

階層型制御

電力・ガス・操業
同時最適化

マクロ制御(製鉄所)

メゾ制御(製鉄)

メゾ制御(製鋼)

メゾ制御(圧延)

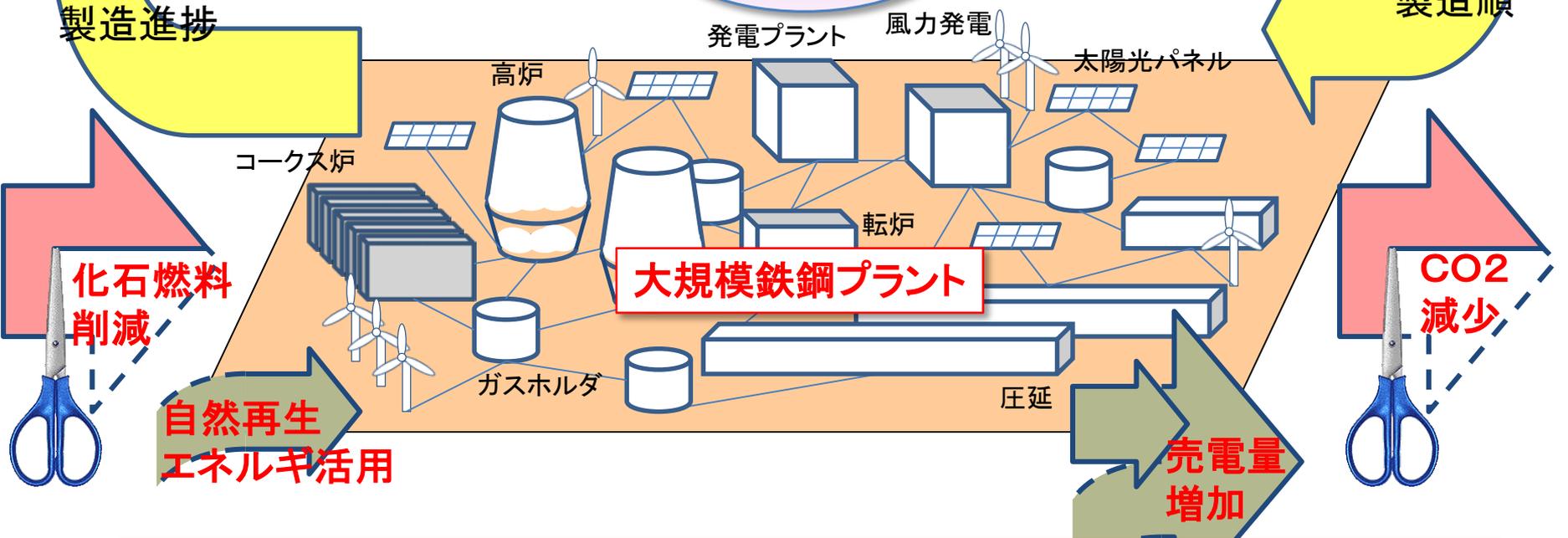
マイクロ制御(転炉)

マイクロ制御(RH)

マイクロ制御(CC)

