



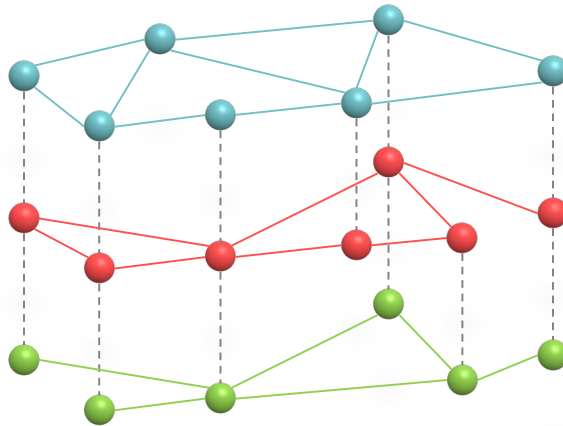
# サイバーフィジカルソーシャルシステムの ネットワーク化制御

## サイバーフィジカルソーシャルネットワーク

社会ネットワーク  
(ソーシャル)

情報ネットワーク  
(サイバー)

物理ネットワーク  
(フィジカル)



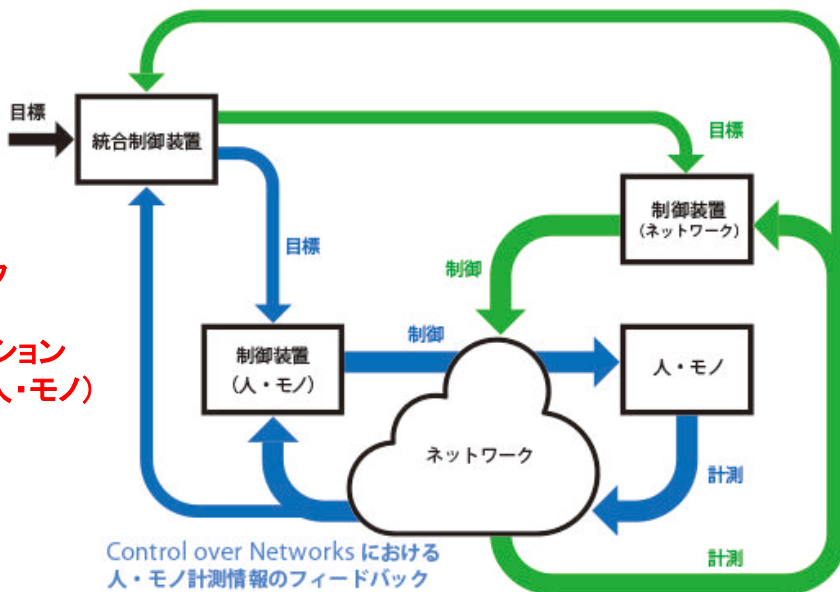
・人のつながり  
・人の行動

・情報のつながり  
・情報の流れ

・通信インフラ  
・電力インフラ  
・交通インフラ  
など

## ネットワークを介した情報・物理・社会システムの制御

Control of Networks における  
ネットワーク計測情報のフィードバック



ネットワーク  
を意識した  
アプリケーション  
システム(人・モノ)  
の制御

アプリケーション  
システム(人・モノ)  
を意識した  
ネットワーク  
の制御

Control over Networks における  
人・モノ計測情報のフィードバック

