故箇所はランダムで選ばれている

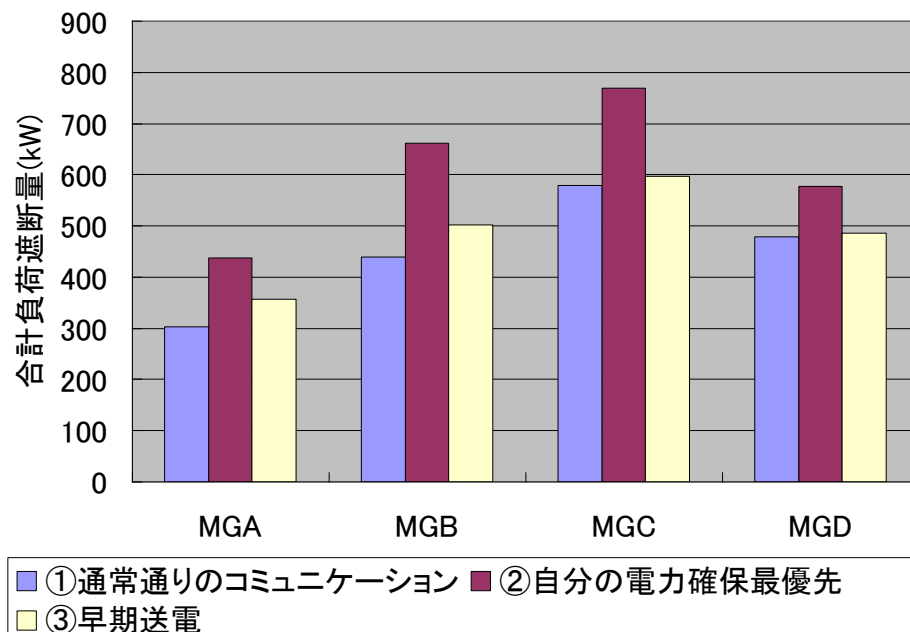
シミュレーション結果

シナリオ2「MG間の最適なコミュニケーション方法」

100周期間における合計余剰電力量



100周期間における合計負荷遮断量



①通常通りのコミュニケーション

- ・電力が足りなくなったときに初めて送電
- ・各MGは次の周期に自分が電力不足にならないだけの予備電力は残した上で送電

②自分の電力確保最優先

- ・自分の蓄電池をフルにした後、まだ余っていれば送電

③早期送電

- ・次の周期に電力が足りなくなる可能性があれば送電を仰ぐ
- ・ただし、既に電力不足のMGがあればそちらを優先

まとめ

- マルチエージェントシステムの適用により、自然変動などによる発電出力や負荷変動に対し、各MGに自分たちで判断・協力させることが可能
- MG間のコミュニケーションにより、余剰電力を有効的に使用し、より多くの負荷への電力供給が可能
- コミュニケーション回数：小 ➡ 余剰電力量・負荷遮断量：増
コミュニケーション回数：大 ➡ 余剰電力量：減
負荷遮断量：増

今後の課題

- 本研究では、モデルシステムは安定していると仮定した上でシミュレーションを行ったが、今後新たに発電機や負荷などを追加する際には、潮流計算を行い、モデルシステムの安定性を確認した上でシミュレーションを行う必要がある
- 親エージェントによる子エージェントへの指示
- 周波数、電圧、無効電力等も考慮にいれたコミュニケーションの実現
- 発電機の実出力特性や負荷特性の考慮
- 提案方式の系統連系時への適用



Thank you for your attention.