製造仕様
発電量
ガス保有量
製造進捗

設定値
ライン速度
起動/停止
製造順



大規模鉄鋼プラント

CO2
減少

自然再生
エネルギー活用

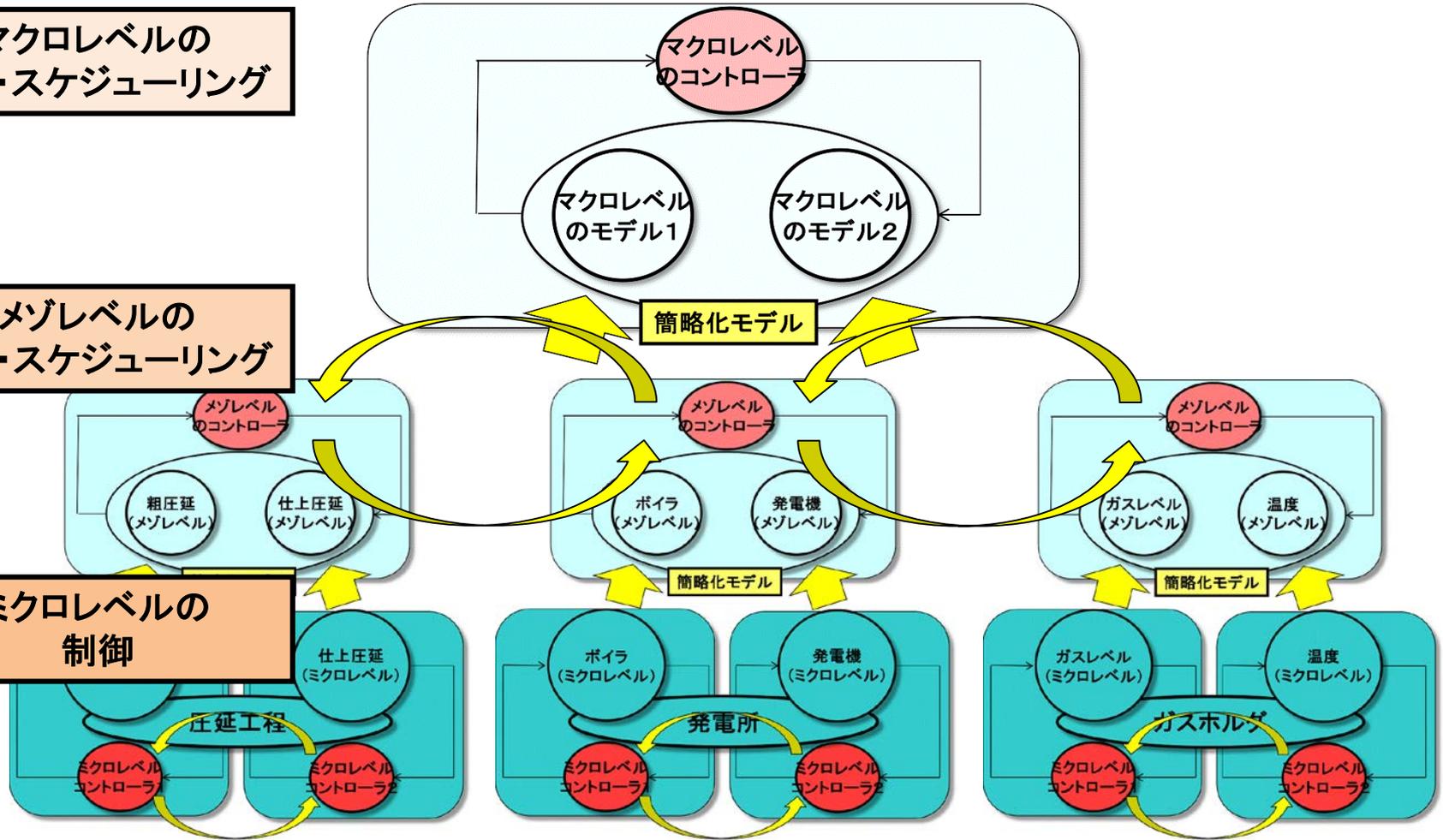
売電量
増加

鉄鋼協会制御フォーラム(主査2010~)資料(2011)

マクロレベルの
制御・スケジューリング

メゾレベルの
制御・スケジューリング

マイクロレベルの
制御



階層型制御系

鉄鋼協会制御フォーラム(主査2010~)資料(2011)

複雑度

- サブシステム数
- 次数(モード数)
- エントロピー
- ダイナミックレンジ(物理スケール・時間スケール)
- 確率的(\Leftrightarrow 確定的)
- **ヘテロジニアス(機能)・ホモジニアス(ロバストネス)**
 - ダイナミクス
 - 連続変数・離散変数
 - 連続事象・離散事象
 - . . .