研究者名

電気情報工学科／総合デザイン工学専攻  
准教授 久保 亮吾

お問合せ先

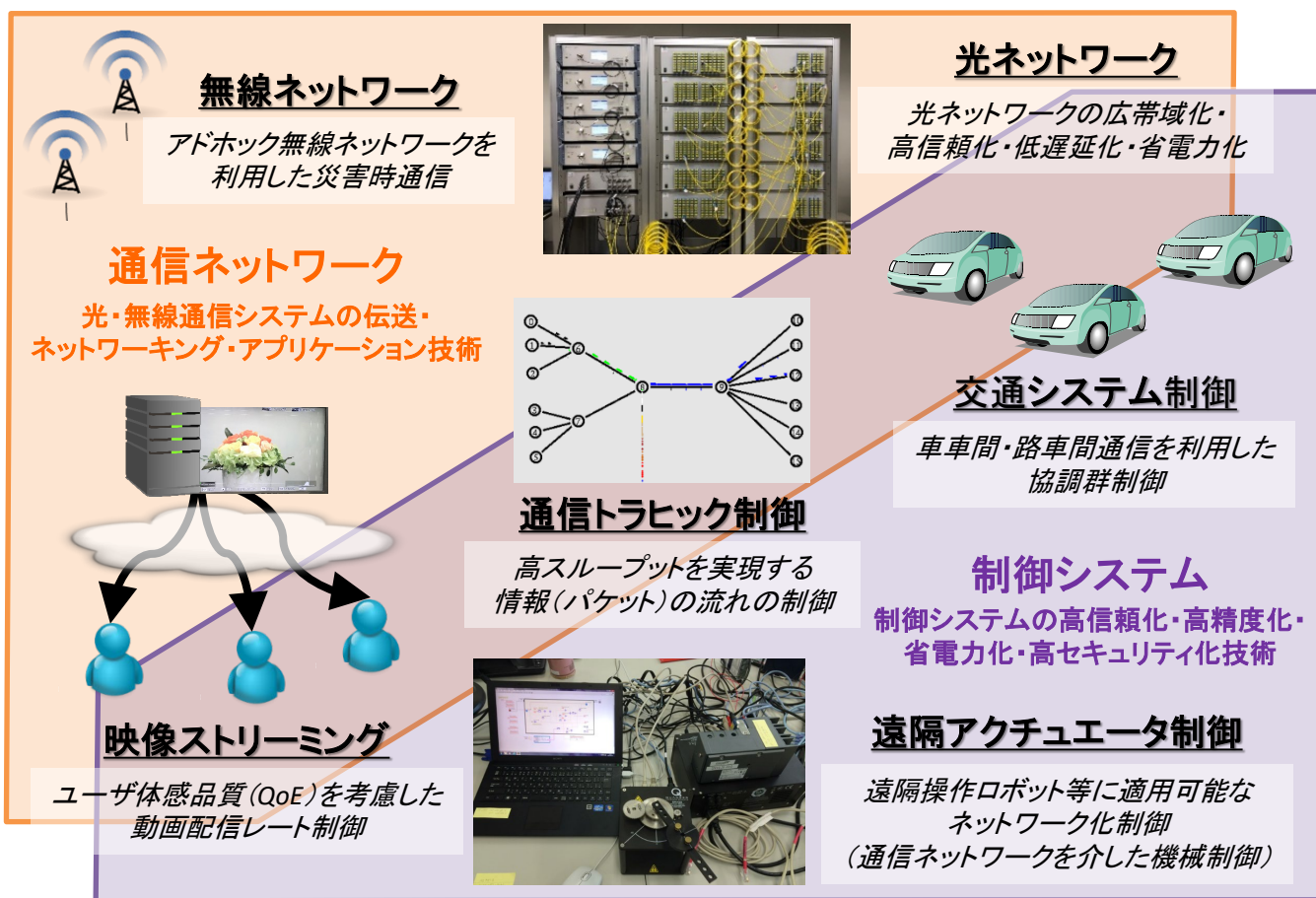
電子メール:kubo@elec.keio.ac.jp  
研究室HP:http://www.kbl.elec.keio.ac.jp





# 情報通信と計測制御を融合した スマートインフラシステム

制御工学および情報通信工学を基盤として、豊かで持続可能な社会を実現するためのシステムエレクトロニクス技術の研究を行っています。近年は、制御システムセキュリティ、通信品質制御、高効率ネットワーク制御、大容量光通信システム、広域センサ・アクチュエータネットワーク等の研究に重点的に取り組んでいます。



研究者名

電気情報工学科 / 総合デザイン工学専攻  
准教授 **久保 亮吾**

お問合せ先

電子メール: [kubo@elec.keio.ac.jp](mailto:kubo@elec.keio.ac.jp)  
研究室HP: <http://www.kbl.elec.keio.ac.jp>