マクロな機能とロバストネス実現のための
ヘテロ・ホモ混在システム設計手法・理論

ネットワークドAI・制御

産業競争力懇談会(COCON)実行委員会

2016年度～推進テーマ

「人工知能間の交渉・協調連携による社会の
超スマート化」(NECが中心)

⇐ Society5.0 (IoT, AI, ロボット)

AIシステムの連携(ネットワークドAI)

ユースケース

- 物理的挙動の協調・連携

例: 複数無人機建設機械・自動運転・協調走行

- 経済的挙動の協調・連携

例: 自動相対融資マッチング・

バリューチェーン自動接続・金融自動取引

- 物理的挙動と経済的挙動の両方の協調・連携

例: スマートシティ(交通・人流)

AIシステムの連携(ネットワークドAI)

ユースケース

- 物理的挙動の協調・連携

例: 複数無人機建設機械・自動運転・協調走行
⇔ “マルチエージェントシステムの協調”

- 経済的挙動の協調・連携

例: 自動相対融資マッチング・
バリューチェーン自動接続・金融自動取引
⇔ “分散最適化アルゴリズム”, “交渉”

- 物理的挙動と経済的挙動の両方の協調・連携

例: スマートシティ(交通・人流)
⇔ “マルチエージェントシステムの協調”
& “分散最適化アルゴリズム”

ネットワークAI・制御・ゲーム理論

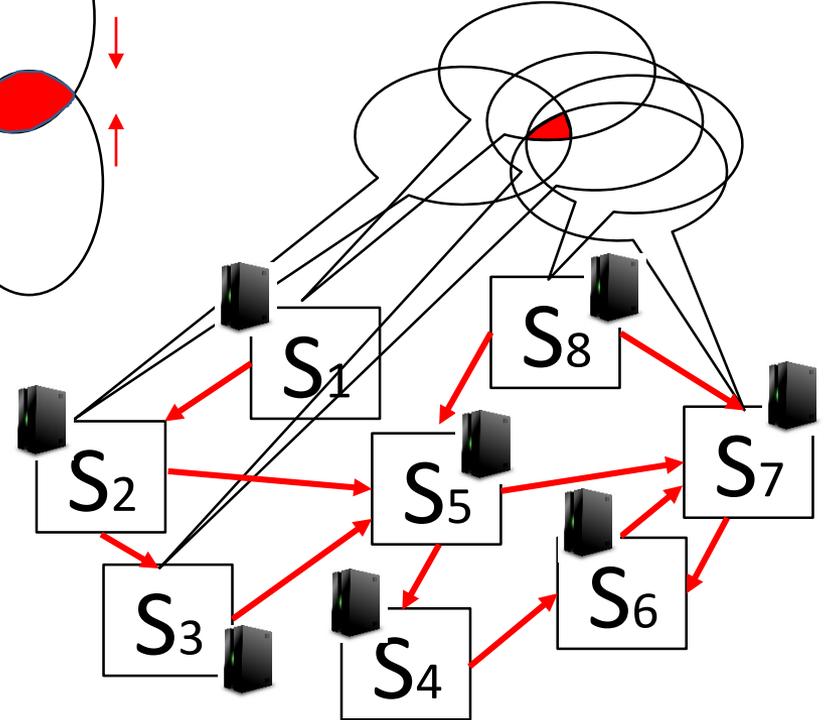
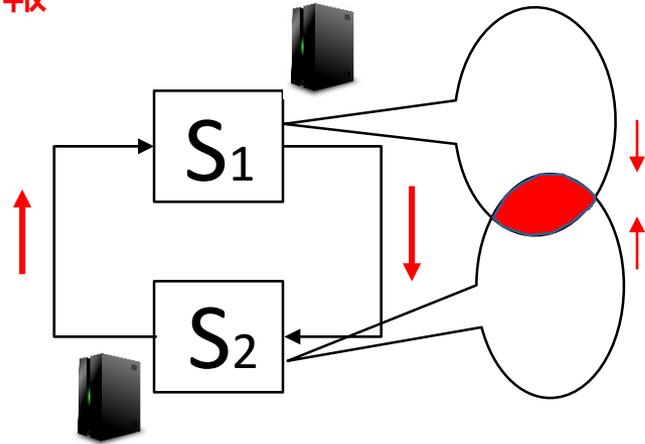
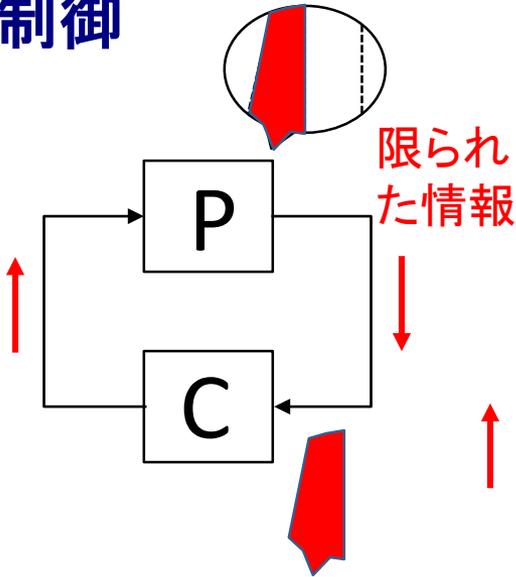
通信容量制約
制御

オンライン制御
限られた計算能力・データ量

大きな計算能力・データ量・ゲーム

1対1の交渉・取引

多数エージェント間の
交渉・取引(合意)



feasible conditions の特定と
必要な情報量の問題

JST CREST「分散協調型エネルギー管理システム構築のための理論及び基盤技術の創出と融合展開」研究総括 藤田政之(東工大)

「太陽光発電予測に基づく調和型電力系統制御のためのシステム理論構築」

基盤U(東大グループ, 2017年4月より代表)

予測U, 需給U, 需要家U, 送配電U

- ・分散階層構造システムの設計理論
- ・アグリゲータ設計理論

マクロな機能とロバストネス実現のための
ヘテロ・ホモ混在システム設計手法・理論

「量子制御技術のための制御・量子・情報理論の融合」(科研2016年～)

- (1) 情報量に基づく制御理論・量子力学・情報理論の3分野にまたがる原理の解明と統合理論の確立
- (2) 既存の量子システム(量子計算機等)の性能を凌駕する、優れた量子システムの具体的な設計手法の確立

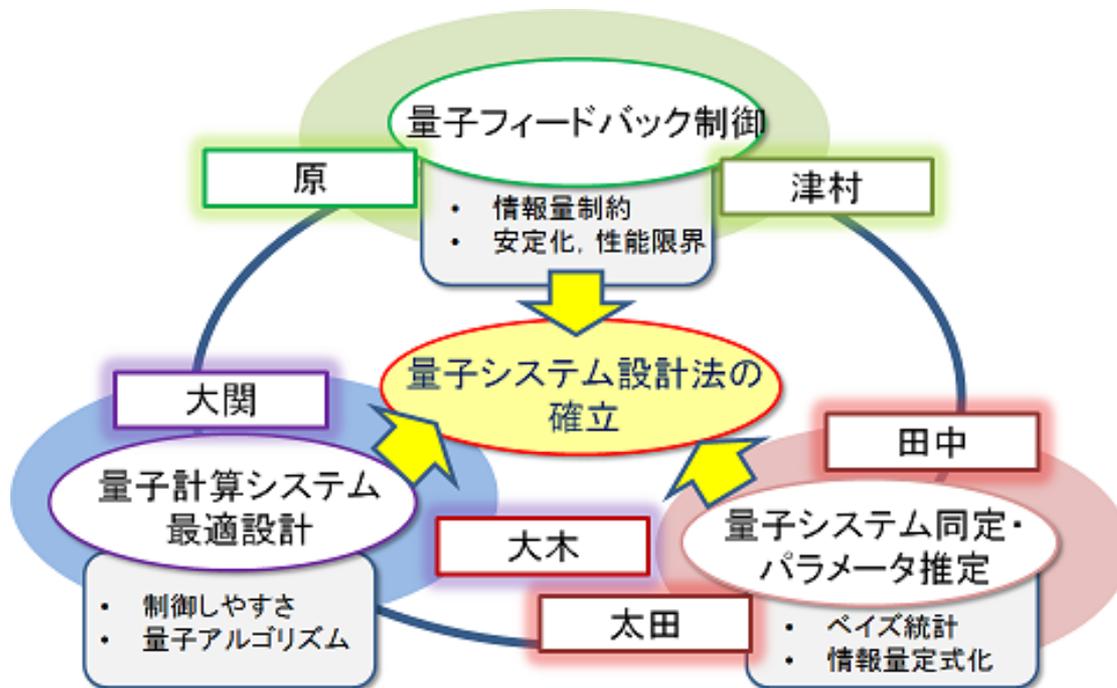


図3: 研究グループの構成と役割分担

メンバー

代表 津村幸治

大木健太郎(京大・量子制御)

田中冬彦 (阪大・量子統計)

大関真之 (東北大・量子計算)

連携

原辰次

太田快人(京大・制御)

豊田理化学研究所・特定課題研究

「制御・情報理論による生物システムのロバストネス解析と設計」(研究代表者2014～2015年)

目的

「**生物システムのハードウェアとしての制約＝情報伝達の制約**」

と

「**制御性能限界・ロバストネス**」

の定量的関係を解明する.

(1) **情報伝達特性の解析**

生体反応システムの一般的な数理モデルを用いて, 物理的制約がもたらす情報伝達特性を理論的に解明する.

(2) **制御性能限界・ロバストネスの解析**

生物システムの制御性能限界およびロバストネスの程度を定量的に明らかにする.

(3) **生体システムへの応用**

豊田理化学研究所・特定課題研究 「制御・情報理論による生物システムのロバストネス解析 と設計」(研究代表者2014～2015年)

メンバー

- 代表 津村 幸治 (東大情報理工学系研究科・制御理論)
- 小林 徹也 (東大生産研・理論生物学)
- 黒田 真也 (東大理学系研究科・分子細胞生物学)
- 秋山 秦身 (東大医科学研究所・免疫学)
- 舟橋 啓 (慶大理工学部生命情報学科・バイオインフォマ)
- 東 俊一 (京大情報学研究科・制御理論)
- 杉山 友規 (東大総合文化研究科・熱統計力学)
- 井上 正樹 (慶大理工学部物理情報工学科・理論生物学)

Workshop on
“Perspectives on Biosystems
via Control/Information Theory”

21st December, 2015
The University of Tokyo

Supported by Toyota Physical & Chemical Research Institute

Organizer: Specially Promoted Project

“Robustness
of Biosys

John C. Doyle (Caltech)