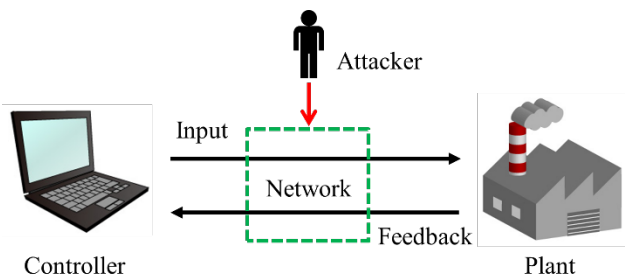




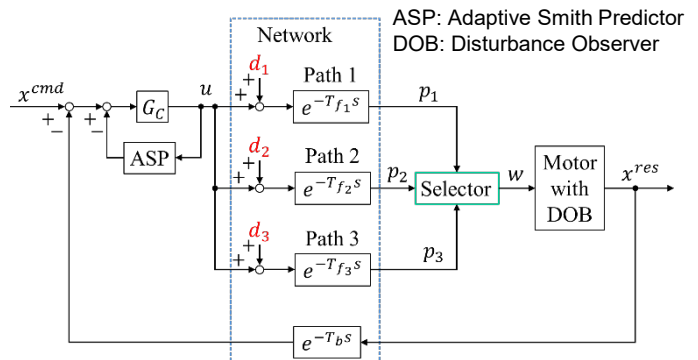
# 制御システムのサイバーセキュリティ

## 冗長化パスを利用した改ざん検知

信号改ざんなどのサイバー攻撃に耐えうる  
高セキュリティのネットワーク化制御システムを実現します



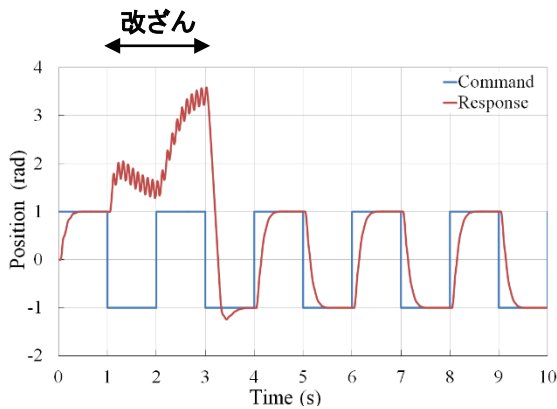
ネットワーク化制御におけるサイバー攻撃



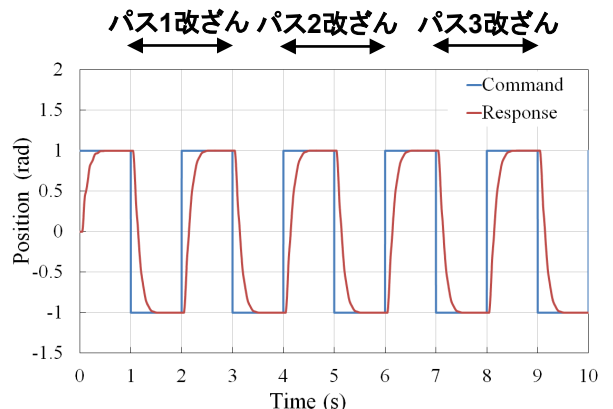
冗長化パスを利用したネットワーク化制御

- ネットワークパスを冗長化することにより、一部のパスに改ざんが加わっても多数決で改ざん有無を判断できる
- ⇒ 各パスに遅延差が存在することが課題
- ⇒ 各パスの最大遅延まで待機して比較, 遅延は適応スミス予測器により補償

往路パス1の遅延  $T_{f1}$ : 10 ms    往路パス3の遅延  $T_{f3}$ : 40 ms  
 往路パス2の遅延  $T_{f2}$ : 25 ms    復路パスの遅延  $T_b$ : 10 ms



冗長化パスなし(パス1のみ)



冗長化パスあり

研究者名

電気情報工学科／総合デザイン工学専攻  
准教授 久保 亮吾

お問合せ先

電子メール: [kubo@elec.keio.ac.jp](mailto:kubo@elec.keio.ac.jp)  
研究室HP: <http://www.kbl.elec.keio.ac.jp>