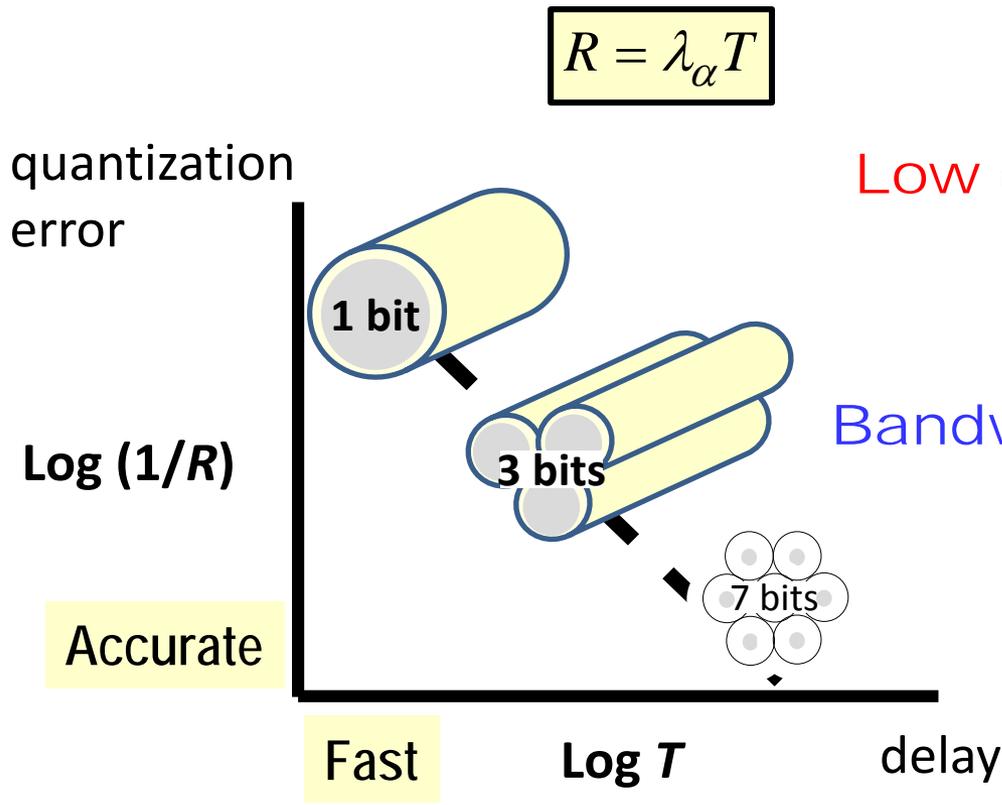
Hidenori Kimura (Waseda University/RIKEN)

From slides of J.C. Doyle

nerves w/ spiking neurons

Start with this for simplicity

“delayed and quantized”



Low delay



$$T = 1$$

$$R = 1$$

High Bandwidth



$$T = \sqrt{3}$$

$$R = \sqrt{3}$$

$$\therefore R = \lambda_\alpha T$$

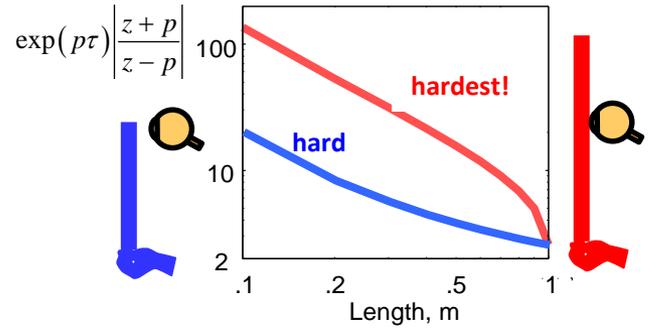
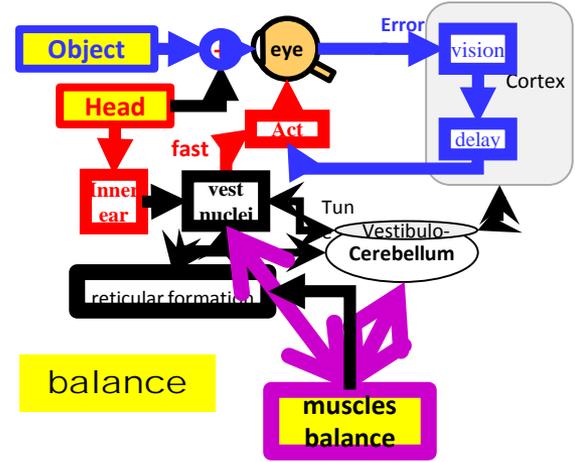
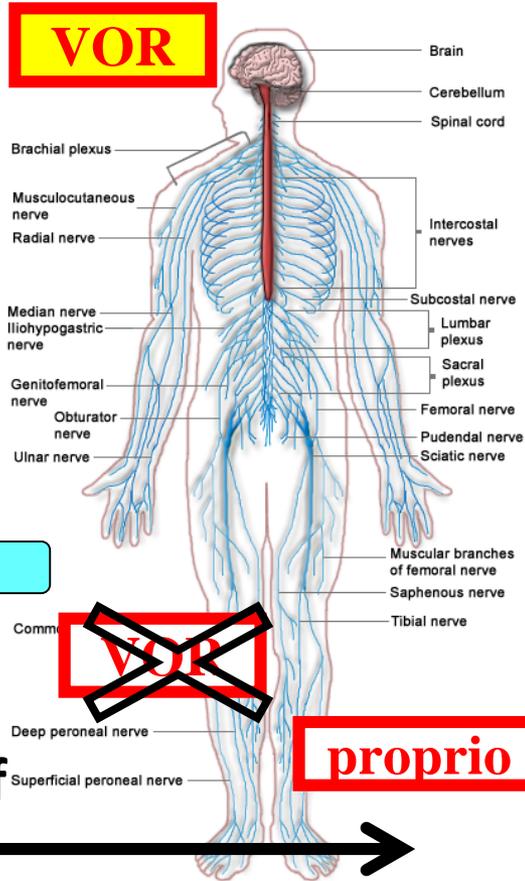
$$\lambda_\alpha \propto \alpha$$