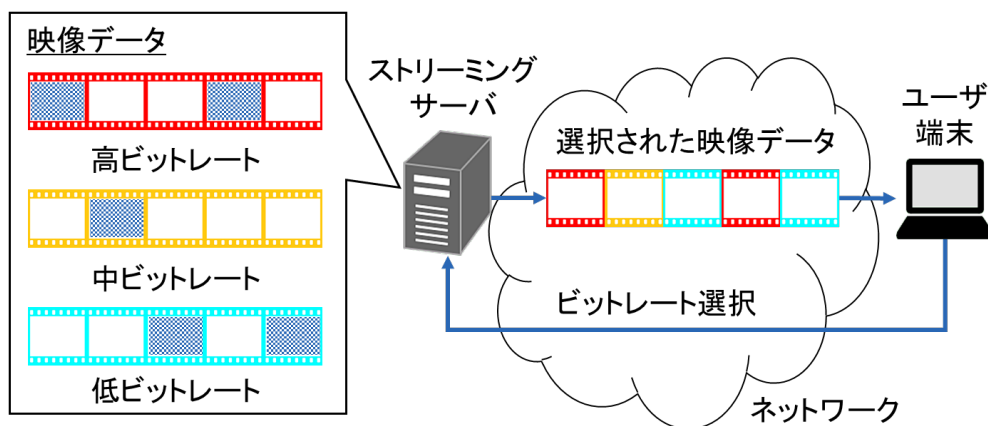




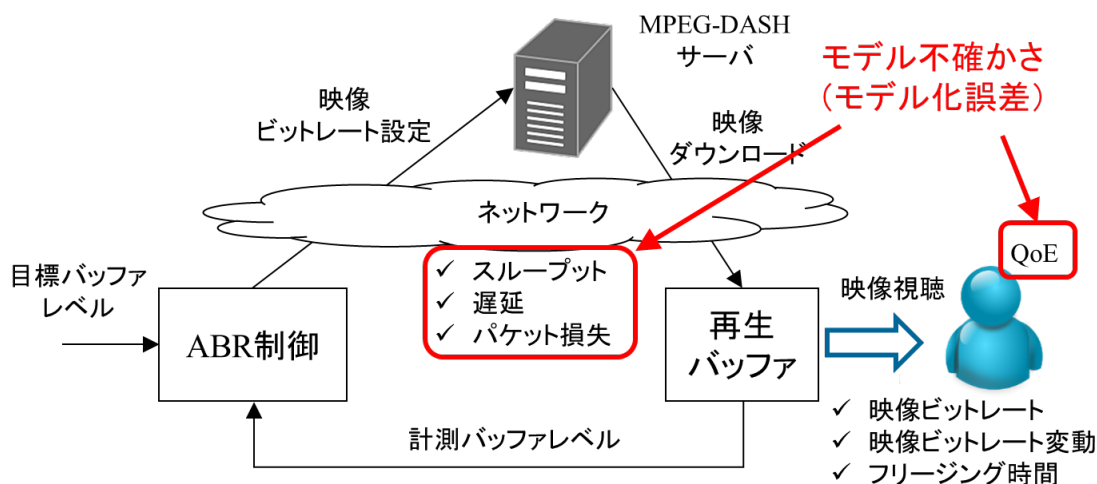
# 映像配信システムの品質制御

## ユーザ体感品質を考慮した適応ビットレート制御

フィードバック制御技術により映像ストリーミングにおけるユーザ体感品質(QoE)を向上させます



MPEG-DASHに代表される適応ビットレート制御では、ネットワーク状況に応じて適切な映像ビットレートを選択することで、ネットワークの輻輳を回避しつつ、ユーザ体感品質(QoE: Quality of Experience)の向上を図っている  
 ⇒ ネットワーク状況等の変動を不確かさとして捉え、フィードバック制御によりユーザ側の再生バッファレベルを安定化



QoE向上 = 再生バッファレベルの安定化

研究者名

電気情報工学科／総合デザイン工学専攻  
准教授 久保 亮吾

お問合せ先

電子メール:kubo@elec.keio.ac.jp  
研究室HP:http://www.kbl.elec.keio.ac.jp