From slides of J.C. Doyle

Need sensor that is fast and high. Why?

log(delay)
1 sec
10⁻²
Fast

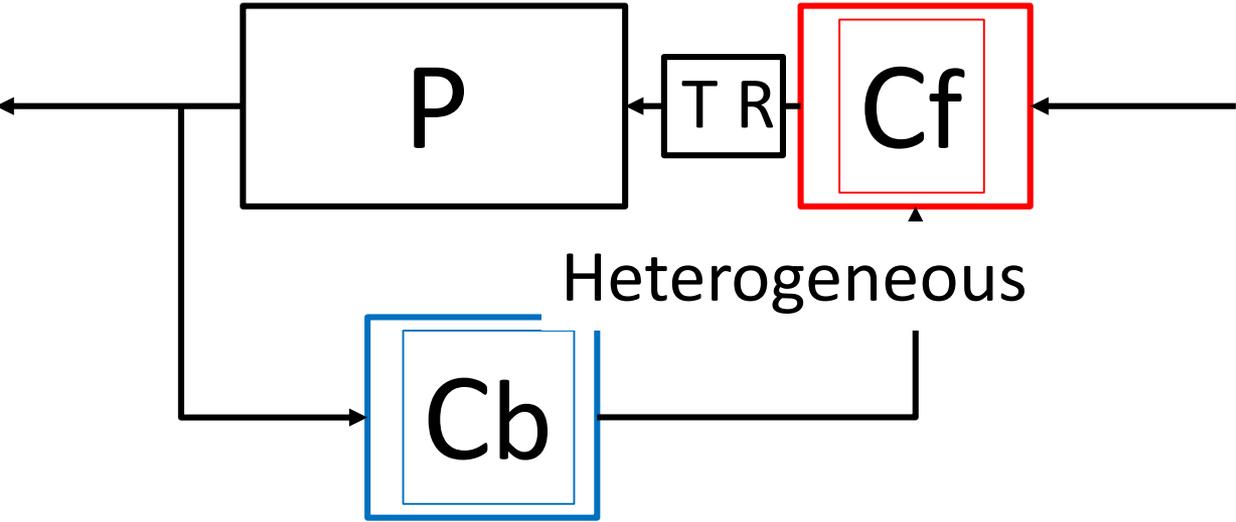
Tradeoff
Flexible
accurate



Waterbed $\exp\left(\int \ln|T|\right) \geq \exp(p\tau) \frac{|z+p|}{|z-p|}$

Caltech Group

Functionality Robustness



Our Group Robustness by Homogeneity

